

Eksplorasi Model *Smart Halal Business Incubator* Berbasis *Artificial Intelligence* untuk Mendukung Transformasi Digital UMKM Halal di Kabupaten Deli Serdang

Reza Nurul Ichsan ¹, Lukman Nasution ^{2*}, Venny Fraya Hartin Nst ³, M. Syahlan Sudian ⁴

^{1,2*,4} Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia.

³ Universitas Islam Sumatera Utara, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia.

Email: rezaichsan31@gmail.com ^{1*}, lukmanumnaw@gmail.com ², vennyfraya@gmail.com ³

Article History

Received: 28 Juli 2026.

Revised: 20 September 2026.

Accepted: 10 Oktober 2026.

Available online: 20 Oktober 2026.

Published: 1 Januari 2027.

Keyword

Artificial Intelligence; Business Incubator; Halal Business; Digital Transformation; MSMEs Halal.

ABSTRACT

The global halal industry has experienced rapid growth, prompting the Indonesian government to strengthen the halal MSME ecosystem through certification, mentoring, and digitalisation programmes. However, halal MSMEs in developing regions such as Deli Serdang Regency still face constraints, including limited mentor availability, restricted market access, slow halal certification processes, and the low utilisation of artificial intelligence (AI) in business incubation. This study aims to explore an AI-based Smart Halal Business Incubator model that can support the digital transformation of halal MSMEs in Deli Serdang Regency. The study employs an exploratory qualitative approach using the systematic grounded theory strategy of Strauss and Corbin, involving halal MSME actors, academics, local government, halal process assistants, business incubator managers, investors, and halal certification bodies as purposively selected informants until data saturation was reached. Data were collected through in-depth interviews, FGDs, observation, and documentation, and were analysed through open, axial, and selective coding. The findings yield a new conceptual framework, the AI-Driven Smart Halal Business Incubation Framework (ASHBI Framework).

Kata Kunci

Kecerdasan Buatan; Inkubator Bisnis; Bisnis Halal; Transformasi Digital; UMKM Halal.

ABSTRAK

Industri halal global mengalami pertumbuhan pesat yang mendorong pemerintah Indonesia untuk memperkuat ekosistem UMKM halal melalui program sertifikasi, pendampingan, dan digitalisasi. Namun, UMKM halal di kawasan berkembang seperti Kabupaten Deli Serdang masih menghadapi kendala, termasuk keterbatasan mentor, akses pasar, kecepatan sertifikasi halal, serta rendahnya pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam proses inkubasi bisnis. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi model Smart Halal Business Incubator berbasis AI yang dapat mendukung transformasi digital UMKM halal di Kabupaten Deli Serdang. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif eksploratif dengan strategi grounded theory sistematis dari Strauss dan Corbin, melibatkan pelaku UMKM halal, akademisi, pemerintah daerah, pendamping halal, pengelola inkubator bisnis, investor, dan lembaga sertifikasi halal sebagai informan yang dipilih secara purposive hingga tercapai saturasi data. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam, FGD, observasi, dan dokumentasi, kemudian dianalisis melalui open coding, axial coding, dan selective coding. Temuan penelitian menghasilkan kerangka konseptual baru, yaitu AI-Driven Smart Halal Business Incubation Framework (ASHBI Framework).

1. Pendahuluan

Industri halal global telah berkembang menjadi salah satu sektor ekonomi yang penting dan terus meluas, mencakup rantai nilai makanan dan minuman, kosmetik, farmasi, fesyen muslim, pariwisata ramah Muslim, hingga jasa keuangan syariah. Perkembangan tersebut tidak hanya berlangsung di negara-negara berpenduduk mayoritas Muslim, tetapi juga di berbagai negara non-Muslim seiring meningkatnya permintaan terhadap produk dan layanan halal (Idris *et al.*, 2025). Di Indonesia, penguatan ekosistem UMKM halal menjadi perhatian strategis pemerintah, antara lain melalui fasilitasi sertifikasi halal gratis (SEHATI) dan pengembangan layanan sertifikasi oleh Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH) (BPJPH, 2025). Meskipun demikian, berbagai kajian menunjukkan bahwa pelaku usaha mikro dan kecil masih menghadapi hambatan berupa keterbatasan literasi prosedural, pemahaman persyaratan, dan dukungan pendampingan dalam proses sertifikasi halal (Fuadi *et al.*, 2022; Maulana *et al.*, 2024). Secara paralel, transformasi digital telah menjadi kebutuhan strategis bagi keberlangsungan UMKM di tengah perubahan perilaku konsumen dan persaingan pasar yang semakin terbuka. Transformasi digital dipahami sebagai proses perubahan organisasi yang dipicu oleh pemanfaatan teknologi digital dan berdampak pada penciptaan nilai, struktur, proses, serta kapabilitas organisasi (Vial, 2019).

Bagi UMKM, keberhasilan transformasi digital memerlukan kapabilitas digital, kepemimpinan yang mendukung perubahan, literasi digital, dan dukungan ekosistem yang memadai (Gyamerah *et al.*, 2025; Bahasoan *et al.*, 2024). Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) turut membuka peluang baru bagi UMKM halal, antara lain untuk mendukung autentikasi dan pemantauan kepatuhan halal, ketertelusuran rantai pasok, analisis risiko, serta penguatan proses sertifikasi dan tata kelola berbasis data (Riani *et al.*, 2025; Nawaz *et al.*, 2025; Sunmola *et al.*, 2025). Bagi UMKM berskala mikro dan kecil, AI berpotensi menjadi katalisator pertumbuhan apabila diterapkan secara bertahap, menggunakan solusi yang terjangkau, serta disertai penguatan kapasitas dan pendampingan (Sánchez *et al.*, 2025; Yesuf & Fields, 2025). Inkubasi bisnis di Indonesia telah digunakan sebagai instrumen pendampingan untuk mengembangkan kapasitas usaha dan kewirausahaan UMKM (Arini *et al.*, 2018; Bismala *et al.*, 2019). Namun demikian, model inkubasi yang bertumpu pada pendampingan tatap muka memiliki keterbatasan jangkauan dan kapasitas mentor, sehingga belum selalu responsif terhadap kebutuhan UMKM halal yang menuntut layanan cepat, personal, dan terintegrasi dengan kepatuhan syariah. Kajian

