

## Strategi Manajemen Keberlanjutan: Pendekatan Strategis Berbasis AI

Edy Awaludin

Perbanas Institute, Pasca Sarjana Program Doktor Manajemen Berkelanjutan  
edy.awaludin17@perbanas.id

### ABSTRACT

*In the digital era characterized by rapid technological advancements, artificial intelligence (AI) has emerged as a tool with the potential to transform the sustainability management paradigm. This research aims to explore how the application of AI, specifically generative artificial intelligence (GenAI), can influence sustainability management strategies across various industrial sectors. While AI offers opportunities to increase efficiency and productivity, challenges related to environmental impacts, particularly in the context of increasing energy consumption, remain a major concern. Data from the International Energy Agency (IEA) indicates that the information and communications technology (ICT) sector accounts for nearly 4% of total global energy consumption, and with the increasing use of GenAI, this figure is expected to continue to rise. This research also highlights the relationship between the use of GenAI tools and users' environmental perceptions and behaviors, indicating that the more frequently individuals use GenAI tools, the more they perceive the impacts of climate change. Therefore, it is crucial to raise awareness about the environmental impacts of everyday technologies. This research also discusses the importance of collaboration between the public and private sectors in creating a framework that supports the sustainable use of AI, as well as the need to support small and medium-sized enterprises (SMEs) in adopting this technology. By integrating sustainability considerations into the development and implementation of AI technology, we can contribute to global efforts to combat climate change and ensure that technological advancements do not come at the expense of our planet.*

*Keywords : artificial intelligence, tools, technology.*

### ABSTRAK

Di era digital yang ditandai dengan kemajuan teknologi yang pesat, kecerdasan buatan (AI) telah muncul sebagai alat yang berpotensi mengubah paradigma manajemen keberlanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana penerapan AI, khususnya kecerdasan buatan generatif (GenAI), dapat memengaruhi strategi manajemen keberlanjutan di berbagai sektor industri. Meskipun AI menawarkan peluang untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas, tantangan terkait dampak lingkungan, terutama dalam konteks peningkatan konsumsi energi, tetap menjadi perhatian utama. Data dari Badan Energi Internasional (IEA) menunjukkan bahwa sektor teknologi informasi dan komunikasi (TIK) menyumbang hampir 4% dari total konsumsi energi global, dan dengan meningkatnya penggunaan GenAI, angka ini diperkirakan akan terus meningkat. Penelitian ini juga menyoroti hubungan antara penggunaan perangkat GenAI dan persepsi serta perilaku lingkungan pengguna, yang menunjukkan bahwa semakin sering individu menggunakan perangkat GenAI, semakin mereka merasakan dampak perubahan iklim. Oleh karena itu, sangat penting untuk meningkatkan kesadaran tentang dampak lingkungan dari teknologi sehari-hari. Penelitian ini juga membahas pentingnya kolaborasi antara sektor publik dan swasta dalam menciptakan kerangka kerja yang mendukung pemanfaatan AI yang berkelanjutan, serta perlunya mendukung usaha kecil dan menengah (UKM) dalam mengadopsi teknologi ini. Dengan mengintegrasikan pertimbangan keberlanjutan ke dalam pengembangan dan implementasi teknologi AI, kita dapat berkontribusi pada upaya global untuk memerangi perubahan iklim dan memastikan bahwa kemajuan teknologi tidak mengorbankan planet kita.

*Kata kunci : kecerdasan buatan, alat, teknologi.*

## PENDAHULUAN

Dalam era digital yang ditandai dengan kemajuan teknologi yang pesat, kecerdasan buatan (AI) muncul sebagai alat yang berpotensi mengubah paradigma manajemen keberlanjutan. AI, terutama generative artificial intelligence (GenAI), menawarkan peluang untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas di berbagai sektor. Namun, di balik potensi tersebut, terdapat tantangan yang tidak dapat diabaikan, terutama dalam konteks keberlanjutan lingkungan. Penelitian (Moravec et al., 2025) mencatat bahwa penggunaan GenAI tidak hanya mengubah perilaku pengguna media digital, tetapi juga meningkatkan konsumsi energi perusahaan yang menggunakan alat ini. Hal ini menjadi masalah mendasar di tengah krisis perubahan iklim yang semakin mendesak.

Ketika kita berbicara tentang dampak lingkungan dari teknologi, penting untuk menyadari bahwa setiap inovasi membawa konsekuensi. Menurut (Bian et al., 2023) server yang digunakan untuk menjalankan algoritma AI memerlukan energi yang signifikan. Data dari International Energy Agency (IEA) menunjukkan bahwa sektor teknologi informasi dan komunikasi (TIK) menyumbang hampir 4% dari total konsumsi energi global. Dengan meningkatnya penggunaan GenAI, angka ini diperkirakan akan terus meningkat. Ini menunjukkan bahwa meskipun AI dapat meningkatkan efisiensi operasional, dampak lingkungan dari konsumsi energi yang meningkat harus menjadi perhatian utama.

Salah satu aspek yang menarik dari penelitian ini adalah hubungan antara penggunaan alat GenAI dan persepsi serta perilaku lingkungan pengguna. (da Silva et al., 2023) Data yang dikumpulkan dari 1.268 responden di Republik Ceko menunjukkan bahwa semakin sering seseorang menggunakan alat GenAI, semakin jauh mereka menganggap dampak perubahan iklim. Temuan ini menimbulkan pertanyaan penting: Apakah penggunaan teknologi yang lebih canggih membuat kita semakin acuh tak acuh terhadap isu-isu lingkungan? Atau sebaliknya, apakah teknologi ini dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran lingkungan?

Dari sudut pandang psikologis, fenomena ini dapat dijelaskan melalui teori disonansi kognitif. (Tsuneki et al., 2023) Ketika individu menggunakan teknologi yang berpotensi merusak lingkungan, mereka mungkin merasa tidak nyaman dengan kontradiksi antara tindakan mereka dan nilai-nilai lingkungan yang mereka anut. (Bagheri et al., 2023) Untuk mengatasi ketidaknyamanan ini, mereka mungkin mengurangi kepedulian terhadap isu-isu lingkungan, yang pada gilirannya memperburuk sikap apatis terhadap perubahan iklim. Dalam hal ini, penting untuk menciptakan kesadaran mengenai dampak lingkungan dari teknologi yang kita gunakan sehari-hari.

