

Model Percepatan Adopsi Teknologi Digital Industri Makanan Minuman Berbasis Potensi Lokal Menuju Industri 4.0 Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional

Bahtiar Rifai, Erla Mychelida

Pusat Riset Ekonomi Makro dan Keuangan BRIN

Correspondence Email: bahtiar.rifai@brin.go.id

Abstrak: Ketahanan pangan ditopang dari hasil produksi nasional (segar maupun olahan) dan produk impor untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional. Realitasnya produk pertanian lebih banyak dijual dalam bentuk segar akibat lemahnya proses manufaktur yang dipengaruhi jumlah industri pengolahan, investasi yang besar, keinginan untuk segera mendapatkan hasil, dan lemahnya adopsi teknologi. Sementara pemanfaatan hasil pangan sebagai input industri didominasi usaha besar (UB) dibandingkan usaha mikro kecil menengah (UMKM). Produktivitas UMKM yang rendah akibat penguasaan teknologi yang lemah ditengarai penyebab utama backward linkage ke sektor pertanian cenderung lemah dibandingkan UB. Usaha mikro kecil menengah (UMKM) sektor makanan minuman, lebih banyak mengadopsi teknologi digital dalam bentuk e-commerce dan pemasaran produk. Penelitian ini bertujuan untuk mendorong transformasi digital pada UMKM pengolahan makanan minuman (mamin) berbasis sumber daya lokal (pertanian) melalui pendekatan kelembagaan yang mensinergikan element research, innovation, learning, financing, dan marketing. Melalui pendekatan pentahelix, penelitian ini menghasilkan model kolaborasi antar pemangku kepentingan yang mewujudkan ekosistem adopsi teknologi dan framework adopsi teknologi digital yang dapat meningkatkan produktivitas UMKM makanan minuman yang mendukung pada ketahanan pangan nasional. Hasil penelitian menunjukkan industri 4.0 berpotensi diwujudkan pada UMKM dengan tingkat kesiapan digital level 4 yang diikuti dengan pendampingan dari komunitas UMKM.

Kata kunci: UMKM, Adopsi, Teknologi, Digital, Kolaborasi

Abstract: Food security is supported by national production (fresh and processed) and imported products to fulfil national food needs. In reality, agricultural products are primarily sold in fresh form due to weak manufacturing processes influenced by the number of processing industries, significant investments, the desire to get immediate results, and weak technology adoption. Meanwhile, the utilisation of food products as industrial inputs is dominated by large enterprises (UB) compared to micro, small and medium enterprises (MSMEs). The low productivity of MSMEs due to weak technological mastery is suspected to be the main reason why backward linkages to the agricultural sector tend to be weak compared to UB. Micro, small and medium enterprises (MSMEs) in the food and beverage sector have adopted more digital technology in e-commerce and product marketing. This research aims to encourage digital transformation in local resource-based (agricultural) food and beverage processing MSMEs through an institutional approach that synergises the elements of research, innovation, learning, financing, and marketing. Through a Penta helix approach, this research produces a collaboration model between stakeholders that realises a technology adoption ecosystem and a digital technology adoption framework that can increase the productivity of food and beverage MSMEs that



support national food security. The results show that Industry 4.0 has the potential to be realised in MSMEs with level 4 digital readiness followed by assistance from the MSME community.

Keywords: *SMEs, adoption, technology, digital, collaboration*

Article History :

Received; 14-09-2023; Revised; 07-10-2023; Accepted; 04-11-2023

PENDAHULUAN

Sebelum pandemi COVID-19, menurut *Global Food Security Index* yang dirilis the *Economist Intelligence Unit* (2022), indeks ketahanan pangan Indonesia sebesar 62,6. Namun, selama pandemi COVID-19 berlangsung, kondisi ketahanan pangan Indonesia mengalami penurunan. Pada 2020 dan 2021, indeks ketahanan pangan tercatat masing-masing menjadi 59,5 dan 59,2. Kemudian pada 2022, indeks ketahanan pangan Indonesia mengalami sedikit perbaikan karena naik menjadi 60,2. Meskipun begitu, angka tersebut masih di bawah indeks yang dicapai sebelum pandemi COVID-19. Angka tersebut juga masih di bawah rata-rata indeks ketahanan pangan di level global dan asia-pasifik yang tercatat berada di angka 62,2 dan 63,4. Dari empat dimensi yang diukur dalam indeks tersebut, hanya indikator keterjangkauan (*affordability*) yang dinilai baik. Sementara itu, tiga indikator lainnya seperti ketersediaan pasokan (*availability*), kualitas nutrisi (*quality and safety*), dan keberlanjutan dan adaptasi (*sustainability and adaptation*) dinilai kurang baik. Bahkan untuk aspek ketersediaan dan keberlanjutan adaptasi nilai buruk karena berada di rentang 40-54,9. Kontribusi ketahanan pangan disumbang melalui produk segar, produk olahan pangan dan impor untuk produk pangan.

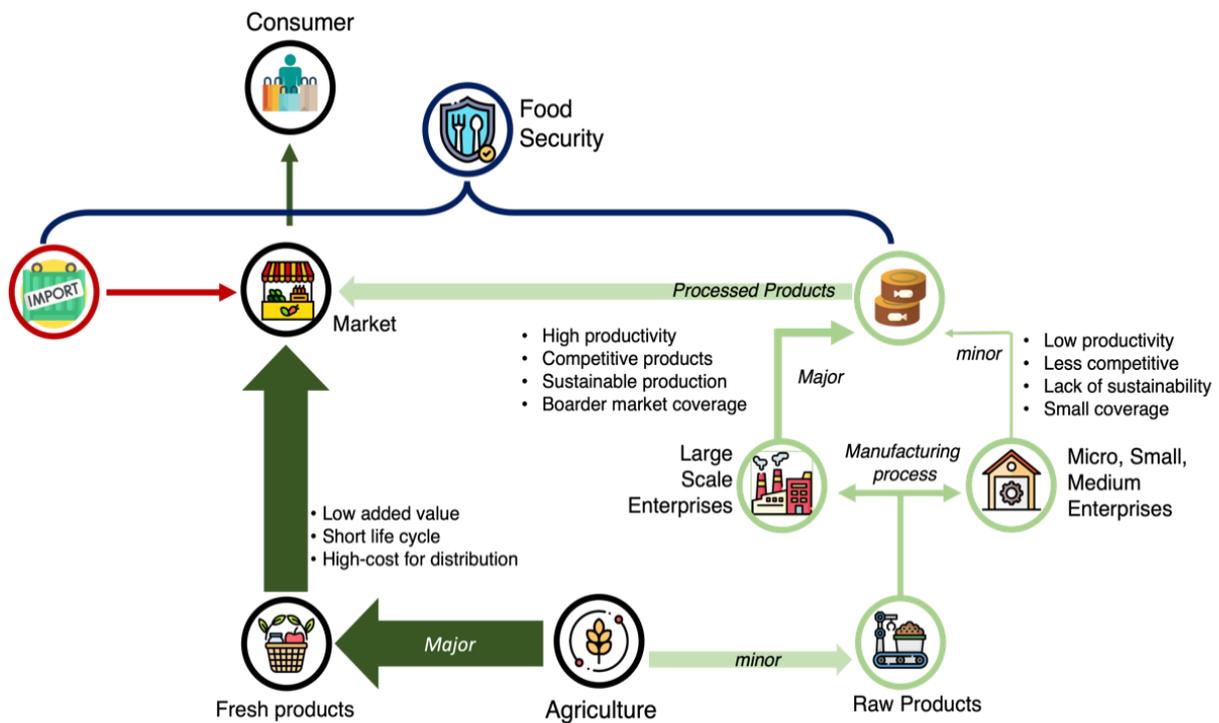
Dalam realitasnya ketahanan pangan ada kecenderungan didominasi oleh produk segar yang dihasilkan langsung dari petani dibandingkan produk olahan (lihat gambar 1). Salah satu penyebabnya adalah terbatasnya industri pengolahan pangan berskala besar maupun usaha mikro kecil menengah (UMKM) yang secara spasial berada atau mendekati lokasi kawasan pertanian. Produk segar dinilai lebih praktis bagi petani untuk memasarkan produk mereka karena tidak membutuhkan proses lebih lanjut sehingga petani dapat segera mendapatkan hasil dari penjualan produk pertanian. Namun demikian produk segar memiliki keterbatasan dalam nilai tambah yang lebih rendah, harga yang fluktuatif tergantung pada kualitas dan cuaca, umur produk yang pendek, biaya distribusi yang tinggi untuk menjaga kesegaran sehingga berpengaruh pada keterbatasan jangkauan pemasaran.