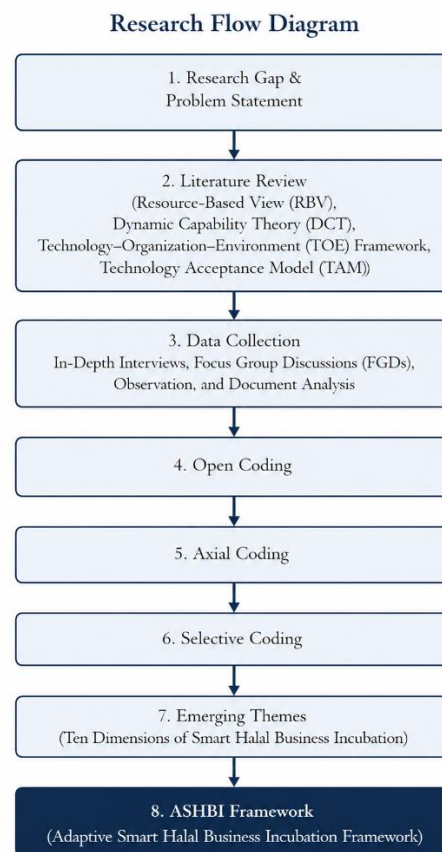
inkubator bisnis di Kota Medan juga menunjukkan pentingnya penguatan model pendampingan dan jejaring kelembagaan agar layanan inkubasi menjadi lebih efektif dan berkelanjutan (Arini *et al.*, 2018; Bismala *et al.*, 2019). Kabupaten Deli Serdang, sebagai salah satu wilayah penyangga utama Kota Medan di Provinsi Sumatera Utara, memiliki populasi UMKM yang besar dan beragam, termasuk sejumlah usaha kuliner, produk olahan, dan kerajinan berbasis rumah tangga yang berpotensi memenuhi standar halal. Namun demikian, sebagian besar pelaku usaha di kabupaten ini masih menghadapi keterbatasan literasi digital, keterbatasan akses terhadap mentor bersertifikasi, dan proses sertifikasi halal yang dirasakan lambat, sehingga potensi besar tersebut belum terkonversi menjadi daya saing yang optimal. Kajian terdahulu mengenai UMKM halal secara umum masih banyak berfokus pada implementasi dan kesiapan sertifikasi halal (Fuadi *et al.*, 2022; Maulana *et al.*, 2024; Kusumaningtyas *et al.*, 2024), strategi pemasaran digital, pola pendampingan UMKM, serta desain dan efektivitas inkubator bisnis konvensional (Arini *et al.*, 2018; Bismala *et al.*, 2019; Bruneel *et al.*, 2012). Sebagian studi masih memperlakukan sertifikasi halal, digitalisasi, dan pendampingan usaha sebagai domain yang relatif terpisah, tanpa mengaitkannya secara eksplisit dengan arsitektur kelembagaan inkubasi yang terintegrasi.

Di sisi lain, literatur mengenai AI dalam industri halal berkembang pada isu autentikasi, ketertelusuran, kepatuhan rantai pasok, dan integrasi AI-blockchain (Riani *et al.*, 2025; Nawaz *et al.*, 2025; Sunmola *et al.*, 2025), sementara diskursus etika AI secara lebih luas menekankan pentingnya transparansi, akuntabilitas, keadilan, dan tata kelola (Jobin *et al.*, 2019). Literatur tersebut masih relatif terbatas dalam menautkan pemanfaatan AI secara khusus dengan fungsi inkubasi bisnis bagi UMKM mikro dan kecil, seperti *smart mentoring*, intelijen pasar, diagnosis bisnis, dan *business matching* berbasis algoritma. Terdapat kesenjangan penelitian pada titik pertemuan antara empat domain kajian, yaitu (1) kecerdasan buatan, (2) inkubasi bisnis cerdas, (3) ekosistem digital, dan (4) ekosistem halal. Belum banyak penelitian yang mengeksplorasi bagaimana keempat domain tersebut dapat diintegrasikan ke dalam satu model inkubasi yang koheren. Berdasarkan uraian tersebut, belum tersedia model inkubasi bisnis halal yang mengintegrasikan *Artificial Intelligence* sebagai mekanisme pendampingan, pengambilan keputusan, dan pengembangan ekosistem UMKM halal. Kekosongan model tersebut menjadi permasalahan utama (*problem statement*) penelitian ini. Pada tataran praktis, hasil pengamatan awal dan telaah dokumen menunjukkan bahwa UMKM halal, termasuk di Kabupaten Deli Serdang, masih menghadapi sejumlah kendala struktural. Kendala