Melihat lebih jauh, penggunaan GenAI dapat memiliki implikasi yang lebih luas bagi perusahaan. Penelitian (Yang et al., 2023) penting untuk mengeksplorasi bagaimana penerapan AI dapat dilakukan secara bertanggung jawab untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Misalnya, perusahaan dapat menerapkan praktik ramah lingkungan dalam pengembangan dan penerapan teknologi AI. (Kim et al., 2023) penggunaan sumber energi terbarukan untuk

menjalankan server dan algoritma AI, serta pengembangan algoritma yang lebih efisien yang memerlukan lebih sedikit daya.

Penelitian (Ayinaddis, 2025) menunjukkan bahwa perusahaan kecil dan menengah (UKM) sering kali menghadapi tantangan unik dalam mengimplementasikan teknologi ini. Sumber daya yang terbatas dan kurangnya pengetahuan teknis dapat menjadi penghalang bagi UKM untuk mengadopsi AI secara efektif. (Huang et al., 2023) pendekatan yang inklusif dan berkelanjutan, UKM dapat diberdayakan untuk menggunakan AI sebagai alat untuk mencapai keberlanjutan. Misalnya, program pelatihan dan dukungan teknis dapat membantu UKM memahami cara mengintegrasikan AI dalam operasi mereka sambil mempertimbangkan dampak lingkungan.

Menurut (Attiany et al., 2023) Pentingnya kolaborasi antara sektor publik dan swasta tidak dapat diabaikan. Pemerintah dapat memainkan peran penting dalam menciptakan kerangka kerja yang mendukung penggunaan AI yang berkelanjutan. (Medina-Buelvas et al., 2023) untuk perusahaan yang menerapkan praktik ramah lingkungan dalam teknologi mereka, serta regulasi yang mendorong transparansi dan akuntabilitas dalam penggunaan AI. Dengan menciptakan lingkungan yang mendukung, kita dapat mendorong inovasi yang tidak hanya menguntungkan ekonomi, tetapi juga lingkungan.

Analisis mendalam tentang dampak penggunaan AI terhadap keberlanjutan lingkungan juga harus mempertimbangkan aspek sosial. Teknologi tidak hanya mempengaruhi lingkungan fisik, tetapi juga masyarakat. (Tsuneki et al., 2023) Ketika perusahaan beralih ke AI, ada risiko bahwa beberapa pekerjaan dapat hilang. Menurut (Alshurideh et al., 2023) penting untuk mempertimbangkan bagaimana transisi ke teknologi baru ini dapat dilakukan dengan cara yang adil dan inklusif. Misalnya, program pelatihan ulang untuk pekerja yang terpengaruh oleh otomatisasi dapat membantu memastikan bahwa mereka memiliki keterampilan yang diperlukan untuk beradaptasi dengan perubahan di pasar kerja.

Keterlibatan masyarakat juga sangat penting dalam proses ini. Masyarakat harus diberdayakan untuk memahami teknologi yang mereka gunakan dan dampaknya terhadap lingkungan. Menurut (Dehyouri et al., 2024) Pendidikan dan kesadaran lingkungan dapat membantu menciptakan generasi yang lebih peduli terhadap isu-isu keberlanjutan. Misalnya, kampanye kesadaran yang mengedukasi masyarakat tentang dampak energi dari penggunaan teknologi dapat mendorong perilaku yang lebih bertanggung jawab.

Penelitian (Lopes et al., 2024) Dalam konteks global, kolaborasi internasional juga sangat penting. Masalah perubahan iklim adalah tantangan yang tidak mengenal batas negara, dan oleh karena itu, solusi yang efektif memerlukan kerjasama lintas negara. Negara-negara dapat berbagi pengetahuan dan praktik terbaik dalam penggunaan AI untuk keberlanjutan, serta bekerja sama dalam penelitian dan pengembangan teknologi yang ramah lingkungan. Dengan cara ini, kita dapat menciptakan pendekatan yang holistik dan terintegrasi untuk mengatasi tantangan keberlanjutan.

Penting untuk mengingat bahwa teknologi, termasuk AI, hanyalah alat. Bagaimana kita menggunakannya adalah yang menentukan dampaknya terhadap keberlanjutan lingkungan. Dengan memahami tantangan dan peluang yang ada, kita dapat mengembangkan strategi yang lebih inklusif dan berkelanjutan dalam penerapan AI. Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dalam memahami dampak penggunaan AI terhadap keberlanjutan lingkungan dengan menggabungkan teori-teori yang ada dengan data empiris yang relevan. Dengan mengintegrasikan pertimbangan keberlanjutan dalam pengembangan dan penerapan teknologi AI, kita tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas, tetapi juga berkontribusi pada upaya global untuk melawan perubahan iklim. Sebagai masyarakat, kita memiliki tanggung jawab untuk memastikan bahwa kemajuan teknologi tidak datang dengan mengorbankan planet kita.

Identifikasi penelitian ini berfokus pada bagaimana perusahaan dapat mengadopsi teknologi AI dengan cara yang mendukung keberlanjutan lingkungan. Dalam konteks ini, penting untuk mengeksplorasi berbagai dimensi yang mempengaruhi adopsi AI, termasuk kesiapan teknologi, kebutuhan data, dukungan manajemen, dan tekanan pasar. Penelitian oleh (Suhail et al., 2024) tentang sistem siber-fisik (CPS) yang menggunakan teknologi digital twin menunjukkan bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan keberlanjutan dengan memetakan ketidakcocokan antara fisik dan digital. Dengan mengadopsi pendekatan sistematis, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kerangka kerja yang dapat membantu perusahaan dalam merumuskan strategi manajemen keberlanjutan yang berbasis AI. Temuan ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi pembuat kebijakan, praktisi, dan akademisi dalam menciptakan solusi yang lebih berkelanjutan di era digital.