Disisi lain, pemanfaatan produk pertanian pada industri manufaktur masih lebih banyak didominasi oleh usaha besar (UB) dibandingkan UMKM akibat produktivitas UMKM yang terbatas. UB memiliki keunggulan produk yang terstandarisasi, kualitas yang bersaing, keberlanjutan produk dan usaha, jangkauan pasar yang luas dan skala usaha yang besar. Apabila dianalisa lebih dalam, UB memiliki kapasitas adopsi teknologi digital yang lebih baik dibandingkan UMKM akibat kewirausahaan, leadership, pembiayaan dan akses sumberdaya produktif yang unggul. Teknologi digital telah diadopsi pada UB yang mendukung pelaksanaan industry 4.0. Hasil riset Pusat Penelitian Ekonomi LIPI (2021) menunjukkan bahwa ada kecenderungan UB telah mengadopsi teknologi digital pada enam proses produksi



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

(hulu ke hilir) meskipun belum sepenuhnya terintegrasi. Sementara survey pada 600 UMKM pada sektor makanan minuman dan konveksi, teknologi digital terbatas dimanfaatkan untuk pemasaran melalui sosial media dan penjualan melalui e-commerce. Teknologi digital belum dimanfaatkan untuk mendukung proses produksi khususnya dalam menghasilkan realtime data yang sangat penting di era industry 4.0. Digitalisasi proses produksi akan membantu untuk standardisasi produk dan menciptakan efisiensi serta ketepatan pengambilan keputusan. Hal inilah yang menjadi indikasi penyebab efisiensi dan daya saing UMKM menjadi rendah. Standardisasi produk tidak dapat dilakukan karena ketiadaan data yang menjadi acuan mengukur efisiensi maupun kualitas produk. Ketiadaan data secara akurat juga berdampak pada ketidakstabilan kualitas produk sehingga proses produksi kurang dapat berkelanjutan dibandingkan output yang dihasilkan industri besar. Dalam realitasnya kebijakan-kebijakan yang dilakukan selama ini bersifat generic, belum spesifik sesuai kebutuhan UMKM. Salah satu penyebabnya adalah ketiadaan gambaran kondisi UMKM berbasis pada kesiapan transformasi digital akibat ketiadaan instrument untuk mengukur hal tersebut.



Sumber: Peneliti, 2023

Gambar 1. Peran UMKM Makanan Minuman berbasis bahan baku lokal (pertanian dalam Mendukung Ketahanan Pangan

UMKM sektor makanan dan minuman dapat berperan penting dalam menjaga ketahanan pangan melalui peningkatan produksi pangan yang berkualitas bagi masyarakat. Di lingkup nasional, sektor industri makanan dan minuman merupakan kontributor terbesar dari sekian sektor industri pengolahan nonmigas yang menjadi tulang punggung perekonomian nasional. Makin maraknya UMKM dalam usaha pengolahan pangan lokal juga menunjukkan keterlibatan masyarakat secara aktif dalam upayanya menciptakan kemandirian pangan.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Karena itu, pengindustrian aneka pangan lokal sangat penting untuk diarahkan pada pengembangan UMKM makanan minuman (MaMin).

Pengembangan UMKM tidak hanya bermanfaat untuk penyediaan pangan yang aman, bermutu dan bergizi, namun juga penting dalam memberdayakan ekonomi masyarakat lokal. Upaya pengembangan UMKM MaMin dilakukan dengan tujuan agar pangan lokal memiliki nilai mutu, nilai gizi, dan nilai ekonomi yang berdaya saing atau bahkan lebih unggul dari produk pangan impor yang saat ini membanjiri pasar pangan di Indonesia. Dengan daya saing yang tinggi, produk pangan lokal bisa berdaulat di negeri sendiri dan diharapkan mampu menembus dan merebut pasar internasional sehingga nilai ekonominya semakin besar.

Dengan peran UMKM MaMin berbasis bahan baku lokal dalam ketahanan pangan perlu untuk didorong lebih produktif melalui intervensi teknologi digital. Teknologi digital mampu menciptakan peluang-peluang ekonomi baru yang dapat mendorong produktivitas UMKM lebih baik, seperti adanya standardisasi produk dan proses produksi, akurasi pengambilan keputusan, ketepatan perhitungan biaya hingga harga jual. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian untuk mampu mendorong transformasi digital UMKM makanan minuman menuju UMKM 4.0.

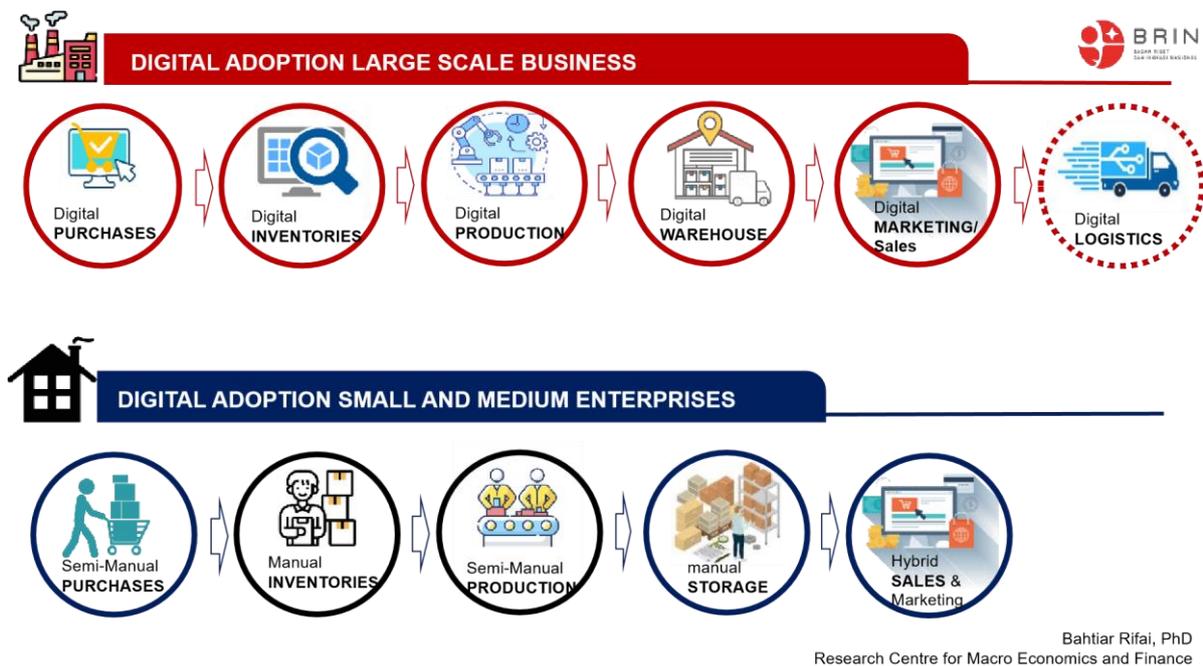
Peran UMKM sektor makanan dan minuman berbasis sumber daya lokal sangat strategis dalam ekonomi lokal, melalui penyerapan tenaga kerja, penciptaan nilai tambah dan keterkaitan kebelakang yang tinggi. Namun selama ini hasil pertanian lebih banyak dijual dalam bentuk produk segar yang memiliki keterbatasan pada penciptaan nilai tambah, umur produk, biaya distribusi yang tinggi, dan jangkauan pemasaran yang terbatas. Hasil pertanian dalam bentuk bahan mentah tersebut masih terbatas dimanfaatkan dalam proses manufaktur untuk bentuk olahan produk hasil pertanian yang mana lebih banyak diserap oleh industri besar dibandingkan UMKM. Disadari bahwa proses manufaktur pada usaha besar (UB) relatif terbatas secara jumlah dibandingkan UMKM, namun memiliki produktivitas yang lebih tinggi.

Produktivitas UMKM yang lebih rendah dibandingkan industri besar ini disebabkan salah satunya oleh adopsi teknologi digital yang rendah akibat: faktor kewirausahaan yang rendah, akses sumber daya produktif yang terbatas, pemahaman yang rendah tentang teknologi digital, pembiayaan teknologi yang terbatas dan rendahnya keterbatasan teknologi digital yang belum sesuai karakter dan kebutuhan UMKM. Selain itu, ketiadaan peta kesiapan adopsi teknologi digital di tingkat UMKM menyebabkan kebijakan tidak spesifik menasar pada kebutuhan percepatan transformasi digital sesuai kondisi masing-masing UMKM. Ketiadaan instrument untuk mengukur kesiapan transformasi digital UMKM menyebabkan sulitnya mengidentifikasi kebutuhan teknologi digital sesuai dengan karakter usaha dan kesiapan untuk melakukan transformasi digital.

Temuan penelitian di tahun 2021 berbasis survey kepada 600 IKM dan 36 industri besar, menunjukkan bahwa adopsi teknologi digital industri 4.0 baru dijumpai pada industri skala besar pada tahapan produksi dari enam elemen proses bisnis (Pranata et al., 2022; Soekarni et al., 2023). Artinya industry 4.0 belum diadopsi secara parsial yang mana berbeda dengan konsep teori industry 4.0 yang terintegrasi dalam proses bisnis. Sementara industri skala mikro dan kecil mengadopsi teknologi digital pada elemen pemasaran dan penjualan melalui *ecommerce* sehingga tidak banyak memberikan nilai tambah dan daya saing industri.