tersebut meliputi keterbatasan jumlah dan kapasitas mentor pendamping usaha yang memahami aspek bisnis sekaligus kepatuhan halal; keterbatasan akses pasar, baik pasar domestik lintas daerah maupun pasar ekspor produk halal; proses sertifikasi halal yang bagi sebagian pelaku usaha masih dirasakan berjalan lambat akibat keterbatasan literasi administratif dan pendampingan; serta rendahnya pemanfaatan teknologi AI dalam proses produksi, pemasaran, manajemen keuangan, maupun pengambilan keputusan bisnis. Kesenjangan praktis ini menegaskan perlunya model inkubasi yang tidak hanya menyediakan pendampingan konvensional, tetapi juga mengintegrasikan teknologi cerdas untuk memperluas jangkauan dan efektivitas layanan inkubasi bagi UMKM halal di wilayah dengan keterbatasan sumber daya. Penelitian ini menawarkan nilai kebaruan melalui tiga kontribusi utama. Pertama, *Smart Halal Incubator Framework*, yaitu kerangka inkubasi yang mengintegrasikan fungsi pendampingan konvensional dengan kapabilitas cerdas berbasis data. Kedua, *AI-based Incubation Model*, yang memetakan peran spesifik AI pada setiap tahapan proses inkubasi UMKM halal, mulai dari diagnosis bisnis hingga *business scaling*. Ketiga, *AI Halal Ecosystem*, yaitu gambaran ekosistem multi-aktor (*pentahelix*) yang saling terhubung melalui platform digital berbasis kecerdasan buatan untuk mendukung keberlanjutan usaha halal. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi model *Smart Halal Business Incubator* berbasis *Artificial Intelligence* yang mampu mendukung transformasi digital UMKM halal di Kabupaten Deli Serdang, dengan sasaran khusus: (1) mengidentifikasi dimensi-dimensi kunci inkubasi cerdas berbasis AI yang relevan bagi UMKM halal; (2) menganalisis kesiapan dan kendala aktor-aktor ekosistem dalam mengadopsi inkubasi berbasis AI; dan (3) merumuskan kerangka konseptual model *Smart Halal Business Incubator* yang dapat diadopsi oleh pemangku kepentingan terkait.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif eksploratif (*exploratory qualitative research*) yang bertujuan menggali pemahaman mendalam mengenai fenomena inkubasi bisnis berbasis AI pada UMKM halal, yakni sebuah fenomena yang relatif baru dan belum banyak terpetakan secara empiris. Pendekatan eksploratif dipilih karena penelitian ini tidak menguji hipotesis yang telah baku, melainkan berupaya membangun pemahaman konseptual baru dari data lapangan, sebagaimana tergambar pada alur penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Informan penelitian direncanakan berjumlah 20–25 orang, meliputi pelaku UMKM halal, akademisi bidang manajemen/ekonomi Islam, unsur pemerintah daerah, pendamping proses halal (P3H), pengelola inkubator bisnis, investor/pelaku pembiayaan, dan lembaga sertifikasi halal. Komposisi informan tersebut mencerminkan pendekatan *pentahelix* yang menghubungkan akademisi, dunia usaha, pemerintah, komunitas, serta media/lembaga keagamaan. Informan dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria relevansi dan kedalaman informasi yang dapat diberikan. Data dikumpulkan melalui empat teknik, yaitu (1) wawancara mendalam (*in-depth interview*) menggunakan pedoman semi-terstruktur; (2) *focus group discussion* (FGD) untuk menggali perspektif kolektif antaraktor *pentahelix*; (3) observasi terhadap praktik pendampingan dan operasional UMKM halal di lapangan; serta (4) dokumentasi berupa data sekunder, laporan program pendampingan, dan dokumen kebijakan terkait. Analisis data menggunakan pendekatan *grounded theory* model sistematis Strauss dan Corbin (1998). Pendekatan ini dipilih karena menekankan prosedur pengodean berjenjang yang eksplisit dan terstruktur, berbeda dengan varian konstruktivis Charmaz (2006) yang lebih menekankan peran interpretatif peneliti, maupun varian klasik Glaser (1978) yang menekankan *emergence* murni tanpa kerangka pengodean eksplisit. Pilihan tersebut dinilai lebih

sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu menghasilkan kerangka model (ASHBI *Framework*) yang dapat dikomunikasikan secara terstruktur kepada pemangku kepentingan praktis. Analisis dilakukan melalui tiga tahapan pengodean: a) *Open coding*: pemecahan data wawancara menjadi label-label konsep awal (*in vivo* maupun konstruksi peneliti); b) *Axial coding*: pengelompokan konsep ke dalam kategori serta penemuan hubungan sebab-akibat, konteks, dan konsekuensi antarkategori; c) *Selective coding*: integrasi kategori inti (*core category*) menjadi proposisi teoretis dan kerangka model ASHBI. Struktur pengodean yang direncanakan digambarkan pada Gambar 3 sebagai kerangka analisis (bukan hasil akhir); pengisian dengan kode dan kategori aktual dilakukan setelah data lapangan terkumpul. Proses pengumpulan dan analisis data dihentikan ketika tercapai titik saturasi data, yaitu kondisi ketika wawancara atau FGD tambahan tidak lagi memunculkan (a) kode baru, (b) kategori baru, maupun (c) tema baru yang relevan dengan pertanyaan penelitian. Indikasi saturasi dipantau secara berkelanjutan melalui matriks pengodean yang diperbarui setelah setiap sesi wawancara/FGD, sehingga jumlah informan akhir (20–25 orang) bersifat estimasi awal yang dapat disesuaikan dengan titik saturasi aktual di lapangan. Keabsahan data diuji menggunakan empat kriteria *trustworthiness* penelitian kualitatif menurut Lincoln dan Guba (1985), sebagai padanan kualitatif dari validitas dan reliabilitas pada penelitian kuantitatif:

- 1) Kredibilitas: dicapai melalui triangulasi sumber, metode, dan teori, serta *member checking* untuk mengonfirmasi interpretasi kepada informan.
- 2) Dependability: dicapai melalui *audit trail* berupa dokumentasi sistematis seluruh proses pengumpulan dan analisis data.
- 3) Confirmability: dicapai melalui *peer debriefing* dengan sesama peneliti/pakar untuk menguji objektivitas interpretasi dan meminimalkan bias peneliti.
- 4) Transferability: dicapai melalui deskripsi konteks penelitian secara kaya (*thick description*) agar pembaca dapat menilai relevansi temuan bagi konteks lain yang serupa.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

3.1.1 Karakteristik Informan dan Saturasi Data

Pengumpulan data melibatkan 23 informan yang dipilih secara *purposive* dari tujuh unsur *pentahelix*, sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Titik saturasi data tercapai pada wawancara/FGD ke-21, yang dikonfirmasi melalui dua sesi tambahan yang tidak lagi memunculkan kode, kategori, maupun tema baru yang relevan dengan pertanyaan penelitian. Dengan demikian, pengumpulan data dihentikan pada informan ke-23, konsisten dengan estimasi awal 20–25 informan pada bagian metode. Dari sisi karakteristik usaha, delapan informan pelaku UMKM halal mewakili sektor kuliner olahan (lima informan), kosmetik dan produk perawatan berbahan alami (dua informan), serta kerajinan berbasis bahan pangan (satu informan), dengan rentang lama usaha antara dua hingga dua belas tahun. Variasi sektor usaha ini penting untuk memastikan bahwa temuan penelitian tidak bias pada satu jenis usaha tertentu, mengingat kebutuhan pendampingan dan kompleksitas kepatuhan halal dapat berbeda antarsektor. Sebagai contoh, produk pangan olahan menuntut pengawasan bahan baku yang ketat, sedangkan produk kosmetik menuntut pengawasan proses produksi dan pengujian bahan tambahan. Dari sisi status sertifikasi, lima dari delapan pelaku UMKM halal telah memiliki sertifikat halal aktif, dua informan sedang dalam proses pengajuan melalui skema *self-declare*, dan satu informan belum memulai proses pengajuan karena keterbatasan pemahaman prosedur. Komposisi ini mencerminkan kondisi yang juga ditemukan pada kajian lain di Indonesia, yaitu bahwa keterbatasan pemahaman prosedural, kesiapan administratif, dan pendampingan dapat menjadi hambatan bagi pelaku usaha mikro dan kecil dalam mengakses sertifikasi halal (Fuadi *et al.*, 2022; Maulana *et al.*, 2024).