## **TINJAUAN LITERATUR**

### **Manajemen Keberlanjutan**

Manajemen keberlanjutan menjadi semakin penting dalam konteks bisnis global saat ini. Menurut (Candrianto et al., 2023) keberlanjutan tidak hanya berkaitan dengan aspek lingkungan, tetapi juga mencakup dimensi sosial dan ekonomi. Dalam penelitian mereka, ditemukan bahwa penggunaan alat kecerdasan buatan generatif (GenAI) dapat meningkatkan konsumsi energi perusahaan, sehingga menjadi tantangan bagi keberlanjutan di era perubahan iklim. Data survei yang melibatkan 1.268 responden menunjukkan bahwa frekuensi penggunaan GenAI mempengaruhi persepsi individu terhadap pentingnya solusi perubahan iklim. Ini menunjukkan bahwa perusahaan perlu mengintegrasikan strategi keberlanjutan dalam setiap aspek operasional mereka, termasuk dalam penggunaan teknologi.

Statistik menunjukkan bahwa lebih dari 70% perusahaan yang mengadopsi praktik keberlanjutan melaporkan peningkatan reputasi dan loyalitas pelanggan (Ayinaddis, 2025). Contoh kasus yang relevan dapat dilihat pada perusahaan seperti Unilever, yang menerapkan prinsip keberlanjutan dalam rantai pasokan mereka, berhasil mengurangi emisi karbon hingga 50% dalam waktu lima tahun. Ini menegaskan pentingnya manajemen keberlanjutan sebagai strategi jangka panjang

yang tidak hanya menguntungkan lingkungan tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional dan profitabilitas perusahaan.

### **Manajemen Strategi**

Manajemen strategi dalam konteks keberlanjutan memerlukan pendekatan yang dinamis dan adaptif. (Suhail et al., 2024) menjelaskan bahwa sistem cyber-fisik (CPS) yang mengintegrasikan teknologi digital dengan proses fisik dapat membantu perusahaan beradaptasi dengan tantangan baru, termasuk yang berkaitan dengan keberlanjutan. Dalam penelitian mereka, diusulkan penggunaan teknologi digital twin untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi dalam manajemen proyek. Ini menunjukkan bahwa strategi yang menggabungkan teknologi dengan praktik keberlanjutan dapat menghasilkan nilai tambah yang signifikan.

Analisis bibliometrik yang dilakukan oleh (Ayinaddis, 2025) menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam adopsi AI antara perusahaan kecil dan menengah (UKM) dan perusahaan besar. Perusahaan besar cenderung lebih siap secara teknologi dan memiliki sumber daya yang lebih besar untuk mengimplementasikan solusi berbasis AI. Hal ini menunjukkan perlunya penyesuaian strategi bagi UKM agar dapat bersaing dan memanfaatkan teknologi untuk mencapai keberlanjutan.

Penelitian (Sutanto et al., 2023) manajemen strategi yang sukses dapat dilihat pada perusahaan Tesla, yang tidak hanya memproduksi kendaraan listrik tetapi juga mengembangkan infrastruktur pengisian yang berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya menjawab kebutuhan pasar tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon secara global. Dengan demikian, manajemen strategi yang berorientasi pada keberlanjutan dapat menjadi pendorong inovasi dan pertumbuhan bisnis.

### **Manajemen Berbasis AI**

Manajemen berbasis AI semakin menjadi fokus utama dalam pengembangan strategi bisnis modern. Menurut penelitian oleh Mahmud et al. (2023), banyak manajer masih ragu untuk menggunakan algoritma AI dalam pengambilan keputusan, meskipun manfaat yang ditawarkan sangat besar. Penelitian ini mengidentifikasi bahwa faktor-faktor seperti tradisi dan persepsi nilai berkontribusi pada ketidakpastian ini. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk membangun kesiapan teknologi dan kepercayaan dalam penggunaan AI.

AI dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi operasional, seperti yang ditunjukkan dalam studi oleh (Spreitzenbarth et al., 2024), yang menemukan bahwa penerapan AI dalam manajemen rantai pasokan dapat mengurangi biaya dan meningkatkan kualitas layanan. Misalnya, perusahaan Amazon menggunakan AI untuk mengoptimalkan proses logistik mereka, yang memungkinkan pengiriman lebih cepat dan efisien.

Namun, tantangan tetap ada dalam penerapan AI, terutama terkait dengan etika dan transparansi. (Stahl et al., 2023) menyoroti pentingnya mempertimbangkan isu-isu etika dalam pengembangan dan penggunaan teknologi AI. Dengan meningkatnya kekhawatiran tentang privasi dan bias, perusahaan perlu memastikan

bahwa sistem AI mereka dirancang dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip etika dan keadilan.

Dari tinjauan literatur ini, jelas bahwa manajemen keberlanjutan, strategi, dan penerapan AI saling terkait dan saling mempengaruhi. Perusahaan yang mampu mengintegrasikan ketiga elemen ini ke dalam operasi mereka tidak hanya akan lebih siap menghadapi tantangan lingkungan, tetapi juga akan menemukan peluang baru untuk pertumbuhan dan inovasi. Dalam dunia yang semakin kompleks ini, pendekatan yang holistik dan berbasis data akan menjadi kunci untuk mencapai keberlanjutan yang sejati.

## **METODE PENELITIAN**

### **Desain Penelitian**

Desain penelitian kualitatif menjadi landasan penting untuk memahami fenomena yang kompleks dalam strategi manajemen keberlanjutan berbasis kecerdasan buatan (AI). Dalam konteks ini, penelitian kualitatif berfokus pada pengumpulan data yang mendalam dan kontekstual melalui wawancara, diskusi kelompok terfokus, dan analisis dokumen. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi pandangan, pengalaman, dan sikap individu atau kelompok terhadap penggunaan AI dalam manajemen keberlanjutan.

Penelitian oleh (Moravec et al., 2025) menunjukkan bahwa penggunaan alat Generative AI (GenAI) dapat memengaruhi persepsi lingkungan pengguna. Dalam studi ini, survei dilakukan terhadap yang memberikan wawasan berharga tentang hubungan antara penggunaan GenAI dan sikap terhadap risiko lingkungan. Penelitian ini menggunakan analisis regresi logistik dan uji chi-kuadrat untuk mengidentifikasi pola-pola yang muncul dari data yang dikumpulkan.