Meksipun Pemerintah telah memiliki Program Making Indonesia 4.0, dalam implementasi di daerah, percepatan adopsi teknologi digital justru didominasi pada e-commerce dibandingkan pada aspek inti manufaktur di tahap produksi. Argumentasi pemerintah tahap pemasaran dan penjualan merupakan prioritas yang dibutuhkan industri mendukung produktivitas manufaktur, sementara hal tersebut menjadi relevan dengan program pokok nasional yang menfokuskan pada transformasi bisnis, transformasi teknologi dan transformasi sumber daya manusia (SDM). Selain itu, peran pemerintah melalui pemerintah daerah terefleksi hanya pada IKM dibandingkan industri skala besar. Industri skala besar dipandang lebih siap dan dapat mandiri dalam melakukan adopsi teknologi digital. Selain itu irisan kewenangan pengembangan industri skala besar jarang ditemui di tingkat Kabupaten/ Kota namun berada di Pemerintah Provinsi atau Pemerintah Pusat



Bahtiar Rifai, PhD

Research Centre for Macro Economics and Finance

Sumber: (Soekarni et al., 2023)

Gambar 2. Perbandingan Adopsi Teknologi Digital UMKM dan Usaha Besar

Sementara program digitalisasi UMKM lebih banyak dilakukan di tahapan penjualan dan pemasaran namun belum menyentuh esensi dasar bagaimana menciptakan UMKM yang efisien, produktif dan terstandardisasi. Program UMKM saat ini tersebar pada 77 lembaga pemerintah yang berpotensi pada overlapping kebijakan maupun UMKM yang diberdayakan. Ketiadaan protocol identifikasi kebutuhan digital bagi UMKM semakin membuat program digitalisasi UMKM kurang berkelanjutan dan meningkatkan produktivitas UMKM. Oleh karena penelitian ini bertujuan mengembangkan model percepatan adopsi teknologi digital UMKM melalui pendekatan kelembagaan. Hasil penelitian ini telah diujicobakan di 12 wilayah di Indonesia.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

KONSEP TEORITIS

UMKM 4.0 dan Proses Adopsi Teknologi

Ekonomi digital tidak hanya tampil dalam bentuk digitalisasi sektor produksi konvensional, tetapi juga dalam bentuk digital services khususnya digital marketing. Penggunaan teknologi digital pada UMKM telah membuka peluang bagi bisnis untuk dapat menjangkau konsumen yang terkendala untuk melakukan aktivitas fisik di luar rumah (Febriyantoro & Arisandi, 2018; Pusat Penelitian Ekonomi LIPI, 2020). Implikasinya, ekonomi digital telah berkontribusi terhadap peningkatan output, pendapatan dan produktivitas, dan efisiensi, serta mengurangi pengangguran (Nurdany & Kresnowati, 2019; Harahap dan Rafika, 2020). Berkembangnya ekonomi digital turut membuka akses UKM terhadap pasar dan pembiayaan, membantu meningkatkan kinerja penjualan (Febriyantoro & Arisandi, 2018; Abebe, 2014), kinerja keuangan, dan kinerja UKM secara general (Sandulli, Fernández-Menéndez, Rodríguez-Duarte, & LópezSánchez, 2012). Selain itu, manfaat adopsi TIK juga terlihat dalam hal efisiensi biaya, efektivitas organisasi, akses kepada konsumen (Pusat Penelitian Ekonomi, 2020), informasi pasar, peningkatan layanan kepada pelanggan dan pemasok, serta peningkatan daya saing (Fulantelli & Allegra, 2003; Ghobakhloo, Sabouri, Hong, & Zulkifli, 2011; Ongori & Migiro, 2010; Tan, Chong, Lin, & Eze, 2010) serta terhadap produktivitas dan pertumbuhan (Barba-Sánchez, Martínez-Ruiz, & Jiménez-Zarco, 2007; Ongori & Migiro, 2010). Dari beberapa studi di atas, terlihat bahwa digitalisasi memberikan peran yang cukup signifikan bagi perkembangan usaha besar maupun UKM. Oleh karena itu, pemerintah dan para pemangku kepentingan terkait penting untuk mendorong percepatan adopsi teknologi digital, termasuk bagi kalangan UMKM.

Adopsi teknologi membutuhkan penguasaan terhadap sumber daya yaitu teknologi, manusia, dan sumberdaya pemasaran. Kemampuan perusahaan untuk mengadopsi teknologi, oleh karena itu, ditentukan oleh kemampuan perusahaan menyerap informasi yang bernilai dari luar perusahaan. Sementara kemampuan dalam mengeksplorasi teknologi baru secara efektif ditentukan oleh basis pengetahuan perusahaan, dan ketersediaan pekerja yang terampil dan berpendidikan (Gómez & Vargas, 2012).

Teori TOE (Technology, Organization, Environment) relevan digunakan untuk menganalisis proses adopsi teknologi perusahaan, termasuk UMKM. Tornatzky dan Fleischer (1990) pertama kali mengajukan kerangka TOE yang terdiri dari tiga konstruk proses organisasi dalam mengadopsi dan mengimplementasikan inovasi teknologi. Pertama, karakteristik teknologi yang tersedia dan kemungkinan dapat diadopsi oleh organisasi/perusahaan. Kedua, konteks organisasi, yang terdiri dari struktur organisasi, berbagai proses mendorong inovasi seperti komunikasi informal dan perilaku strategis dari manajemen atas, sumberdaya tersedia, dan ukuran organisasi. Ketiga, konteks lingkungan yang terdiri dari struktur pasar, dukungan eksternal yang tersedia untuk mengadopsi teknologi baru dan regulasi pemerintah. Selanjutnya Skoko, Ceric, & Tien (2007) menambahkan dua aspek di dalam framework TOE Tornatzky & Fleischer, yaitu aspek individu dan ekonomi. Aspek individualistik (karyawan dan manajer) penting untuk dipertimbangkan karena



keduanya merupakan pengguna TIK di perusahaan dan yang paling mengerti bagaimana TIK mempengaruhi proses di perusahaan. Sementara itu, aspek ekonomi penting bagi perusahaan karena biaya TIK tidak hanya terkait dengan investasi perangkat keras dan perangkat lunak, tetapi investasi pendukung seperti SDM dan perubahan organisasi.

Dalam Roadmap Making Indonesia 4.0, pemberdayaan UMKM merupakan satu dari sepuluh inisiatif strategis lintas sektor yang dipersiapkan untuk mengatasi tantangan tantangan yang dirasakan oleh berbagai sektor industri di Indonesia. Perumusan inisiatif strategis lintas sektor ini memperhatikan enablers yang dapat digunakan untuk memperbaiki perindustrian di Indonesia secara menyeluruh. Pemberdayaan UKM dinilai sangat penting untuk ekonomi Indonesia mengingat bahwa UKM memiliki kontribusi sekitar 62% dari total kebutuhan tenaga kerja di Indonesia saat ini. Survey yang dilakukan oleh International Financial Center (IFC) terhadap sejumlah UKM pada 2015 mengungkapkan lima hal utama yang menjadi tantangan UKM di Indonesia, yaitu: (1) Kompetisi dengan pelaku industri lainnya; (2) Biaya bahan baku dan tenaga kerja yang relatif tinggi; (3) Kurangnya tenaga kerja yang memiliki keahlian atau kemampuan khusus; 4) Kurangnya ruang usaha; dan (5) Kurangnya akses terhadap pendanaan. Untuk mengatasi tantangan yang dihadapi UKM, maka Indonesia dapat menggunakan kemudahan teknologi saat ini untuk meningkatkan daya saingnya. Sebagai contoh, petani dan pengrajin dapat memanfaatkan aplikasi e-commerce untuk mengakses pasar dan menawarkan produk ke pelanggan. Hal lain yang dapat dilakukan juga adalah dengan mendukung perkembangan fintech yang dapat membantu pendanaan mikro terhadap pelaku-pelaku UKM yang membutuhkan (Kementerian Perindustri RI, 2018).

Teknologi Digital UMKM

Konsep Industri 4.0 pada prinsipnya adalah integrasi teknologi informasi dan komunikasi (TIK) ke dalam aktivitas industri baik dari segi proses produksi maupun proses bisnisnya. Focus utama Industri 4.0 adalah menciptakan kecerdasan dalam proses fabrikasi dan pembuatan produk (Neri, et al., 2023) sehingga memunghasilkan proses produksi dan bisnis di dunia industry menjadi lebih cepat dan jangkauan pasar yang lebih luas (Jiang, Yang, & Gai, 2023). Teknologi digital yang dominan dalam Industri 4.0 antara lain internet of things (IoT), big data analytics (BDA), dan additive manufacturing (AM) (Neri, et al., 2023), robotic, cloud computing, kecerdasan buatan (AI), augmented and virtual reality (AR/VR) (Zahoor, Zopiatis, Adamoko, & Lamprinakos, 2023), digital twin dan blockchain (Ghobakhloo & Iranmanesh, 2021), cyber-physical system (CPS), dan simulasi (Ghobakhloo, Iranmanesh, Vilkas, Grybauskas, & Amran, 2022), serta ketersediaan infrastruktur penting yang memungkinkan pertukaran informasi yang cepat berupa gawai bergerak dan jaringan internet (Wang, Wang, & Mardani, 2023). Perkembangan teknologi saat ini memunculkan gagasan untuk mengadopsi konsep Industri 4.0 ke dalam aktivitas UMKM agar dapat memperoleh keuntungan dari keberadaan teknologi tersebut (Jiang, Yang, & Gai, 2023). Transformasi digital di tingkat UMKM merupakan manifestasi dari upaya adopsi Industri 4.0 yang membawa konsekuensi adanya perubahan pada tubuh UMKM dari sisi produk dan manajemen organisasi melainkan juga pada budaya kerja, sikap dan perilaku organisasi tersebut (Zoppelletto, Orlandi, Zardini, Rossignoli, & Kraus, 2023).



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Bagi UMKM adopsi teknologi digital bertujuan untuk bertransformasi menjadi usaha berbasis digital yang berdaya saing dengan cara memanfaatkan data dan informasi untuk mengambil keputusan bisnis yang strategis (Sanchez, Sarmiento, & Guerrero, 2021). Namun demikian transformasi digital yang memerlukan ketersediaan teknologi digital berupa perangkat keras, perangkat lunak, dan jaringan internet memunculkan isu penting bagi UMKM yaitu bagaimana mengatasi keterbatasan dalam hal akses dan kemampuan finansial untuk memperoleh teknologi tersebut (Sanchez, Sarmiento, & Guerrero, 2021). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat adopsi teknologi digital seperti artificial intelligent (AI), augmented and virtual reality (AR/VR), blockchain, dan cyber-physical system (CPS), internet of things (IoT), dan simulasi sangat rendah di kalangan UMKM (Ghobakhloo, Iranmanesh, Vilkas, Grybauskas, & Amran, 2022). Contoh kasus lainnya mengenai adopsi teknologi digital adalah penelitian yang dilakukan oleh Beynon, dkk (2021) yang mengungkapkan bahwa ketersediaan akses terhadap jaringan internet yang memadai tidak menjamin bahwa UMKM tersebut akan dapat mencapai keberhasilan tanpa adanya upaya untuk menganalisis peluang dan mengantisipasi risiko yang diperoleh dengan mudah dengan bantuan jaringan internet tersebut (Beynon, Munday, & Roche, 2020).