Tabel 1. Karakteristik Informan Penelitian (n = 23)

Unsur Pentahelix	Jumlah	Persentase
Pelaku UMKM Halal	8	34,8%
Akademisi (manajemen/ekonomi Islam)	3	13,0%
Pemerintah Daerah	2	8,7%
Pendamping Proses Halal (P3H)	3	13,0%
Pengelola Inkubator Bisnis	3	13,0%
Investor/Pelaku Pembiayaan	2	8,7%
Lembaga Sertifikasi Halal	2	8,7%
Total	23	100%

3.1.2 Hasil Open Coding

Analisis *open coding* terhadap transkrip wawancara, catatan FGD, hasil observasi, dan dokumen menghasilkan 47 label konsep awal. Label-label tersebut mencakup, antara lain, ungkapan informan mengenai "menunggu giliran mentor", "khawatir bahan baku tidak tersertifikasi", "sulit menjangkau pembeli di luar kabupaten", "tidak paham istilah teknis

pengajuan", "ingin ada asisten yang bisa ditanya kapan saja", dan "butuh bukti data sebelum berani menambah stok". Ungkapan-ungkapan tersebut selanjutnya dikelompokkan melalui *axial coding* ke dalam sepuluh dimensi kunci inkubasi cerdas berbasis AI, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sepuluh Dimensi Kunci ASHBI Framework

No	Dimensi	Deskripsi Ringkas
1	<i>AI-Based Smart Mentoring</i>	Pendampingan usaha berbasis chatbot/AI untuk mengatasi keterbatasan jumlah mentor manusia
2	<i>AI-Driven Halal Compliance Assistance</i>	Asistensi cerdas untuk pemantauan kepatuhan bahan dan proses produksi halal
3	<i>Intelligent Market Access & Business Matching</i>	Pencocokan pasar dan mitra bisnis berbasis algoritma
4	<i>Predictive Business Diagnostics</i>	Diagnosis kesehatan dan kesiapan bisnis berbasis data prediktif
5	<i>Digital Halal Certification Acceleration</i>	Percepatan proses administrasi sertifikasi halal melalui sistem digital
6	<i>AI-Enabled Financial & Investment Literacy</i>	Literasi keuangan dan akses pembiayaan berbantuan AI
7	<i>Data-Driven Decision Support</i>	Dukungan pengambilan keputusan usaha berbasis data operasional
8	<i>Pentahelix Digital Ecosystem Integration</i>	Integrasi platform digital yang menghubungkan aktor pentahelix
9	<i>Adaptive Capability Building</i>	Penguatan kapabilitas adaptif pelaku usaha terhadap perubahan pasar dan teknologi
10	<i>Sustainable Halal Business Scaling</i>	Dukungan penskalaan usaha halal secara berkelanjutan

Kesepuluh dimensi tersebut tidak muncul dengan bobot yang setara di antara ketujuh unsur *pentahelix*. Pelaku UMKM halal paling banyak menyinggung dimensi *Intelligent Market Access & Business Matching* dan *AI-Based Smart Mentoring* sebagai kebutuhan mendesak. Pendamping proses halal (P3H) dan lembaga sertifikasi halal lebih banyak menyoroti dimensi *Digital Halal Certification Acceleration* dan *AI-Driven Halal Compliance Assistance*. Pengelola inkubator bisnis dan akademisi cenderung menekankan dimensi *Data-Driven Decision Support* dan *Adaptive Capability Building* sebagai fondasi jangka panjang, sedangkan investor/pelaku pembiayaan lebih menyoroti dimensi *AI-Enabled Financial & Investment Literacy* sebagai prasyarat kelayakan pembiayaan. Variasi penekanan ini mengindikasikan bahwa kesepuluh dimensi bersifat saling melengkapi, bukan berdiri sendiri, dan kebutuhannya bergantung pada posisi aktor dalam ekosistem.

3.1.3 Hasil Axial Coding: Kategori Inti

Axial coding mengelompokkan sepuluh dimensi tersebut ke dalam empat kategori inti (*core categories*), sebagaimana dirangkum pada Tabel 3.

- 1) Kapabilitas Teknologi Cerdas, mencakup dimensi *AI-Based Smart Mentoring*, *Predictive Business Diagnostics*, dan *Data-Driven Decision Support*. Ketiganya secara bersama-sama merepresentasikan fungsi AI sebagai pengganti sebagian peran mentor manusia dalam memberikan panduan dan analisis berbasis data.
- 2) Kepatuhan dan Legalitas Halal, mencakup *AI-Driven Halal Compliance Assistance* dan *Digital Halal Certification Acceleration*. Keduanya merepresentasikan fungsi AI dalam memperkuat kepatuhan syariah sekaligus mempercepat proses administratif sertifikasi.
- 3) Ekosistem Kolaboratif Pentahelix, mencakup *Intelligent Market Access & Business Matching* dan *Pentahelix Digital Ecosystem Integration*. Keduanya merepresentasikan fungsi AI dalam menghubungkan UMKM dengan mitra bisnis dan aktor ekosistem lain secara lebih efisien.
- 4) Keberlanjutan Bisnis, mencakup *AI-Enabled Financial & Investment Literacy*, *Adaptive Capability Building*, dan *Sustainable Halal Business Scaling*. Ketiganya merepresentasikan fungsi AI dalam mendukung keberlangsungan usaha jangka panjang.