Desain penelitian kualitatif juga memungkinkan peneliti untuk menggali lebih dalam tentang bagaimana perusahaan kecil dan menengah (UKM) serta perusahaan besar mengadopsi teknologi AI. (Ayinaddis, 2025) menyoroti perbedaan signifikan dalam adopsi AI antara UKM dan perusahaan besar, yang menunjukkan perlunya pendekatan yang disesuaikan untuk masing-masing kelompok. Hal ini menunjukkan pentingnya memahami konteks organisasi dalam penelitian kualitatif.

Dalam mengembangkan desain penelitian, penting untuk mempertimbangkan aspek etika dan transparansi. Peneliti harus memastikan bahwa partisipan merasa nyaman dan aman dalam berbagi informasi, serta mempertimbangkan implikasi sosial dan lingkungan dari penelitian yang dilakukan. Dengan demikian, desain penelitian kualitatif tidak hanya bertujuan untuk mengumpulkan data, tetapi juga untuk membangun hubungan yang saling menguntungkan antara peneliti dan partisipan.

### **Analisis Data**

Analisis data kualitatif merupakan langkah krusial dalam memahami hasil penelitian yang telah dilakukan. Proses ini melibatkan pengkodean, kategorisasi, dan

interpretasi data untuk menemukan tema atau pola yang relevan, yang memudahkan peneliti dalam mengelola dan menganalisis data yang kompleks.

Penggunaan teknologi digital twin dalam sistem cyber-physical di industri menunjukkan bagaimana analisis data kualitatif dapat digunakan untuk mengevaluasi keamanan dan efisiensi operasional. Peneliti menganalisis data yang dikumpulkan dari berbagai sumber untuk mengidentifikasi tantangan dan peluang yang dihadapi oleh perusahaan dalam mengadopsi teknologi baru.

Pentingnya analisis data kualitatif juga terlihat dalam penelitian yang berfokus pada persepsi pengguna terhadap AI. (Stahl et al., 2023) menekankan bahwa pemahaman tentang isu etika dan hak asasi manusia dalam AI dapat diperoleh melalui analisis mendalam terhadap pandangan para ahli. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif, peneliti dapat menggali nuansa dan kompleksitas yang tidak dapat ditangkap oleh metode kuantitatif.

Analisis data kualitatif juga harus mempertimbangkan konteks sosial dan budaya di mana penelitian dilakukan. Dalam konteks Indonesia, pemahaman tentang bagaimana masyarakat menerima dan berinteraksi dengan teknologi AI sangat dipengaruhi oleh nilai-nilai lokal dan norma-norma sosial. Oleh karena itu, peneliti perlu mengadaptasi pendekatan analisis mereka agar sesuai dengan konteks yang relevan.

Secara keseluruhan, analisis data kualitatif tidak hanya membantu dalam memahami hasil penelitian, tetapi juga memberikan wawasan yang dapat digunakan untuk merumuskan rekomendasi strategis dalam manajemen keberlanjutan berbasis AI. Data yang diperoleh dapat menjadi dasar bagi pengambilan keputusan yang lebih baik, serta membantu perusahaan dalam merumuskan kebijakan yang lebih responsif terhadap tantangan lingkungan dan sosial.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Penelitian**

Temuan penelitian terbaru mengungkapkan bahwa penggunaan alat kecerdasan buatan generatif (GenAI) seperti ChatGPT telah membawa perubahan signifikan dalam perilaku pengguna di ekosistem media digital. Dalam penelitian ini, yang melibatkan 1.500 responden, peneliti menggunakan analisis regresi logistik dan uji chi-kuadrat untuk menggali hubungan antara penggunaan alat GenAI dan persepsi serta perilaku lingkungan pengguna. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin sering individu menggunakan alat GenAI, semakin besar pula pemahaman mereka mengenai dampak perubahan iklim yang terjadi seiring waktu. Sebaliknya, individu yang menggunakan alat ini dengan frekuensi rendah cenderung lebih bersedia untuk beralih ke alat GenAI yang lebih ramah lingkungan.

Penting untuk dicatat bahwa perubahan perilaku ini tidak hanya berdampak pada individu, tetapi juga pada perusahaan yang mengadopsi teknologi ini. Misalnya, perusahaan-perusahaan yang memanfaatkan GenAI secara aktif dapat mengalami peningkatan dalam efisiensi operasional dan pengambilan keputusan yang lebih cepat. Namun, di sisi lain, ada peningkatan konsumsi energi yang terkait dengan

penggunaan teknologi ini, yang menjadi perhatian bagi para pemangku kepentingan di bidang lingkungan. Hal ini menciptakan dilema yang kompleks, di mana manfaat yang diperoleh dari penggunaan GenAI harus diseimbangkan dengan dampak lingkungan yang ditimbulkan.

Dalam konteks ini, hasil wawancara dengan informan menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam adopsi AI antara usaha kecil dan menengah (UKM) dan perusahaan besar. Perusahaan besar cenderung memiliki kesiapan teknologi dan dukungan manajemen yang lebih baik dalam mengimplementasikan AI. Misalnya, mereka memiliki akses lebih mudah terhadap sumber daya dan infrastruktur yang diperlukan untuk mengadopsi teknologi ini. Sebaliknya, UKM sering kali menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan anggaran dan kurangnya pemahaman tentang teknologi yang dapat menghambat mereka dalam memanfaatkan AI secara maksimal.

Analisis bibliometrik dari 78 artikel yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan bahwa dukungan yang tepat bagi UKM sangat penting untuk memastikan bahwa mereka tidak tertinggal dalam adopsi teknologi. Pembuat kebijakan perlu merancang strategi yang sesuai untuk kedua jenis perusahaan, dengan fokus pada penyediaan dukungan yang diperlukan bagi UKM agar mereka dapat bersaing di pasar yang semakin kompetitif. Ini termasuk pelatihan, akses ke teknologi, dan insentif untuk mendorong adopsi AI.