Hasil penelitian lainnya juga mengkonfirmasi hal yang sama bahwa adopsi teknologi digital oleh UMKM di Eropa menunjukkan tingkatan yang berbeda, namun pada umumnya masih dalam tahap awal penggunaannya (Neri, et al., 2023). Adopsi teknologi digital dalam tubuh UMKM sangat mengandalkan pada peran pegawai yang menjadi kunci terjadinya transformasi digital (Zahoor, Zopiatis, Adamoko, & Lamprinakos, 2023) seperti manajer teknologi informasi atau pimpinan organisasi (Zoppelletto, Orlandi, Zardini, Rossignoli, & Kraus, 2023). Sementara factor lingkungan eksternal seperti tekanan persaingan bisnis serta dukungan dari pemerintah dan vendor tidak berpengaruh terhadap motivasi UMKM untuk mengadopsi teknologi digital (Low, Seah, Cham, & Teoh, 2023). Lebih jauh lagi, keberhasilan tidak ditentukan oleh keberadaan atau ketersediaann teknologi digital melainkan ditentukan oleh sejauh mana interaksi dilakukan terhadap teknologi digital (Depaoli, Za, & Scornavacca, 2020). Lemahnya kemampuan adaptasi yang memadai menyebabkan kebanyakan UMKM gagal bertransformasi menuju Industri 4.0 (Ghobakhloo & Iranmanesh, 2021).

Ketahanan Pangan

Undang-Undang No.18 Tahun 2012 tentang Pangan mendefinisikan pangan sebagai segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati produk pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan, perairan, dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah yang diperuntukkan sebagai makanan dan minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lainnya yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan/ atau pembuatan makanan atau minuman. Selanjutnya, UU tersebut juga mendefinisikan ketahanan pangan sebagai kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan.



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Sejumlah hasil penelitian terkait ketahanan pangan dan UMKM menunjukkan bahwa kehadiran UMKM cukup strategis dalam mendukung terwujudnya ketahanan pangan. Studi yang dilakukan oleh Nordhagen dkk. (2021) dengan mengambil sampel 367 UMKM sektor makanan dan minuman di 17 negara menemukan bahwa UMKM memainkan peran penting dalam rantai pasokan pangan. UKM sangat terlibat dalam produksi, pemrosesan, dan penjualan eceran buah dan sayuran, makanan sumber hewani, serta sereal dan polong-polongan di Afrika (Demmler, 2020). Sektor ritel didominasi oleh UKM yang berperan penting dalam menjamin ketersediaan dan keterjangkauan pangan, terutama bagi masyarakat berpenghasilan rendah (Demmler, 2020). Rantai pasokan pangan di negaranegara berpenghasilan rendah umumnya juga didominasi UMKM makanan yang bersifat padat karya yang beroperasi di daerah padat penduduk dan dekat dengan pasar tradisional (Laborde et al., 2020).

Hasil penelitian lainnya menemukan bahwa kehadiran teknologi digital dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan ketersediaan pangan dan menurunkan risiko ancaman terhadap ketahanan pangan (Fedotova dkk., 2021). Fedotova dkk. (2021) menemukan bahwa praktik penggunaan instrumen digital di banyak negara telah membuktikan efisiensi dan profitabilitasnya yang tinggi dalam produksi produk pertanian, bahkan dalam menghadapi kondisi agro-iklim yang memburuk dan menyusutkan lahan pertanian. Di Rusia, penggunaan teknologi digital akan mempercepat laju pengembangan inovasi dan meningkatkan efisiensi manajemen agro-industri (Kuchumov, 2019). Sayangnya, proses ini tidak berkembang dengan baik di negara-negara berkembang. Tren utama manajemen proses pengembangan inovatif adalah transformasi digital berdasarkan penciptaan model ekonomi baru dengan penggunaan teknologi internet (Kuchumov, 2019).

METODE PENELITIAN

Pemetaan aktor dan pola relasi antar pemangku kepentingan akan berbasis pada data primer dan sekunder. Data sekunder membantu membentuk konseptual bagaimana model kolaborasi sinergi lima pilar (penelitian, inovasi, pembelajaran, pembiayaan dan marketing), khususnya pembelajaran dari negara-negara lain yang telah berhasil melakukan kolaborasi untuk adopsi teknologi bagi IKM. Selanjutnya data primer berbasis dari wawancara mendalam dan FGD digunakan sebagai dasar analisa terkait dengan kondisi eksisting. Data primer tersebut dikumpulkan dengan teknik snowball sampling terhadap aktor-aktor pemangku kepentingan yang berpotensi terlibat dalam adopsi teknologi digital. Data selanjutnya dianalisa melalui system thinking dengan deskripsi kualitatif.

Tabel 1. Metode Penelitian (Tujuan, Data, Sumber Data dan Teknik Analisa).

Tujuan	Data	Sumber	Teknik Analisa
Pola relasi antar pemangku kepentingan adopsi teknologi IKM	Primer: Indepth interview & FGD	IKM, Pemda, Universitas & lembaga penelitian, perusahaan perbankan, BI, BUMN, BUMD, asosiasi/komunitas, industri menengah/besar	System thinking deskripsi kualitatif



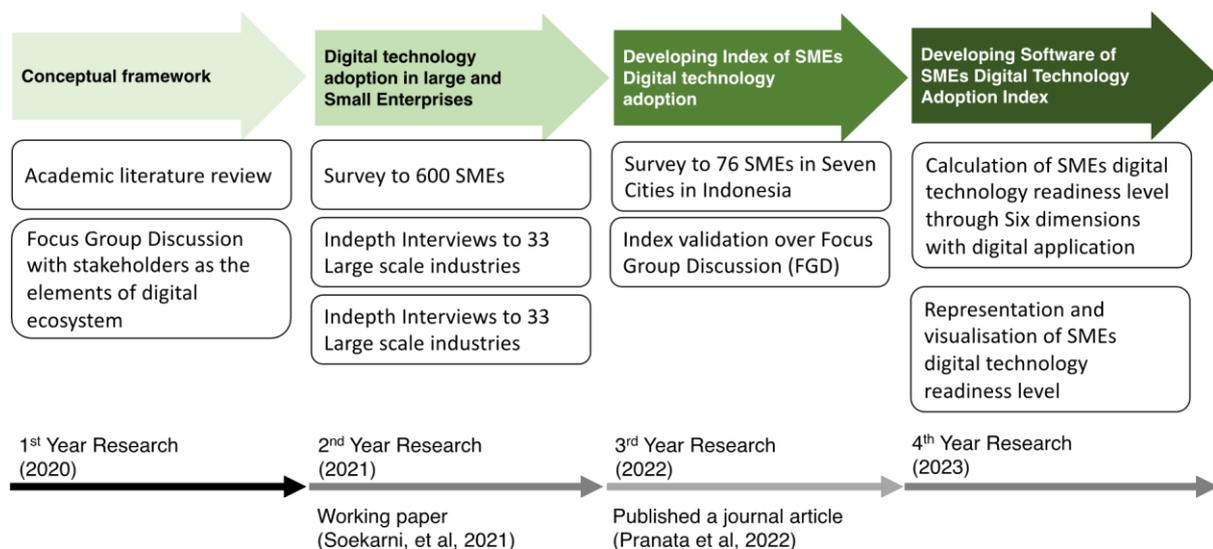
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Model Adopsi Teknologi Digital yang sesuai karakter IMK	Primer: Indepth interview & FGD Sekunder	IKM, Universitas, Lembaga Riset, BUMN, Startup, Perusahaan teknologi & Analisa preferensi & feasibility technology adoption. Penelitian sebelumnya tentang Model Studi literatur induksi dan adopsi teknologi IKM
Model Kolaborasi antar pemangku kepentingan	Primer: Indepth interview & FGD Sekunder	IKM, Pemda, Universitas & lembaga System thinking, Penelitan, perusahaan teknologi, perbankan, BI, startup, BUMN, deskripsi kualitatif BUMD, asosiasi/ komunitas, industri menengah/besar. Penelitian sebelumnya tentang model Studi literatur kolaborasi pemangku kepentingan

Sumber: Peneliti, 2023

Selanjutnya untuk menentukan model adopsi teknologi digital IKM dan pentahapannya, penelitian ini akan berbasis pada data primer dan sekunder. Data sekunder sebagai input dalam membentuk framework awal (sebagai basis teori) yang selanjutnya dielaborasi dengan kondisi yang terjadi (berbasis data primer). Fokus informasi diperoleh dari IMK sebagai *users*, lembaga riset, startup, BUMN, perusahaan teknologi sebagai provider teknologi. Data selanjutnya akan dianalisa dengan pendekatan preferensi dan feasibility technology adoption di IMK.