Tabel 3. Kategori Inti Hasil Axial Coding

Kategori Inti	Dimensi Penyusun	Fungsi Utama
Kapabilitas Teknologi Cerdas	AI-Based Smart Mentoring; Predictive Business Diagnostics; Data-Driven Decision Support	Menggantikan sebagian peran mentor manusia melalui pendampingan dan analisis berbasis data
Kepatuhan dan Legalitas Halal	AI-Driven Halal Compliance Assistance; Digital Halal Certification Acceleration	Memperkuat kepatuhan syariah dan mempercepat administrasi sertifikasi
Ekosistem Kolaboratif Pentahelix	Intelligent Market Access & Business Matching; Pentahelix Digital Ecosystem Integration	Menghubungkan UMKM dengan mitra bisnis dan aktor ekosistem secara efisien
Keberlanjutan Bisnis	AI-Enabled Financial & Investment Literacy; Adaptive Capability Building; Sustainable Halal Business Scaling	Mendukung keberlangsungan dan penskalaan usaha jangka panjang

Hubungan antarkategori inti bersifat saling memperkuat. Informan menegaskan bahwa penguatan *Kapabilitas Teknologi Cerdas* tanpa disertai penguatan *Kepatuhan dan Legalitas Halal* berisiko menghasilkan efisiensi operasional yang tidak diimbangi jaminan kepatuhan syariah. Sebaliknya, penguatan *Ekosistem Kolaboratif Pentahelix* tanpa *Keberlanjutan Bisnis* berisiko menghasilkan *business matching* yang tidak berkelanjutan, karena UMKM belum siap secara kapasitas produksi maupun literasi keuangan.

3.1.4 Hasil *Selective Coding*: ASHBI Framework

Selective coding mengintegrasikan keempat kategori inti tersebut menjadi satu kategori inti tunggal, yaitu *AI-Driven Smart Halal Business Incubation*, sebagai fenomena sentral. Mengikuti model paradigma Strauss dan Corbin (1998), struktur hubungan antarkategori dirumuskan sebagai berikut:

1) Kondisi kausal (*causal conditions*): keterbatasan mentor, akses pasar, dan kecepatan sertifikasi halal, yang secara konsisten disebut oleh mayoritas informan sebagai akar permasalahan yang mendorong kebutuhan akan inkubasi cerdas.

- 2) Konteks (*context*): karakteristik UMKM halal skala mikro dan kecil di wilayah berkembang seperti Kabupaten Deli Serdang, yang ditandai oleh keterbatasan modal, skala produksi rumah tangga, dan jangkauan pasar yang masih terbatas pada lingkup lokal.
- 3) Kondisi intervening (*intervening conditions*): tingkat literasi digital informan dan ketersediaan infrastruktur teknologi, yang memoderasi kecepatan dan kedalaman adopsi teknologi cerdas oleh masing-masing aktor.
- 4) Strategi aksi/interaksi (*action/interaction strategies*): adopsi keempat kategori inti secara bertahap oleh aktor *pentahelix*, dimulai dari dimensi yang dipersepsikan paling langsung memberikan manfaat ekonomi (seperti akses pasar), diikuti dimensi yang bersifat lebih struktural (seperti kepatuhan halal dan literasi keuangan).
- 5) Konsekuensi (*consequences*): peningkatan kapasitas inkubasi, percepatan sertifikasi, dan perluasan akses pasar UMKM halal, yang pada gilirannya diharapkan berkontribusi terhadap penguatan daya saing UMKM halal di Kabupaten Deli Serdang secara berkelanjutan.

Tabel 4. Pemetaan Kategori Inti ASHBI Framework terhadap Kerangka Teoretis

Kategori Inti	Kerangka Teoretis Terkait	Penjelasan Keterkaitan
Kapabilitas Teknologi Cerdas	Dynamic Capability Theory	Merepresentasikan kapasitas sensing dan seizing organisasi terhadap peluang teknologi
Kepatuhan dan Legalitas Halal	Resource Based View	Kepatuhan yang terjamin secara digital menjadi sumber daya bernilai dan sulit ditiru
Ekosistem Kolaboratif Pentahelix	Technology-Organization-Environment Framework	Interaksi antaraktor dipengaruhi oleh tekanan lingkungan dan dukungan kelembagaan
Keberlanjutan Bisnis	Technology Acceptance Model	Keberlanjutan adopsi ditentukan oleh persepsi manfaat jangka panjang bagi pelaku usaha

3.2 Pembahasan

Kondisi kausal yang teridentifikasi, yaitu keterbatasan mentor, akses pasar, dan kecepatan sertifikasi, menegaskan temuan sebelumnya bahwa inkubator bisnis konvensional di Sumatera Utara masih banyak mengandalkan pendampingan langsung dengan

kapasitas layanan yang terbatas. Hal ini sebagaimana ditemukan pada evaluasi efektivitas inkubator bisnis di Kota Medan (Arini *et al.*, 2018) dan kajian model pendampingan inkubator bisnis terhadap UKM di kota yang sama (Bismala *et al.*, 2019). Temuan ini juga sejalan dengan perspektif evolusi generasi inkubator

bisnis, yang menunjukkan pergeseran dari penyediaan ruang dan infrastruktur fisik menuju layanan bernilai tambah, jejaring, dan dukungan yang lebih intensif (Bruneel *et al.*, 2012). Pada UMKM halal, kendala sertifikasi yang dirasakan informan, terutama rendahnya literasi prosedural dan keterbatasan pendampingan teknis, konsisten dengan temuan di wilayah lain di Indonesia (Fuadi *et al.*, 2022; Kusumaningtyas *et al.*, 2024; Maulana *et al.*, 2024). Konsistensi temuan lintas wilayah ini memperkuat argumen bahwa kendala struktural pengembangan UMKM halal bukan semata persoalan lokal Kabupaten Deli Serdang. Kendala tersebut berkaitan dengan kematangan ekosistem pendukung, akses informasi, dan kapasitas pendampingan. Kondisi intervening berupa literasi digital dan ketersediaan infrastruktur sejalan dengan *Technology-Organization-Environment Framework*, yang menekankan bahwa kesiapan adopsi teknologi ditentukan oleh interaksi antara faktor teknologi, karakteristik organisasi, dan tekanan lingkungan eksternal (Tornatzky & Fleischer, 1990). Pada level teknologi, informan menilai bahwa aplikasi AI yang sederhana dan berbasis percakapan (*chatbot*) lebih mudah diterima dibandingkan sistem analitik yang kompleks. Pada level organisasi, UMKM dengan skala usaha lebih besar dan telah memiliki sertifikat halal cenderung lebih terbuka terhadap adopsi teknologi analitik dibandingkan UMKM yang baru merintis.