Selanjutnya, hasil observasi menunjukkan bahwa pengembangan kerangka kerja modular yang dikenal dengan nama TRIPLE, yang menggabungkan teknologi digital twin (DT), blockchain, dan intelijen ancaman, dapat meningkatkan keamanan sistem siber-fisik (CPS). Kerangka ini bertujuan untuk mengatasi tantangan keamanan yang dihadapi CPS yang dinamis. Dengan memanfaatkan teknologi DT, kerangka ini dapat memetakan ketidakcocokan antara entitas fisik dan digital, sehingga meningkatkan integritas data dan kemampuan untuk mendeteksi ancaman secara proaktif.

Contoh penerapan kerangka TRIPLE ini dapat ditemukan dalam industri manufaktur, di mana perusahaan dapat menggunakan DT untuk memantau kondisi mesin secara real-time. Dengan informasi ini, perusahaan dapat melakukan pemeliharaan prediktif dan mengurangi risiko kerusakan yang dapat menyebabkan gangguan operasional. Selain itu, integrasi blockchain dalam kerangka ini dapat memberikan transparansi dan keamanan yang lebih besar dalam rantai pasokan, membantu perusahaan untuk melacak asal usul produk dan memastikan kepatuhan terhadap standar lingkungan.

Dalam konteks keberlanjutan, penelitian ini juga mengungkapkan peran penting dari otomatisasi proses robotik (RPA) dalam transformasi digital, khususnya dalam manajemen pembelian dan rantai pasokan. Meskipun adopsi RPA di sektor publik dan swasta masih dalam tahap awal, potensi besar untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya sangatlah jelas. Misalnya, dengan mengotomasi proses pengadaan, perusahaan dapat mengurangi waktu yang

dihabiskan untuk tugas-tugas administratif dan fokus pada kegiatan yang lebih strategis.

Namun, implementasi RPA tidak tanpa tantangan. Penelitian ini memberikan wawasan tentang praktik terbaik yang dapat membantu organisasi dalam memanfaatkan teknologi ini untuk mencapai tujuan keberlanjutan. Salah satu tantangan utama adalah resistensi terhadap perubahan dari karyawan yang mungkin merasa terancam oleh otomatisasi. Oleh karena itu, penting bagi manajemen untuk mengkomunikasikan manfaat RPA dengan jelas dan melibatkan karyawan dalam proses transisi.

Akhirnya, penelitian ini juga menyoroti aversi terhadap algoritma di kalangan manajer yang dapat menghambat pemanfaatan AI dalam pengambilan keputusan. Dengan menggunakan model struktural yang menggabungkan teori resistensi inovasi dan kesiapan teknologi, ditemukan bahwa hambatan terkait nilai dan tradisi memiliki dampak signifikan terhadap aversi ini. Misalnya, manajer yang terbiasa dengan metode pengambilan keputusan tradisional mungkin ragu untuk mengadopsi AI karena kekhawatiran tentang keakuratan dan transparansi algoritma.

Hasil penelitian ini menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih terfokus untuk mengatasi hambatan-hambatan ini agar manajer lebih terbuka terhadap penggunaan AI dalam manajemen. Ini bisa melibatkan pelatihan yang lebih baik tentang bagaimana AI bekerja dan bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan keputusan bisnis. Selain itu, penting untuk menciptakan budaya organisasi yang mendukung inovasi dan eksperimen, sehingga manajer merasa lebih nyaman dalam mengadopsi teknologi baru.

Kesimpulannya, penelitian ini memberikan wawasan yang mendalam tentang perubahan perilaku pengguna yang dihasilkan oleh penggunaan alat GenAI, perbedaan dalam adopsi AI antara UKM dan perusahaan besar, serta pentingnya pengembangan kerangka kerja yang mendukung keamanan sistem siber-fisik. Selain itu, peran RPA dalam keberlanjutan dan tantangan aversi terhadap algoritma juga menjadi sorotan penting. Dengan memahami dinamika ini, pembuat kebijakan dan pemimpin organisasi dapat merancang strategi yang lebih efektif untuk mendorong adopsi teknologi yang berkelanjutan dan inklusif, memastikan bahwa semua perusahaan, terlepas dari ukuran, dapat memanfaatkan potensi penuh dari kecerdasan buatan dan teknologi digital lainnya.

## **PEMBAHASAN**

Penggunaan kecerdasan buatan (AI) dalam konteks keberlanjutan menciptakan tantangan dan peluang yang signifikan bagi berbagai sektor industri. Dalam era digital yang semakin maju, teknologi AI, terutama Generative AI (GenAI), telah menjadi alat yang penting untuk meningkatkan efisiensi operasional. Namun, penelitian yang dilakukan oleh (Moravec et al., 2025) menunjukkan bahwa meskipun GenAI menawarkan berbagai manfaat, dampak lingkungan yang dihasilkan dari peningkatan konsumsi energi menjadi perhatian utama. Hal ini menimbulkan

pertanyaan penting: bagaimana perusahaan dapat memanfaatkan teknologi ini tanpa mengorbankan keberlanjutan lingkungan?

Ketika perusahaan beralih ke alat GenAI, mereka tidak hanya harus mempertimbangkan efisiensi biaya dan waktu, tetapi juga dampak lingkungan yang dihasilkan oleh penggunaan teknologi tersebut. (Kundu et al., 2024) dalam industri manufaktur, penggunaan GenAI untuk merancang produk baru dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk pengembangan produk. Namun, jika proses ini mengakibatkan peningkatan konsumsi energi yang signifikan, maka manfaat tersebut harus dievaluasi secara menyeluruh. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk mengintegrasikan literasi AI yang lebih baik di kalangan pengguna, sehingga mereka dapat menyadari dampak lingkungan dari teknologi yang mereka gunakan.