Terakhir adalah model kolaborasi sinergi lima pilar yang berbasis pada temuan tujuan riset pertama dan tujuan riset dua, dengan mengelaborasi preferensi dari para pemangku kepentingan dalam motivasi, keinginan untuk kolaborasi, potensi manfaat dan resiko, kontribusi dan harapan dari adanya kolaborasi tersebut. Hal ini dianalisa melalui system thinking dan planning analysis untuk melihat masing-masing tahapan dari kolaborasi tersebut.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Sumber: Peneliti, 2023

Gambar 3. Tahapan Penelitian

Secara keilmuan, penelitian ini akan menggunakan pendekatan ekonomi digital, ekonomi industri, manajemen perusahaan, ekonomi pembangunan dan ekonomi regional. Keempat pendekatan keilmuan tersebut diperlukan untuk memahami kekuatan dan kelemahan ekonomi digital serta kemauan dan kapabilitas perusahaan untuk mengadopsinya dalam rangka peningkatan produktivitas dan penguatan daya saing industri manufaktur.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif (*qualitative approach*) dengan pertimbangan: *Pertama*, pelaksanaan penelitian pendekatan kualitatif memberikan perspektif yang berbeda dalam memahami permasalahan penelitian secara lebih komprehensif dan mendalam, sehingga lebih bermanfaat untuk masukan perbaikan kebijakan. Dalam kaitannya dengan adopsi teknologi dan kapabilitas inovasi, riset-riset terdahulu masih terbatas dilakukan secara kualitatif. *Kedua*, tim penelitian tidak memiliki cukup sumberdaya dan pembiayaan untuk menerapkan pendekatan kuantitatif (survey) terhadap industri manufaktur yang sangat beragam dan tersebar secara luas. *Ketiga*, perspektif sistem belum banyak digunakan dalam penelitian teknologi digital yang akan lebih tepat dalam melakukan pengembangan model kolaborasi untuk adopsi teknologi digital IMK. Sebagaimana dijelaskan Creswell (2017: 250), pendekatan kualitatif menawarkan berbagai macam strategi untuk diaplikasikan seperti naratif, fenomenologi, etnografi, wacana, studi kasus, dan tindakan partisipatoris.

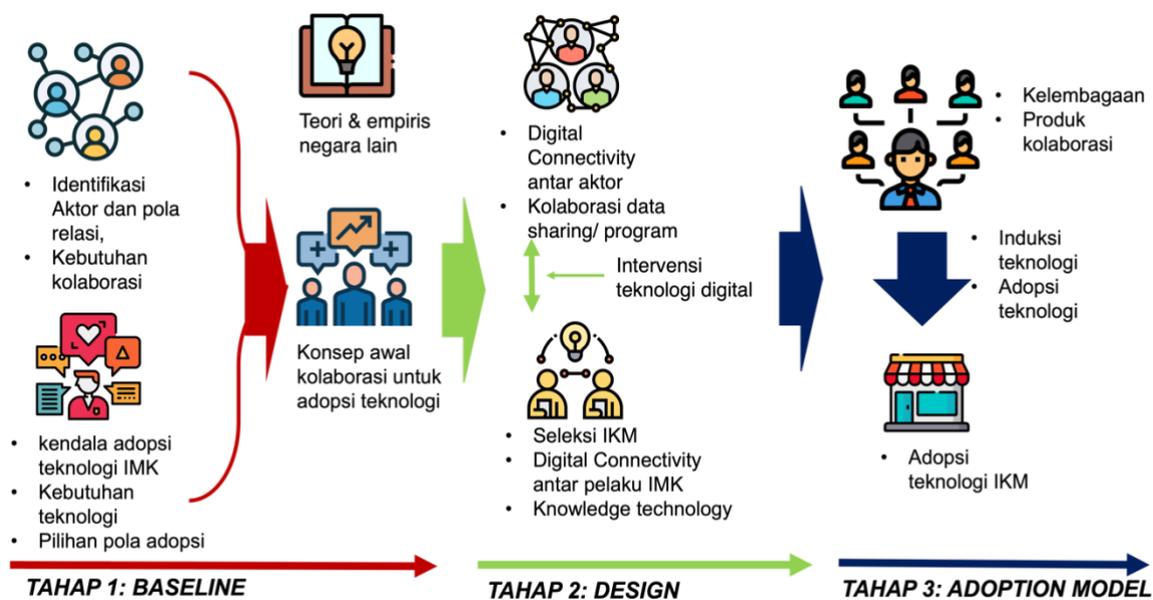
HASIL Metode Pengembangan Model Kolaborasi dan Penciptaan Nilai Tambah

Kolaborasi sangat dipengaruhi oleh adanya *trust* yang terbangun diantara mitra kolaborator (Benneworth & Sanderson, 2009; Fari & Ocholla, 2016) yang mana menentukan keputusan para pihak untuk dapat berkontribusi melalui sumber daya yang dimiliki. *Trust* merupakan faktor kunci untuk dapat menghubungkan antar pemangku kepentingan, khususnya dalam membangun keterbukaan relasi dan arus informasi (Moeliodihardjo et al., 2012). Kepercayaan dibangun melalui komunikasi yang efektif dan koordinasi yang intensif antar aktor (Fitjar & Huber, 2015)

Desain pengembangan model kolaborasi akan dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu menyusun baseline, desain dan adopsi model. Pada tahap *baseline*, dilakukan identifikasi dua elemen utama, yaitu kelembagaan yang akan memberdayakan teknologi digital untuk IMK dan IMK sebagai target percepatan adopsi teknologi digital. Tahapan ini akan mengidentifikasi mengenai aktor yang terlibat langsung, pola relasi antar aktor dan kebutuhan ataupun preferensi untuk melakukan kolaborasi kegiatan. Sementara untuk IMK akan diidentifikasi mengenai kendala dalam melakukan adopsi dan ugragding teknologi, preferensi teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas IMK, hingga pilihan adopsi teknologi yang sesuai dengan karakter IMK. Data yang diperoleh selanjutnya direfleksikan kembali dengan teori yang relevan dan kondisi empiris negara lain dalam melakukan adopsi teknologi digital di industri manufaktur, maka tim akan mengeloborasikan empat aspek (teori, empiris negara lain, kelembagaan dan IMK) untuk menyusun konsep awal kolaborasi adopsi teknologi digital.



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Sumber: Peneliti, 2023

Gambar 4. Tahapan Pengembangan Model Kolaborasi

Selanjutnya dikembangkan design model dengan tujuan utama tahapan ini adalah mengembangkan konektivitas: 1) antar lembaga pemberdaya teknologi digital; 2) antar UMKM sektor MaMin sebagai calon target yang akan menerima teknologi; 3) dan antara UMKM dengan kelembagaan aktor. Intervensi teknologi digital merupakan sumber utama yang akan digunakan untuk membangun keterkaitan antar aktor yang dapat meningkatkan komunikasi, koordinasi, *knowledge sharing* dan potensi kolaborasi. Dalam tahapan ini juga akan dilakukan seleksi UMKM dan proses pembekalan pengetahuan tentang teknologi kepada IMK sehingga memiliki pondasi pengetahuan yang mencukupi untuk melakukan adopsi teknologi digital. Dengan kata lain, tahapan ini akan terdapat kegiatan intensif membangun koordinasi antar pihak untuk melakukan perbaikan dan penyesuaian konsep awal model.

Pada tahap terakhir adalah implementasi desain sebagai kerangka adoption model teknologi digital. Kolaborasi kelembagaan dapat berjalan antar aktor sehingga mampu mensinergikan lima pilar utama yang dibutuhkan UMKM dalam meningkatkan produktivitas melalui teknologi digital. Pertimbangannya UMKM telah disiapkan secara pengetahuan mengenai teknologi digital dan implementasinya dalam kegiatan usaha, sehingga induksi teknologi dapat terjadi diikuti dengan adopsi dalam sistem bisnis IMK yang dapat menumbuhkan inovasi maupun meningkatkan produktivitas usaha. *Upgrading* teknologi di tingkat IMK menjadi luaran dari tahapan ketiga (2024).

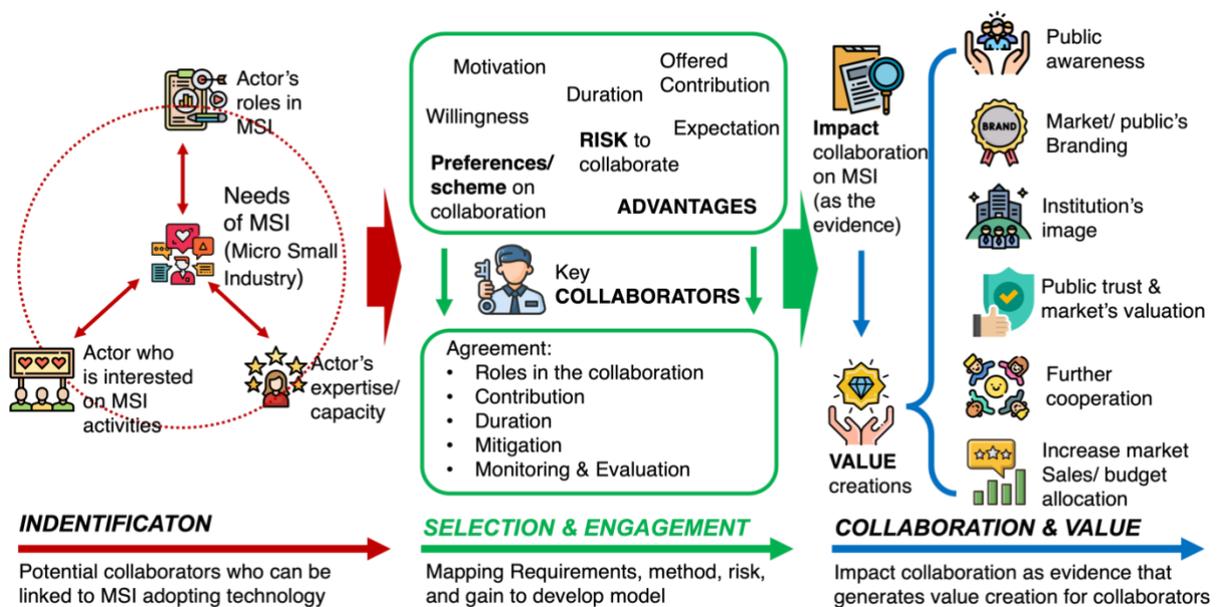
Selain menyusun model kolaborasi, penelitian ini berpotensi memberikan nilai tambah bagi para pihak kolaborator melalui model yang dikembangkan untuk adopsi teknologi digital. Nilai tambah akan tercipta saat kolaborasi antar pemangku kepentingan dapat terjalin dan memberikan dampak langsung kepada IMK sebagai target penerima. Hal ini menjadi bukti kuat bahwa kolaborasi yang dilakukan memberikan manfaat bagi penerima sehingga