Pada level lingkungan, dukungan kebijakan pemerintah daerah dan ketersediaan pendampingan teknis dari lembaga sertifikasi turut memengaruhi kepercayaan diri informan untuk mencoba teknologi baru. Kesiapan informan menerima AI dalam proses inkubasi juga merefleksikan *Technology Acceptance Model* (Davis, 1989). Persepsi kemanfaatan (*perceived usefulness*) dinilai lebih tinggi pada dimensi yang berdampak langsung pada pendapatan (*Intelligent Market Access*) dibandingkan dimensi yang dianggap lebih teknis (*Predictive Business Diagnostics*). Sementara itu, persepsi kemudahan penggunaan (*perceived ease of use*) menjadi penentu penting kesiapan pelaku UMKM mengadopsi teknologi tersebut. Pola ini konsisten dengan kajian tentang adopsi AI pada UMKM, yang menempatkan kesiapan organisasi, keterampilan, infrastruktur, kualitas data, dan dukungan eksternal sebagai faktor penting, serta mendorong penerapan secara

bertahap sesuai kapasitas usaha (Sánchez *et al.*, 2025; Yesuf & Fields, 2025). Temuan ini juga relevan dengan studi Karyani *et al.* (2024) yang menelaah penerimaan sertifikasi halal berbasis *blockchain* dari perspektif konsumen dan regulator. Studi tersebut menunjukkan pentingnya faktor penerimaan teknologi dan kepercayaan dalam digitalisasi sistem sertifikasi halal. Sepuluh dimensi yang teridentifikasi pada Tabel 3 dapat dipahami sebagai sumber daya strategis dalam perspektif *Resource-Based View* (Barney, 1991). Sumber daya tersebut bersifat bernilai, langka, sulit ditiru, dan sulit disubstitusi, sehingga berpotensi menjadi basis keunggulan bersaing UMKM halal apabila dikelola secara terintegrasi. Dimensi *AI-Driven Halal Compliance Assistance* dan *Digital Halal Certification Acceleration* memperluas kajian mengenai penerapan teknologi digital dan AI pada kepatuhan, autentikasi, serta ketertelusuran rantai pasok halal (Riani *et al.*, 2025; Nawaz *et al.*, 2025; Sunmola *et al.*, 2025). Dimensi tersebut juga selaras dengan kajian integrasi AI dan prinsip kepatuhan syariah dalam proses produksi halal (Mahmud *et al.*, 2025). Penelitian ini menautkan perkembangan tersebut secara eksplisit dengan fungsi inkubasi bisnis bagi UMKM mikro dan kecil. Sebaliknya, literatur sertifikasi halal sebelumnya lebih banyak membahas aspek implementasi, kesiapan, dan kendala sertifikasi secara umum (Fuadi *et al.*, 2022; Maulana *et al.*, 2024).

Dimensi *Adaptive Capability Building* sejalan dengan *Dynamic Capability Theory* (Teece *et al.*, 1997), yang menekankan kapasitas organisasi untuk melakukan *sensing*, *seizing*, dan *transforming* terhadap perubahan lingkungan bisnis dan teknologi. Informan yang telah mengalami transformasi digital secara bertahap, mulai dari penggunaan media sosial untuk pemasaran hingga aplikasi pencatatan keuangan sederhana, menunjukkan pola kapabilitas adaptif. Pola ini konsisten dengan pentingnya kemampuan UMKM untuk merespons perubahan lingkungan dan memanfaatkan teknologi digital (Hardilawati, 2020; Bahasoan *et al.*, 2024; Gyamerah *et al.*, 2025). Temuan tersebut menegaskan bahwa transformasi digital UMKM lebih tepat dipahami sebagai proses bertahap yang memerlukan pembelajaran, kesiapan organisasi, dan penguatan kapabilitas secara berkelanjutan.

Tabel 5. Pemetaan Sepuluh Dimensi ASHBI terhadap Kerangka Teoretis

Dimensi	Kerangka Teoretis	Rasionalisasi Singkat
AI-Based Smart Mentoring	TAM	Diterima berdasarkan persepsi kemudahan penggunaan chatbot pendampingan
AI-Driven Halal Compliance Assistance	RBV	Kepatuhan terjamin menjadi sumber daya langka dan bernilai bagi UMKM halal

Intelligent Market Access & Business Matching	TAM	Persepsi kemanfaatan tertinggi karena berdampak langsung pada pendapatan
Predictive Business Diagnostics	DCT	Mendukung fungsi sensing organisasi terhadap kondisi bisnis
Digital Halal Certification Acceleration	TOE	Adopsi dipengaruhi tekanan regulasi dan dukungan lembaga sertifikasi
AI-Enabled Financial & Investment Literacy	RBV	Literasi keuangan berbantuan AI menjadi sumber daya strategis bagi kelayakan usaha
Data-Driven Decision Support	DCT	Mendukung fungsi seizing melalui keputusan berbasis data operasional
Pentahelix Digital Ecosystem Integration	TOE	Bergantung pada karakteristik organisasi dan tekanan lingkungan kelembagaan
Adaptive Capability Building	DCT	Merepresentasikan fungsi transforming terhadap perubahan pasar dan teknologi
Sustainable Halal Business Scaling	RBV & DCT	Penskalaan berkelanjutan memerlukan sumber daya bernilai sekaligus kapabilitas adaptif

Kategori inti *AI-Driven Smart Halal Business Incubation* yang dihasilkan melalui *selective coding* menjawab kesenjangan penelitian yang diidentifikasi pada bagian Pendahuluan, yaitu belum tersedianya model inkubasi yang mengintegrasikan kecerdasan buatan, inkubasi bisnis cerdas, ekosistem digital, dan ekosistem halal secara koheren. *ASHBI Framework* memposisikan empat kategori inti, yakni *Kapabilitas Teknologi Cerdas*, *Kepatuhan dan Legalitas Halal*, *Ekosistem Kolaboratif Pentahelix*, dan *Keberlanjutan Bisnis*, sebagai pilar yang saling terhubung, dengan literasi digital dan infrastruktur teknologi sebagai kondisi *intervening* yang menentukan kecepatan adopsi. Secara operasional, *ASHBI Framework* dapat dibayangkan sebagai model inkubasi berlapis (*layered incubation model*) yang bergerak dari tahap diagnosis bisnis berbasis AI, memanfaatkan dimensi *Predictive Business Diagnostics* dan *Data-Driven Decision Support*, dilanjutkan tahap pendampingan dan kepatuhan yang memanfaatkan dimensi *AI-Based Smart Mentoring* dan *AI-Driven Halal Compliance Assistance*, tahap akselerasi sertifikasi dan pembiayaan yang memanfaatkan dimensi *Digital Halal Certification Acceleration* dan *AI-Enabled Financial & Investment Literacy*, hingga tahap perluasan pasar dan penskalaan usaha yang memanfaatkan dimensi *Intelligent Market Access & Business Matching*, *Pentahelix Digital Ecosystem Integration*, *Adaptive Capability Building*, dan *Sustainable Halal Business Scaling*. Urutan tahapan ini tidak bersifat kaku dan linear, melainkan *iteratif*, karena UMKM dapat kembali ke tahap diagnosis ketika menghadapi perubahan pasar atau regulasi yang signifikan. Secara teoretis, temuan ini memperkaya diskursus etika dan tata kelola AI dalam industri halal, yang selama ini banyak membahas prinsip etika AI secara umum (Jobin *et al.*, 2019) maupun aplikasi teknis untuk autentikasi, ketertelusuran, dan kepatuhan rantai pasok halal (Riani *et al.*, 2025; Nawaz *et al.*, 2025; Sunmola *et al.*, 2025). Penelitian ini menambahkan perspektif