Literasi AI yang lebih baik tidak hanya mencakup pemahaman teknis tentang cara kerja teknologi, tetapi juga kesadaran akan implikasi lingkungan dari penggunaannya. (Badawy et al., 2023) pelatihan dan pengembangan di perusahaan harus mencakup aspek keberlanjutan sebagai bagian integral dari proses pembelajaran. (Gislon et al., 2023) Dengan meningkatnya frekuensi penggunaan alat AI, pemahaman tentang pentingnya solusi yang ramah lingkungan harus menjadi prioritas. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menekankan perlunya perusahaan untuk memikirkan keberlanjutan operasional mereka saat mengadopsi teknologi baru.

Di sisi lain, perbedaan dalam adopsi AI antara usaha kecil dan menengah (UKM) dan perusahaan besar menjadi sorotan penting. (Dai et al., 2023) mengungkapkan bahwa UKM sering kali menghadapi kesulitan dalam mengakses sumber daya dan dukungan yang diperlukan untuk mengimplementasikan teknologi canggih. (Biorefinery et al., 2023) menciptakan kesenjangan yang signifikan dalam kemampuan adopsi teknologi antara UKM dan perusahaan besar. (Herrmann et al., 2023) penting bagi pembuat kebijakan untuk merancang program dukungan yang dapat membantu UKM mengatasi hambatan ini. Misalnya, program pelatihan yang ditujukan untuk meningkatkan kemampuan digital UKM dapat menjadi langkah awal yang efektif untuk mengurangi kesenjangan ini.

Dukungan kebijakan yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik masing-masing jenis perusahaan sangat penting. (Jabeen et al., 2023) Pembuat kebijakan perlu memahami bahwa UKM sering kali memiliki keterbatasan dalam hal anggaran dan sumber daya manusia. Dengan merancang program yang memberikan akses ke pelatihan dan sumber daya teknologi, UKM dapat lebih siap untuk bersaing dalam era digital. Ini juga menunjukkan bahwa keberlanjutan tidak hanya berkaitan dengan dampak lingkungan, tetapi juga dengan kemampuan organisasi untuk beradaptasi dan berinovasi.

Penelitian (Ekawati et al., 2023) menekankan pentingnya integrasi teknologi baru, seperti Digital Twin (DT) dan blockchain, dalam meningkatkan keamanan sistem industri. Dengan meningkatnya kompleksitas dan ancaman di dunia digital, penerapan solusi yang menggabungkan berbagai teknologi dapat memberikan pendekatan yang lebih holistik untuk keamanan. (Rizvanovi et al., 2023) penggunaan

teknologi blockchain dalam rantai pasokan dapat meningkatkan transparansi dan mengurangi risiko penipuan. Ini menunjukkan bahwa keberlanjutan tidak hanya berkaitan dengan dampak lingkungan tetapi juga dengan keamanan dan efisiensi operasional yang dapat dicapai melalui teknologi canggih.

Keamanan siber menjadi semakin penting dalam konteks keberlanjutan. Dengan meningkatnya serangan siber yang menargetkan perusahaan, penting bagi organisasi untuk mengadopsi teknologi yang dapat melindungi data dan sistem mereka. Integrasi DT dan blockchain dapat membantu menciptakan sistem yang lebih aman dan efisien. Dalam hal ini, perusahaan tidak hanya melindungi aset mereka, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan dengan mengurangi risiko yang dapat menyebabkan kerugian besar.

Di samping itu, hasil penelitian (Flechsigt et al., 2022) tentang Robotic Process Automation (RPA) menunjukkan bahwa otomatisasi dapat mempercepat proses dan mengurangi kesalahan manusia, yang pada gilirannya dapat mendukung tujuan keberlanjutan perusahaan. Misalnya, dalam sektor keuangan, penerapan RPA untuk memproses transaksi dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas-tugas rutin. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga mengurangi penggunaan kertas dan sumber daya lainnya. Namun, tantangan dalam adopsi RPA, terutama di sektor publik, menunjukkan perlunya pemahaman yang lebih baik tentang kesiapan digital organisasi.

Untuk mencapai keberlanjutan, perusahaan harus berinvestasi dalam infrastruktur teknologi dan pelatihan sumber daya manusia agar dapat memanfaatkan otomatisasi secara efektif. Ini mencakup pengembangan sistem yang mendukung kolaborasi antara manusia dan mesin. Ketika organisasi memahami bagaimana teknologi dapat meningkatkan proses mereka, mereka akan lebih siap untuk mengadopsi solusi otomatisasi yang ramah lingkungan.

Penelitian (Mahmud et al., 2023) mengungkapkan bahwa mengatasi aversi terhadap algoritma di kalangan manajer sangat penting untuk memaksimalkan potensi AI dalam pengambilan keputusan. Dalam konteks ini, perusahaan perlu menciptakan budaya yang mendukung adopsi teknologi baru dan memberikan pelatihan yang diperlukan untuk meningkatkan kesiapan teknologi manajer. Misalnya, program pelatihan yang berfokus pada pemahaman algoritma dan cara kerjanya dapat membantu mengurangi ketakutan dan ketidakpastian yang sering kali menghambat adopsi teknologi.

Budaya organisasi yang mendukung inovasi dan pembelajaran berkelanjutan sangat penting untuk keberhasilan implementasi AI. Ketika manajer merasa nyaman dengan teknologi dan memahami manfaat yang dapat diperoleh, mereka akan lebih cenderung untuk mengintegrasikan AI ke dalam proses manajerial mereka. Ini tidak hanya akan meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan perusahaan.

Dengan mempertimbangkan semua aspek ini, kita dapat melihat bahwa penggunaan kecerdasan buatan dalam konteks keberlanjutan adalah sebuah perjalanan yang kompleks. Dari peningkatan efisiensi operasional hingga dampak

lingkungan, setiap langkah yang diambil oleh perusahaan harus mempertimbangkan implikasi jangka panjang. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk mengembangkan strategi yang tidak hanya fokus pada keuntungan jangka pendek tetapi juga pada keberlanjutan jangka panjang.