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

berpotensi untuk menciptakan outcome bagi para kolaborator. Dampak langsung kolaborasi kepada IMK adalah pembaharuan (*upgrading*) teknologi yang digunakan untuk mendukung aktivitas produktif yang selanjutnya berdampak pada peningkatan produktivitas usaha. Keberhasilan meningkatkan produktivitas IMK melalui intervensi kolaborator akan berdampak kepada peningkatan kesadaran publik mengenai keberadaan institusi yang telah berkontribusi terhadap peningkatan ekonomi secara umum sehingga berpengaruh terhadap penilaian masyarakat dan tingkat kepercayaan terhadap institusi tersebut. Semakin tinggi apresiasi masyarakat dan pasar kepada instansi maka akan meningkatkan kerjasama yang terjalin ataupun peningkatan transaksi yang dilakukan akibat kontribusi yang diberikan kolaborator dapat meningkatkan penggunaan produk kolaborator dari peningkatan produktivitas IMK. Dengan kata lain, kontribusi yang diberikan oleh kolaborator diikuti dengan penggunaan produk kolaborator di tingkat IMK. Dalam tahapan selanjutnya nilai tambah dapat diestimasi melalui pengukuran valuasi di pasar modal sebagai mekanisme pasar, atau dengan peningkatan alokasi anggaran bagi instansi pemerintah (lihat figure berikut).

Kondisi tersebut diatas dapat tercapai bilamana terpenuhi tahap kedua, yaitu adanya proses seleksi dan pengikatan para pemangku kepentingan sebagai kolaborator. Dalam tahap kedua ini seleksi dilakukan dengan menganalisa kondisi masing-masing aktor dalam memandang kolaborasi untuk percepatan adopsi teknologi IMK. Kondisi tersebut akan dijadikan dasar dalam melakukan seleksi menentukan kolaborator utama, khususnya dalam aspek: motivasi, keinginan untuk bergabung, kontribusi yang dapat diberikan, preferensi kerjasama, resiko, ekspektasi dari kontribusi hingga peluang manfaat yang bisa mereka peroleh. Pada saat seleksi telah dilakukan, aktor-aktor kunci yang terpilih dapat diintegrasikan dalam kolaborasi kelembagaan yang mengacu pada kesepakatan bersama atas peran masing-masing aktor dalam tatanan kerjasama, kontribusi yang diberikan, durasi kerjasama, mitigasi resiko dan monitoring serta evaluasi. Kesepakatan ini menjadi dasar pengembangan model kolaborasi yang akan dilakukan.



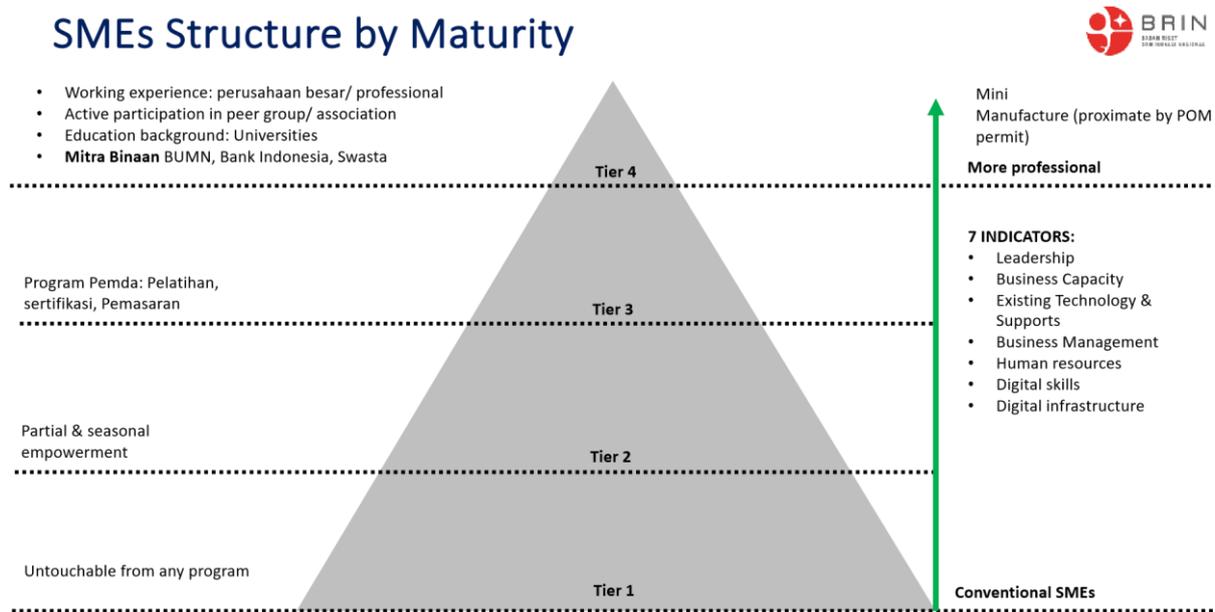
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Sumber: Peneliti

Gambar 5. Penciptaan Nilai Tambah Melalui Kolaborasi Kelembagaan

Apabila ditarik ke belakang, tahap kedua dapat terpenuhi pada saat tahap pertama telah dilakukan sebagai pondasi sebuah kerjasama dan kolaborasi. Tahap identifikasi ini bertujuan untuk memetakan aktor yang berpotensi menjadi kolaborator dalam sinergi kelembagaan untuk percepatan adopsi teknologi digital IMK. Tim memprioritaskan pada tiga potensial cluster aktor yang dapat mengakomodasi kebutuhan IMK dalam mengadopsi teknologi, yaitu: instansi atau aktor yang kesehariannya bersentuhan dengan IMK; instansi atau organisasi yang memiliki kapasitas atau keahlian terkait dengan IMK; dan instansi atau organisasi yang tertarik dengan pengembangan IMK.

Selanjutnya tim melakukan kategorisasi empat kesiapan adopsi teknologi digital UMKM, yaitu tier satu (basic), tier 2 (transisi), tier 3 (transformasi), tier 4 (inovasi). Rata-rata survei pada 12 wilayah di Indonesia menunjukkan bahwa usaha mikro memiliki kecenderungan pada tahap 1 dan 2, usaha kecil pada tahap 2 dan tahap 3, sementara usaha menengah tahap 3 (lihat gambar 6). Hal ini mengindikasikan bahwa skala usaha mempengaruhi kemungkinan untuk adopsi teknologi digital yang lebih baik. Hal ini selaras dengan hasil penelitian OECD yang menunjukkan disparitas adopsi teknologi digital semakin besar antara usaha mikro dan usaha menengah (OECD, 2021). UMKM menghadapi kendala pada keterbatasan pemahaman konsep digital, akses sumber daya produktif dan kemampuan mentransformasi teknologi untuk meningkatkan produktivitas usahanya. Jumlah UMKM yang berada pada tier 4 (inovasi sangat) kecil dan lebih banyak dipengaruhi faktor leadership yang dibentuk oleh latar belakang pendidikan, pengalaman bekerja di perusahaan besar, bagian dari mitra binaan (Pemda, BUMN, Bank Indonesia, swasta melalui CSR) maupun partisipasi aktif dalam komunitas bisnisnya.