inkubasi bagi UMKM mikro dan kecil, dengan menempatkan teknologi cerdas sebagai mekanisme pendampingan, diagnosis, akses pasar, dan penguatan ekosistem, bukan semata sebagai perangkat teknis pada rantai pasok. Penelitian ini memberikan sejumlah implikasi teoretis. Pertama, penelitian ini memperluas aplikasi *Resource-Based View* dan *Dynamic Capability Theory* dari konteks perusahaan besar ke konteks UMKM halal berskala mikro dan kecil, dengan menunjukkan bahwa sumber daya teknologi cerdas dapat menjadi basis keunggulan bersaing meskipun diterapkan pada skala usaha yang terbatas. Kedua, penelitian ini memperkaya penerapan *TOE Framework* dan *TAM* dengan mengidentifikasi bahwa pada konteks UMKM halal, faktor kepatuhan syariah menjadi dimensi tambahan yang memengaruhi kesiapan organisasi maupun persepsi kemanfaatan teknologi, yaitu dimensi yang tidak dibahas secara eksplisit pada formulasi asli kedua teori tersebut. Ketiga, *ASHBI Framework* menawarkan sintesis baru yang menghubungkan literatur inkubasi bisnis konvensional dengan literatur AI-halal yang selama ini berkembang secara paralel tanpa banyak persinggungan. Secara praktis, bagi BPJPH dan pemerintah daerah, *ASHBI Framework* dapat menjadi acuan untuk mengintegrasikan layanan sertifikasi digital ke dalam program inkubasi, misalnya dengan menghubungkan sistem SIHALAL dengan platform inkubasi bisnis daerah agar proses pengajuan dan pendampingan berjalan dalam satu ekosistem digital yang sama. Bagi perguruan tinggi dan pengelola inkubator bisnis, terutama yang telah berpengalaman mengelola inkubator konvensional seperti di Kota Medan (Arini, Badarrudin, & Kariono, 2018; Bismala, Andriany, & Siregar, 2019), kerangka ini menawarkan peta jalan menuju model pendampingan berbasis AI yang lebih terjangkau, dengan tetap mempertahankan pendampingan tatap muka bagi UMKM yang literasi digitalnya masih rendah. Bagi investor dan lembaga pembiayaan, kerangka ini

menyediakan basis indikator berbasis data untuk mengidentifikasi UMKM halal yang siap menerima dukungan pembiayaan, sehingga asimetri informasi yang selama ini menjadi kendala pembiayaan UMKM dapat berkurang. Bagi pelaku UMKM halal, kerangka ini menegaskan pentingnya membangun literasi digital secara bertahap agar dimensi-dimensi inkubasi cerdas dapat dimanfaatkan secara optimal.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa inkubasi bisnis UMKM halal di Kabupaten Deli Serdang masih menghadapi kendala struktural berupa keterbatasan mentor, akses pasar, dan kecepatan sertifikasi halal, serta rendahnya pemanfaatan *Artificial Intelligence* dalam proses inkubasi. Melalui analisis *grounded theory* model Strauss dan Corbin, penelitian ini mengidentifikasi sepuluh dimensi kunci inkubasi cerdas berbasis AI. Kesepuluh dimensi tersebut tersintesis ke dalam empat kategori inti, yaitu *Kapabilitas Teknologi Cerdas*, *Kepatuhan dan Legalitas Halal*, *Ekosistem Kolaboratif Pentahelix*, dan *Keberlanjutan Bisnis*, serta selanjutnya diintegrasikan menjadi satu kerangka konseptual baru, yakni *AI-Driven Smart Halal Business Incubation Framework* (ASHBI Framework). Menjawab keempat pertanyaan penelitian, dapat disimpulkan bahwa pertama, kondisi eksisting inkubasi bisnis UMKM halal di Kabupaten Deli Serdang masih bertumpu pada pendampingan konvensional dengan kapasitas mentor yang terbatas. Kedua, kebutuhan dan kesiapan adopsi AI bervariasi antaraktor, dengan persepsi kemanfaatan tertinggi pada dimensi yang berdampak langsung terhadap pendapatan. Ketiga, sepuluh dimensi inkubasi cerdas berbasis AI teridentifikasi sebagai sumber daya strategis yang saling melengkapi. Keempat, kesepuluh dimensi tersebut dapat disintesis menjadi model konseptual *ASHBI Framework* yang mengintegrasikan kondisi kausal, konteks, kondisi *intervening*, strategi aksi/interaksi, dan konsekuensi dalam satu kerangka yang koheren. Penelitian ini berkontribusi dengan mengintegrasikan *Resource-Based View*, *Dynamic Capability Theory*, *Technology-Organization-Environment Framework*, dan *Technology Acceptance Model* ke dalam satu model inkubasi bisnis halal yang komprehensif. Dengan demikian, penelitian ini menjawab kesenjangan literatur pada titik pertemuan antara kecerdasan buatan, inkubasi bisnis cerdas, ekosistem digital, dan ekosistem halal yang selama ini belum banyak dikaji secara terintegrasi. Secara praktis, *ASHBI Framework* memberikan panduan bagi pemerintah daerah dan BPJPH, perguruan tinggi dan pengelola inkubator bisnis, investor/lembaga pembiayaan, serta

pelaku UMKM halal dalam mengembangkan layanan inkubasi yang lebih adaptif, efektif, dan berkelanjutan. Mengingat sifat penelitian yang eksploratif-kualitatif dan terbatas pada konteks Kabupaten Deli Serdang, penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji dan memvalidasi *ASHBI Framework* secara kuantitatif-konfirmatori pada cakupan wilayah yang lebih luas. Penelitian lanjutan juga perlu mengembangkan indikator operasional yang terukur bagi masing-masing dimensi, serta mengeksplorasi lebih lanjut aspek biaya implementasi dan tata kelola etika AI, agar kerangka ini dapat diadopsi secara bertanggung jawab oleh pemangku kepentingan terkait.