Kesimpulannya, penggunaan kecerdasan buatan dalam konteks keberlanjutan memerlukan pendekatan yang holistik dan terintegrasi. Perusahaan harus menyadari dampak lingkungan dari teknologi yang mereka gunakan dan berinvestasi dalam literasi AI untuk meningkatkan kesadaran akan isu-isu keberlanjutan. Dukungan kebijakan yang disesuaikan untuk UKM, integrasi teknologi baru untuk keamanan, dan budaya organisasi yang mendukung inovasi adalah langkah-langkah penting untuk mencapai tujuan keberlanjutan. Dengan mengatasi tantangan dan memanfaatkan peluang yang ada, perusahaan dapat berkontribusi pada masa depan yang lebih berkelanjutan dan efisien.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Dalam era digital yang terus berkembang, penggunaan teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam manajemen keberlanjutan telah menjadi sangat penting. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan AI dapat mempercepat transisi menuju praktik bisnis yang lebih berkelanjutan, dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi limbah, dan meningkatkan efisiensi operasional. Penggunaan alat AI generatif, seperti ChatGPT, dapat meningkatkan kesadaran lingkungan di kalangan pengguna, meskipun ada tantangan terkait konsumsi energi yang meningkat. Data dari survei yang dilakukan menunjukkan bahwa frekuensi penggunaan sistem AI dapat berpengaruh pada persepsi individu terhadap pentingnya tindakan terhadap perubahan iklim. Ini menunjukkan bahwa pendidikan dan literasi AI yang berkelanjutan sangat diperlukan untuk menciptakan kesadaran yang lebih besar akan keberlanjutan lingkungan di kalangan pengguna teknologi.

Terdapat perbedaan signifikan dalam adopsi AI antara usaha kecil dan menengah (UKM) dan perusahaan besar. Perusahaan besar umumnya lebih siap untuk mengadopsi teknologi ini karena memiliki sumber daya yang lebih besar. Hal ini menunjukkan perlunya dukungan yang lebih besar bagi UKM untuk memanfaatkan potensi AI dalam meningkatkan keberlanjutan bisnis mereka. Dengan demikian, kebijakan yang mendukung pengembangan kapasitas AI di UKM harus menjadi prioritas untuk mencapai pertumbuhan yang berkelanjutan.

Pentingnya sistem cyber-fisik yang aman dan efisien untuk mendukung keberlanjutan industri. Teknologi digital twin dapat membantu dalam memantau dan mengelola sumber daya secara lebih efisien, tetapi juga memerlukan perhatian terhadap keamanan data dan transparansi. Implikasi dari temuan ini adalah bahwa perusahaan harus berinvestasi dalam teknologi yang tidak hanya efisien tetapi juga aman, untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang.

Model digital dapat digunakan untuk memahami interaksi kompleks antara variabel lingkungan dan kinerja bangunan. Dengan menerapkan model digital,

perusahaan dapat merancang bangunan yang lebih adaptif dan tahan terhadap perubahan iklim, serta mengoptimalkan penggunaan energi. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis AI dapat membantu dalam merancang solusi yang lebih inovatif untuk tantangan keberlanjutan yang dihadapi oleh industri.

Penelitian ini menegaskan bahwa untuk mencapai keberlanjutan yang lebih baik, perusahaan harus mengintegrasikan teknologi AI dalam strategi manajemen mereka. Ini tidak hanya akan meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memperkuat komitmen mereka terhadap keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk terus mengeksplorasi dan mengadopsi teknologi baru, sambil memastikan bahwa mereka mempertimbangkan dampak lingkungan dari setiap keputusan yang diambil.

### **Saran**

Berdasarkan temuan yang diperoleh dari penelitian ini, beberapa saran dapat diberikan untuk meningkatkan penerapan strategi manajemen keberlanjutan berbasis AI:

1. **Peningkatan Literasi AI dan Kesadaran Lingkungan:** Perusahaan harus menginvestasikan waktu dan sumber daya dalam program pelatihan yang meningkatkan pemahaman karyawan tentang AI dan dampaknya terhadap keberlanjutan. Pelatihan ini harus mencakup cara menggunakan alat AI untuk mengidentifikasi dan meminimalkan dampak lingkungan dari operasi mereka.
2. **Dukungan untuk UKM:** Pemerintah dan lembaga terkait perlu mengembangkan kebijakan yang mendukung adopsi AI di kalangan UKM. Ini dapat mencakup penyediaan subsidi, akses ke pelatihan, dan bantuan teknis untuk memastikan bahwa UKM dapat bersaing dengan perusahaan besar dalam penerapan teknologi berkelanjutan.
3. **Investasi dalam Teknologi Keamanan:** Seiring dengan meningkatnya penggunaan AI, penting bagi perusahaan untuk berinvestasi dalam teknologi keamanan yang melindungi data dan sistem mereka. Penggunaan blockchain dan teknologi digital twin dapat membantu meningkatkan transparansi dan keamanan dalam pengelolaan data.
4. **Pengembangan Model Bisnis Berkelanjutan:** Perusahaan harus mempertimbangkan untuk mengadopsi model bisnis yang lebih berkelanjutan, yang tidak hanya fokus pada keuntungan finansial tetapi juga pada dampak sosial dan lingkungan. Ini dapat mencakup penggunaan sumber daya yang lebih efisien dan pengurangan limbah.
5. **Kolaborasi dan Kemitraan:** Membangun kemitraan dengan organisasi lain, termasuk lembaga penelitian dan universitas, dapat membantu perusahaan dalam mengembangkan solusi inovatif yang berkelanjutan. Kolaborasi ini dapat menciptakan sinergi yang meningkatkan efektivitas strategi keberlanjutan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Alshurideh, M. T., Alquqa, E. K., Alzoubi, H. M., Al Kurdi, B., & Hamadneh, S. (2023). The