Sumber: Peneliti, 2023



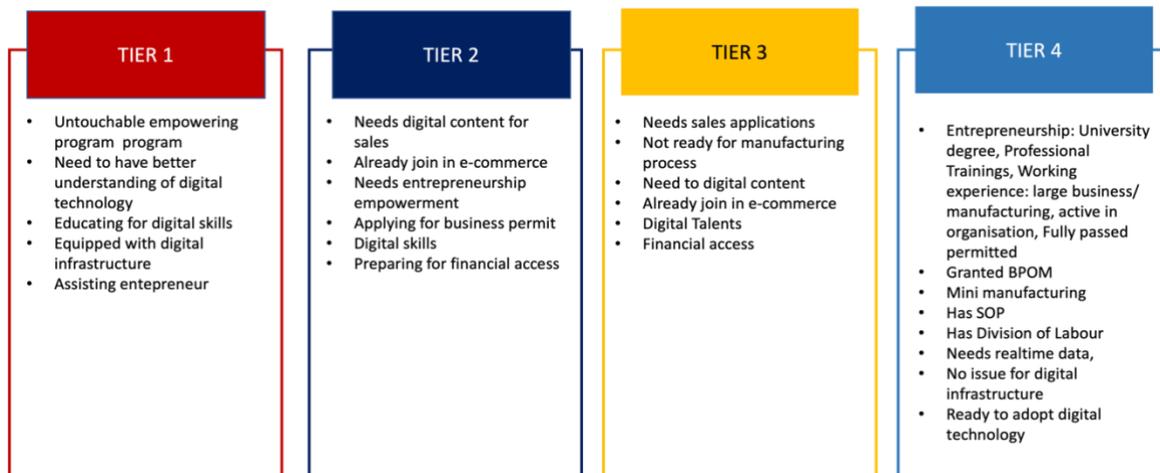
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Gambar 6. Tahapan Kesiapan Transformasi Digital UMKM

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selanjutnya tim peneliti mengembangkan kebijakan transformasi digital yang disesuaikan dengan tahapan kesiapan adopsi teknologi digital (lihat gambar 7). Pada tahap 1 (basic), kebijakan digital adalah memberikan pengetahuan dan pemahaman tentang pentingnya teknologi digital, digital skills bagi SDM pengusaha mengarah pada digital entrepreneur dan penyediaan infrastruktur teknologi digital. Tujuan utama adalah menyiapkan pondasi dasar UMKM dapat memilih teknologi digital yang sesuai kondisi usahanya dan memanfaatkan akses informasi dari teknologi digital untuk penguatan kapasitas usaha, akses sumber daya produktif hingga pembelajaran.

Pada tahap kedua akan fokus untuk digital marketing dan business permit untuk memastikan keberlanjutan usaha. Digital content creator dan digital financial mulai dibekali di tahap ini. Tahap ketiga akan fokus pada digital talents dan persiapan standar industri manufaktur menuju industri 4.0 melalui transformasi sistem bisnis berbasis digital. Sementara tier 4 akan fokus pada kolaborasi dengan berbagi mitra bisnis karena telah memenuhi aspek infrastruktur, SDM, sistem bisnis, budaya perusahaan dan penggunaan teknologi digital yang lebih maju. Meskipun jumlah UMKM yang masuk level 4 masih sangat jarang ditemui, namun dengan induksi kesiapan teknologi digital UMKM di level 3 akan memudahkan UMKM mengadopsi teknologi digital Enterprise Resource Planning (ERP) UMKM 4.0

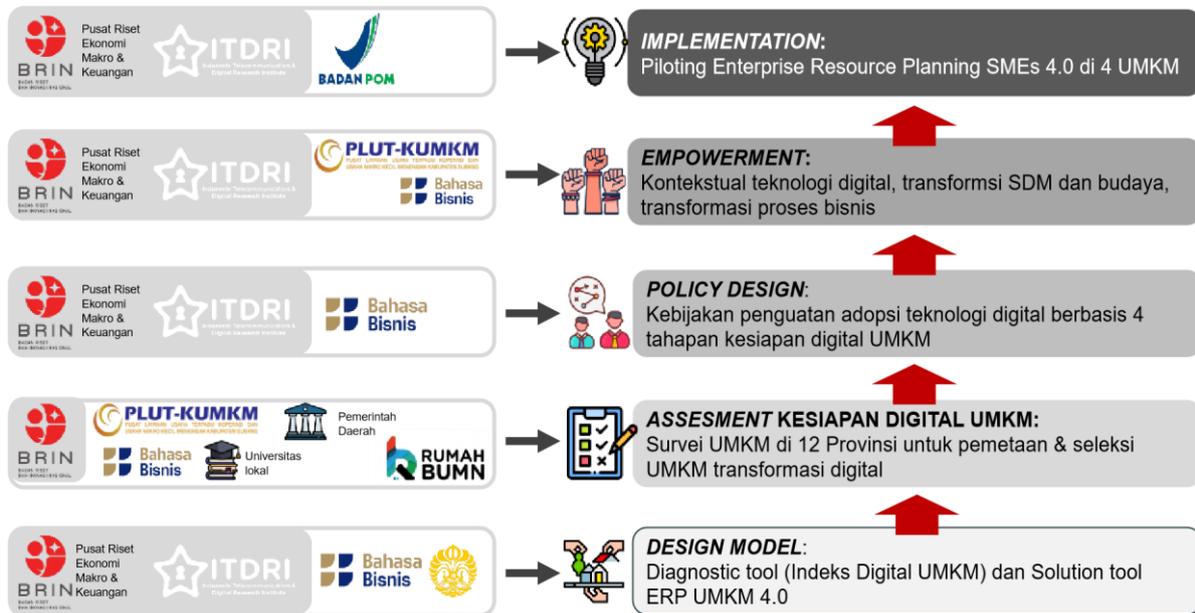


Sumber: Peneliti, 2023 **Gambar 7.** Strategi Peningkatan Kesiapan Transformasi Digital UMKM

Dari 600 UMKM yang disurvei, selanjutnya dilakukan assessment menjadi 76 UMKM yang masuk pada tier 2 dan tier 3 . Dengan deepening pada tiga dimensi digital seperti transformasi sistem bisnis, transformasi manusia dan budaya, dan transformasi infrastruktur, terdapat empat UMKM yang memenuhi kesiapan menggunakan ERP UMKM 4.0. Bekerjasama dengan mitramitra penelitian seperti pemerintah pusat, pemerintah daerah, NGO (Bahasa Bisnis), Pusat Layanan Usaha Terpadu (PLUT) UMKM, kampus lokal, rumah



BUMN, akademisi nasional (UI), dan swasta (PT Telkom Indonesia), selanjutnya dapat dikembangkan ERP UMKM 4.0 yang diujicobakan di empat UMKM.



Sumber: Peneliti, 2023

Gambar 8. Model Kelembagaan Percepatan Transformasi Digital UMKM

Model kelembagaan ini diinisiasi sejak tahun 2022 dengan pendekatan penta helix yang disusun atas lima tahapan. Tahap yang pertama adalah menyusun protocol indeks kesiapan digital UMKM 4.0 yang berbentuk web-based maupun mobile based yang telah tersedia di google playstore. Konsep indeks kesiapan digital UMKM ini sebagai alat identifikasi posisi UMKM dan kebutuhan akan teknologi digital UMKM. Tahap ini peneliti bekerjasama dengan ITDRI (Indoensia Telecommunication and Digital Research), PT Telkom Indonesia, yang didukung oleh Bahasa Bisnis (sebagai NGO untuk UMKM) dan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Indonesia (FEB-UI).

Dari model Indeks UMKM 4.0, selanjutnya diujicobakan di 12 wilayah di Indonesia yang bekerjasama dengan PLUT KUMKM, Universitas Lokal, Pemerintah Daerah, dan Rumah BUMN untuk survei lebih dari 600 UMKM. Dengan assesment ini akan diperoleh landscape data UMKM sekaligus seleksi UMKM yang siap untuk transformasi digital menuju industri 4.0 dengan induksi ERP 4.0 yang dikembangkan antara BRIN dan ITDRI.

Tahap selanjutnya adalah menyusun policy design untuk menyiapkan UMKM naik kelas menuju tahap 4 sehingga dapat menggunakan ERP 4.0. Piloting dilakukan pada 4 UMKM setelah assessment mendalam pencapaian tahap 3 di Indeks digital UMKM 4.0. Empowerment pada tahap 4 dilakukan terutama meyiapkan transformasi bisnis, SDM, budaya perusahaan untuk dapat menggunakan ERP UMKM 4.0. Pada tahap terakhir BRIN dan PT Telkom sedang



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

berkolaborasi untuk menghubungkan ERP UMKM 4.0 dengan sistem yang ada pada Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) sehingga memudahkan UMKM untuk dapat melakukan registrasi produk pangan pada BPOM tanpa perlu melakukan pencetakan dokumen.

Uji coba ERP 4.0 memiliki tantangan pada ketidacukupan infrastruktur digital pada UMKM seperti akses sense urgensi pentingnya teknologi digital, mobile internet, kesesuaian computer/ laptop standard kantor, hingga SDM yang mampu mengoperasikan bahasa adminstrasi manufacturing. Dari 4 UMKM yang diujicobakan hanya 3 UMKM yang berhasil menggunakan ERP UMKM 4.0. Beberapa manfaat dari teknologi digital ini adalah UMKM dapat menghasilkan realtime data yang sangat berguna untuk pengambilan keputusan yang tepat, cepat dan akurat. Hal ini akan membantu UMKM menghasilkan produk yang terstandardisasi, perhitungan harga jual yang lebih tepat, akses untuk pembiayaan, kolaborasi dengan mitra hingga memperoleh investasi untuk pengembangan bisnis. Dengan kata lain, teknologi digital BRIN-Telkom Indonesia ini dapat menjadi solusi bagi UMKM bertransformasi digital menuju industri 4.0

KESIMPULAN

Model kelembagaan percepatan transformasi digital ditentukan oleh terbangunnya rasa kepercayaan antar pihak, indentifikasi tujuan bersama, manfaat yang dapat diperoleh, dan kesiapan untuk berkolaborasi atas sumber daya produktif yang dimiliki. Proses kolaborasi kelembagaan dapat dimulai pada level mikro yang spesifik, misalnya menghasilkan teknologi digital yang membantu proses administrasi dan standardisasi UMKM menuju industri 4.0 yang berbasis realtime data dan diujicobakan spesifik pada UMKM yang memenuhi kesiapan level 4. Pendekatan kelembagaan yang berbasis pada pentahelix telah efektif memberikan penguatan kesiapan adopsi teknolog digital yang komprehensif yang meliputi digital skills, digital entrepreneurs, digital financial, digital talents dan digital business yang membantu UMKM bertransformasi digital menuju industri 4.0. Prasyarat dasar UMKM bertransformasi yang harus dipenuhi adalah melalui percepatan penyediaan infrastruktur digital, penguatan SDM, kolaborasi kelembagaan akses finansial untuk upgrading teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Benneworth, P., & Sanderson, A. (2009). The regional engagement of universities: Building capacity in a sparse innovation environment. *Higher Education Management and Policy*, 21(1), 1–18.
- Beynon, M. J., Munday, M., & Roche, N. (2020). ICT resources and use: examining differences in pathways to improved small firm performance. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 1798-1818.