5. Daftar Pustaka

- Arini, H., Badarrudin, B., & Kariono, K. (2018). Efektivitas inkubator bisnis dalam pelaksanaan pembinaan usaha masyarakat kecil menengah. *Jurnal Administrasi Publik (Public Administration Journal)*, 8(1), 1–17. <https://doi.org/10.31289/jap.v8i1.1575>.
- Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH). (2025). *Laporan kinerja Kepala Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal: Periode Oktober 2024 s.d. Juni 2025*. BPJPH Republik Indonesia.
- Bahasoan, A. N., Nur Qamariah S, Wahdaniah, Indayani B, & Azis, M. S. (2024). Transformasi digital pada UMKM: Penggerak pertumbuhan ekonomi dan inklusi di negara berkembang. *Jurnal Indragiri Penelitian Multidisiplin*, 5(1), 9–19. <https://doi.org/10.58707/jipm.v5i1.1085>.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Bismala, L., Andriany, D., & Siregar, G. (2019). Model pendampingan inkubator bisnis terhadap usaha kecil dan menengah (UKM) di Kota Medan. *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan*, 1(1), 38–44. <https://doi.org/10.30596/snk.v1i1.3574>.
- Bruneel, J., Ratinho, T., Clarysse, B., & Groen, A. (2012). The evolution of business incubators: Comparing demand and supply of business incubation services across different incubator generations. *Technovation*, 32(2), 110–121. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.11.003>.

- Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. SAGE Publications.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>.
- Fuadi, Soemitra, A., & Nawawi, Z. M. (2022). Studi literatur implementasi sertifikasi halal produk UMKM. *Jurnal EMT KITA*, 6(1), 118–125. <https://doi.org/10.35870/emt.v6i1.541>.
- Glaser, B. G. (1978). *Theoretical sensitivity: Advances in the methodology of grounded theory*. Sociology Press.
- Gyamerah, S., Afshari, L., & Asante, D. (2025). Digital transformation in the SME context: The nexus between leadership, digital capabilities and digital strategy. *International Small Business Journal*, 43(3), 303–328. <https://doi.org/10.1177/02662426251314108>.
- Hardilawati, W. L. (2020). Strategi bertahan UMKM di tengah pandemi Covid-19. *Jurnal Akuntansi dan Ekonomika*, 10(1), 89–98. <https://doi.org/10.37859/jae.v10i1.1934>.
- Idris, R., Ali Tareq, M., Pehin Dato Musa, S. F., & Sumardi, W. H. (2025). Past, present, future: Opportunities and challenges for the halal industry. In R. Idris, M. Ali Tareq, S. F. Pehin Dato Musa, & W. H. Sumardi (Eds.), *The Halal Industry in Asia* (pp. 3–23). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-96-0393-0_1.
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1, 389–399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>.
- Karyani, E., Geraldina, I., Haque, M. G., & Zahir, A. (2024). Intention to adopt a blockchain-based halal certification: Indonesia consumers and regulatory perspective. *Journal of Islamic Marketing*, 15(7), 1766–1782. <https://doi.org/10.1108/JIMA-03-2023-0069>.
- Kusumaningtyas, D. P., Arrozi, F., Ma'ula, F., & Syahidin, M. R. (2024). Urgensi sertifikasi halal dan dampaknya terhadap UMKM: Studi kasus pada UMKM Sedap T-Rasya Lamongan. *Jesya (Jurnal Ekonomi dan Ekonomi Syariah)*, 7(1), 998–1010. <https://doi.org/10.36778/jesya.v7i1.1509>.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE Publications.
- Mahmud, M. S., AbdulKareem, I. A., Chuan, O. Y., Hamid, M. S., & Hamid, O. A. (2025). Artificial intelligence (AI) integration of Shariah compliance in halal meat production through advanced manufacturing by laser. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 9(10), 6824–6838. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2025.910000558>.
- Maulana, H., Labolo, S. N. S. D., Jamal, M., & Syamsuri, S. (2024). Halal certification for MSEs in Indonesia: How business duration drives legal awareness. *Share: Jurnal Ekonomi dan Keuangan Islam*, 13(2), 607–635. <https://doi.org/10.22373/share.v13i2.22907>.
- Nawaz, A., Afzal, A., Khatibi, A., Shankar, A., Madan, H., Faisal, H. S., Shahbaz, A., Usman, I., Zulfikar, N., Saeed, F., Ahmed, A., Imran, A., Afzaal, M., Karni, A., Ahmed, F., Akram, N., Rasheed, M., & Islam, F. (2025). Role of artificial intelligence in halal authentication and traceability: A concurrent review. *Food Control*, 169, Article 111003. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.111003>.
- Riani, R., Ikhwan, I., & Rusydiana, A. S. (2025). Integrating technological innovation in the halal industry: An analysis using PRISMA. *Jurnal Ekonomi & Keuangan Islam*, 11(1), 61–79. <https://doi.org/10.20885/JEKI.vol11.iss1.art5>.
- Sánchez, E., Calderón, R., & Herrera, F. (2025). Artificial intelligence adoption in SMEs: Survey based on TOE–DOI framework, primary methodology and challenges. *Applied Sciences*, 15(12), Article 6465. <https://doi.org/10.3390/app15126465>.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Sunmola, F., Baryannis, G., Tan, A., Co, K., & Papadakis, E. (2025). Holistic framework for blockchain-based halal compliance in supply chains enabled by artificial intelligence. *Systems*, 13(1), Article 21. <https://doi.org/10.3390/systems13010021>.

- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533.
- Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990). *The processes of technological innovation*. Lexington Books.
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144.
<https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>.
- Yesuf, Y., & Fields, Z. (2025). Artificial intelligence adoption as a driver of innovation and competitiveness in SMEs: A bibliometric and systematic review [Version 1; peer review: 2 approved]. *F1000Research*, 14, Article 1187.
<https://doi.org/10.12688/f1000research.17149.4.1>.