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

- Demmler, K. M. (2020). The Role of Small and Medium-sized Enterprises in Nutritious Food Supply Chains in Africa. Working Paper Series, 2.
- Depaoli, P., Za, S., & Scornavacca, E. (2020). A model for digital development of SMEs: an interaction-based approach. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 1049-1068.
- Fari, S. A., & Ocholla, D. N. (2016). Nature, Patterns and Trends of Research Collaboration Among Academics in Selected Universities in Nigeria and South Africa. *Mousaion*, 34(1), 1–22.
- <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=llf&AN=116908519&site=ehost-live>
- Febriyantoro, M. T., & Arisandi, D. (2018). Pemanfaatan Digital Marketing Bagi Usaha Mikro, Kecil Dan Menengah Pada Era Masyarakat Ekonomi Asean. *JMD: Jurnal Riset Manajemen & Bisnis Dewantara*, 1(2), 61–76. <https://doi.org/10.26533/jmd.v1i2.175>
- Fedotova, G. V., Larionova, I. S., Maramygin, M. S., Sigidov, Y. I., Bolaev, B. K., & Kulikova, N. N. (2021). Agriculture 4.0. as a new vector towards increasing the food security in Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 677(3), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/3/032016>
- Fitjar, R. D., & Huber, F. (2015). Global pipelines for innovation: Insights from the case of Norway. *Journal of Economic Geography*, 15(3), 561–583. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbu017>
- Fulantelli, G., & Allegra, M. (2003). Small company attitude towards ICT based solutions: Some key-elements to improve it. *Educational Technology and Society*, 6(1), 45–49.
- Ghobakhloo, M., & Iranmanesh, M. (2021). Digital transformation success under Industry 4.0: a strategic guideline for manufacturing SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 1533-1556.
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Vilkas, M., Grybauskas, A., & Amran, A. (2022). Drivers and barriers of Industry 4.0 technology adoption among manufacturing SMEs: a systematic review and transformation roadmap. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 1029-1058.
- Ghobakhloo, M., Sabouri, M. S., Hong, S. T., & Zulkifli, N. (2011). Information Technology Adoption in Small and Medium-sized Enterprises; An Appraisal of Two Decades Literature. *Interdisciplinary Journal of Research in Business*, 1(7), 53–80.
- Gómez, J., & Vargas, P. (2012). Intangible resources and technology adoption in manufacturing firms. *Research Policy*, 41(9), 1607–1619. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.016>
- Jiang, H., Yang, J., & Gai, J. (2023). How digital platform capability affects the innovation performance of SMEs—Evidence from China. *Technology in Society*, 1-12.
- Kementerian Perindustrian. 2018. Roadmap Implementasi Industry 4.0 di Indonesia
- Kuchumov, A. V. (2019). Digital technologies as a factor in the innovative development of the agro-industrial complex to ensure the food security of the country. *81(Mtde)*, 28–35. <https://doi.org/10.2991/mtde-19.2019.6>



- Laborde, B. D., Martin, W., Swinnen, J., & Vos, R. (2020). COVID-19 risks to global food security. April, 2–5.
- Kuo, D. C.-L., Smits, M. T., & Chen, W.-H. (2005). SME-based collaborative supply chain management: the impact of information technologies. *International Journal of Management and Enterprise Development*, 2(3–4), 360–373. <https://doi.org/10.1504/ijmed.2005.006567>
- Low, M. P., Seah, C. S., Cham, T. H., & Teoh, S. H. (2023). Digitalization adoption for digital economy: an examination of Malaysian small medium-sized enterprises through the technology–organization–environment framework . *Business Process Management Journal*, 1473-1494.
- Moeliodihardjo, B. Y., Soemardi, B. W., Brodjonegoro, S. S., & Hatakenaka, S. (2012). University, Industry, and Government Partnership: Its Present and Future Challenges in Indonesia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 52, 307–316. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.468>
- Neri, A., Negri, M., Cagno, E., Franzo, S., Kumar, V., Lampertico, T., & Bassani, C. A. (2023). The role of digital technologies in supporting the implementation of circular economy practices by industrial small and medium enterprises. *Business Strategy and the Environment*, 1-26.
- Nordhagen, S., Igbeka, U., Rowlands, H., Shine, R. S., Heneghan, E., & Tench, J. (2021). COVID-19 and small enterprises in the food supply chain: Early impacts and implications for longer-term food system resilience in low- and middle-income countries. *World Development*, 141, 105405.
- Ongori, H., & Migiro, S. O. (2010). Information and communication technologies adoption in SMEs: literature review. *Journal of Chinese Entrepreneurship*, 2(1), 93–104. <https://doi.org/10.1108/17561391011019041>
- Sanchez, D. T., Sarmiento, L. H., & Guerrero, C. D. (2021). Transformation in Colombia: technology readiness for IoT adoption in SMEs in the trading sector. *DIGITAL POLICY, REGULATION AND GOVERNANCE*, 412-431.
- Sandulli, F. D., Fernández-Menéndez, J., Rodríguez-Duarte, A., & López-Sánchez, J. I. (2012). The productivity payoff of information technology in multimarket SMEs. *Small Business Economics*, 39(1), 99–117. <https://doi.org/10.1007/s11187-010-9297-0>.
- Skoko, H., Ceric, A., & Tien, D. (2007). Empirical evaluation of ICT adoption in Australian SMEs: Systemic approach. Fourth International Conference on Information Technology and Applications, ICITA 2007, 9–14. Macquarie Scientific Press.
- Tornatzky LG, Fleischer M (1990) *The Processes of Technological Innovation*. LexingtonBooks, Lexington MA.
- Wang, M., Wang, Y., & Mardani, A. (2023). Empirical analysis of the influencing factors of knowledge sharing in industrial technology innovation strategic alliances. *Journal of Business Research*, 1-10.



- Zahoor, N., Zopiatis, A., Adamoko, S., & Lamprinakos, G. (2023). The micro-foundations of digitally transforming SMEs: How digital literacy and technology interact with managerial attributes. *Journal of Business Research*, 1-12.
- Benneworth, P., & Sanderson, A. (2009). The regional engagement of universities: Building capacity in a sparse innovation environment. *Higher Education Management and Policy*, 21(1), 1–18.
- Demmler, K. M. (2020). The Role of Small and Medium-sized Enterprises in Nutritious Food Supply Chains in Africa. Working Paper Series, 2.
- Fari, S. A., & Ocholla, D. N. (2016). Nature, Patterns and Trends of Research Collaboration Among Academics in Selected Universities in Nigeria and South Africa. *Mousaion*, 34(1), 1–22.
- <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=llf&AN=116908519&site=ehost-live>
- Fedotova, G. V., Larionova, I. S., Maramygin, M. S., Sigidov, Y. I., Bolaev, B. K., & Kulikova, N. N. (2021). Agriculture 4.0. as a new vector towards increasing the food security in Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 677(3), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/3/032016>
- Fitjar, R. D., & Huber, F. (2015). Global pipelines for innovation: Insights from the case of Norway. *Journal of Economic Geography*, 15(3), 561–583. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbu017>
- Kuchumov, A. V. (2019). Digital technologies as a factor in the innovative development of the agro-industrial complex to ensure the food security of the country. *81(Mtde)*, 28–35. <https://doi.org/10.2991/mtde-19.2019.6>
- Laborde, B. D., Martin, W., Swinnen, J., & Vos, R. (2020). COVID-19 risks to global food security. April, 2–5.
- Moeliodihardjo, B. Y., Soemardi, B. W., Brodjonegoro, S. S., & Hatakenaka, S. (2012). University, Industry, and Government Partnership: Its Present and Future Challenges in Indonesia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 52, 307–316. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.468>
- Nordhagen, S., Igbeka, U., Rowlands, H., Shine, R. S., Heneghan, E., & Tench, J. (2021). COVID-19 and small enterprises in the food supply chain: Early impacts and implications for longer-term food system resilience in low- and middle-income countries. *World Development*, 141, 105405. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105405>
- OECD. (2021). The Digital transformation of SMEs. In Policy Highlights. OECD Publishing. <https://t4.oecd.org/industry/smes/PH-SME-Digitalisation-final.pdf>
- Pranata, N., Soekarni, M., Mychelisda, E., Novandra, R., Nugroho, A. E., Rifai, B., Buhaerah, P., Zulhamdani, M., & Yuliana, R. R. D. (2022). Technology Adoption Issues and Challenges for Micro, Small and Medium Enterprises: A Case Study of the Food and Beverage Sub-Sector in Indonesia. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 9(3), 265–274.
- Soekarni, M., Nugroho, A. E., Rifai, B., Mychelisda, E., Buhaerah, P., Pranata, N.,



Zulhamdani, M., Novandra, R., & Yuliana, R. R. R. D. (2023). Digital Economy Competitiveness Development Strategy: Strengthening Innovation in Manufacturing Industry Based on Digital Technology (1). BRIN publisher. <http://dx.doi.org/10.55981/brin.576>

The Economist Intelligence Unit. (2021). Global Food Security Index 2021; The 10-year anniversary. 47.



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.