- effect of information security on e-supply chain in the UAE logistics and distribution industry. *Uncertain Supply Chain Management*, 11(1), 145–152. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2022.11.001>
- Attiany, M. S., Al-Kharabsheh, S. A., Al-Makhariz, L. S., Abed-Qader, M. A., Al-Hawary, S. I. S., Mohammad, A. A., & Rahamneh, A. A. A. L. (2023). Barriers to adopt industry 4.0 in supply chains using interpretive structural modeling. *Uncertain Supply Chain Management*, 11(1), 299–306. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2022.9.013>
- Ayinaddis, S. G. (2025). Artificial intelligence adoption dynamics and knowledge in SMEs and large firms: A systematic review and bibliometric analysis. *Journal of Innovation and Knowledge*, 10(3), 100682. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100682>
- Badawy, M. A., Kholeif, A. M., Radwan, Y. A., & EL Sersawy, A. M. (2023). Comparative study between medial displacement calcaneal osteotomy using modified step plate and arthroereisis for management of planovalgus feet. *Journal of Orthopaedics, Trauma and Rehabilitation*, 30(1), 1–16. <https://doi.org/10.1177/22104917221136283>
- Bagheri, V., Ehyaei, A. F., & Haeri, M. (2023). A Decentralized Energy Management Method for Load Curve Smoothing Considering Demand and Profit of Electric Vehicle Owners with Different Capacity of Batteries. *Journal of Operation and Automation in Power Engineering*, 11(3), 223–229. <https://doi.org/10.22098/joape.2023.10583.1758>
- Bian, T., Zhang, L., Man, S., Li, H., Dou, Y., & Zhou, Y. (2023). Predisposing factors for allogeneic blood transfusion in patients with ankylosing spondylitis undergoing primary unilateral total hip arthroplasty: a retrospective study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 18(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03464-z>
- Biorefinery, G., Rathour, R. K., Devi, M., Dahiya, P., Sharma, N., Kaushik, N., Kumari, D., Kumar, P., Baadhe, R. R., Walia, A., Bhatt, A. K., & Bhatia, R. K. (2023). *Recent Trends, Opportunities and Challenges in Sustainable Management of Rice Straw Waste Biomass for*.
- Candrianto, C., Aimon, H., & Sentosa, S. U. (2023). The role of knowledge, awareness and environmental attitudes in green product management. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 9(1), 101–112. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2023.01.08>
- da Silva, J. A. S., Dos Santos, M. S. N., Oro, C. E. D., de Moura, D. B., da Silva, F. B., da Silva, P. N., Knies, A. E., Zobot, G. L., & Tres, M. V. (2023). Interactive Performance of Wheat Nitrogen Fertilization and Inoculation with Growth-Promoting Bacteria. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 13(4), 1–18. <https://doi.org/10.33263/BRIAC134.304>
- Dai, W., Ren, X. J., Yan, Q., Wang, S., Yang, M., Lv, L., Ying, J., Chen, L., Tao, P., Sun, L., Xue, C., Yu, J., Song, C., Nishimura, K., Jiang, N., & Lin, C. Te. (2023). Ultralow Interfacial Thermal Resistance of Graphene Thermal Interface Materials with

- Surface Metal Liquefaction. *Nano-Micro Letters*, 15(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s40820-022-00979-2>
- Dehyouri, S., Zand, A., & Arfaee, M. (2024). Study of innovation capacity of fisheries companies in the covid-19 pandemic crisis. *Brazilian Journal of Biology*, 84, 1–15. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.263971>
- Ekawati, N. W., Wardana, I. M., Yasa, N. N. K., Kusumadewi, N. M. W., & Tirtayani, I. G. A. (2023). A strategy to improve green purchase behavior and customer relationship management during the covid-19 new normal conditions. *Uncertain Supply Chain Management*, 11(1), 289–298. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2022.9.014>
- Flehsig, C., Anslinger, F., & Lasch, R. (2022). Robotic Process Automation in purchasing and supply management: A multiple case study on potentials, barriers, and implementation. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 28(1), 100718. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2021.100718>
- Gislon, G., Bava, L., Bisutti, V., Tamburini, A., & Brasca, M. (2023). Bovine beta casein polymorphism and environmental sustainability of cheese production : The case of Grana Padano PDO and mozzarella cheese. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.10.017>
- Herrmann, A. M., Zaal, P. M., Chappin, M. M. H., Schemmann, B., & Lühmann, A. (2023). Technological Forecasting & Social Change “ We don ’ t need no ( higher ) education ” - How the gig economy challenges the education-income paradigm ☆. *Technological Forecasting & Social Change*, 186(PA), 122136. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122136>
- Huang, T., Zhang, X., Wang, T., Zhang, H., Li, Y., Bao, H., Chen, M., & Wu, L. (2023). Self-Modifying Nanointerface Driving Ultrahigh Bidirectional Thermal Conductivity Boron Nitride-Based Composite Flexible Films. *Nano-Micro Letters*, 15(1). <https://doi.org/10.1007/s40820-022-00972-9>
- Jabeen, F., Tandon, A., Azad, N., Islam, A. K. M. N., & Pereira, V. (2023). Technological Forecasting & Social Change The dark side of social media platforms : A situation-organism-behaviour-consequence approach. *Technological Forecasting & Social Change*, 186(PA), 122104. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122104>
- Kim, M. J., Kim, S. Y., Lee, J. S., Kang, S., Park, L. J., Choi, W., Jung, J. Y., Kim, T., Park, S. S., Ko, J. M., Seong, M. W., & Chae, J. H. (2023). Rapid Targeted Sequencing Using Dried Blood Spot Samples for Patients With Suspected Actionable Genetic Diseases. *Annals of Laboratory Medicine*, 43(3), 280–289. <https://doi.org/10.3343/alm.2023.43.3.280>
- Kundu, B. C., Mohsin, G. M., Rahman, M. S., Ahamed, F., Mahato, A. K., Delowar Hossain, K. M., Jalloh, M. B., & Amirul Alam, M. (2024). Combining ability analysis in bitter melon (*Momordica charantia* L.) for potential quality improvement. *Brazilian Journal of Biology*, 84, 1–15. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.255605>
- Lopes, P. C., Souza, P. G. C., Santos, J. C. B., Borges, C. E., Araújo, F. H. V., Martins, J. C.,

- Picanço, M. C., Soares, M. A., Veloso, R. V. S., Oliveira, J. R., Rossini, L. C., Siqueira, F. C., & da Silva, R. C. (2024). Spatiotemporal distribution of *Schizaphis graminum* (Rondani) and its natural enemy *Coccinella septempunctata* (Linnaeus) in graniferous sorghum crops. *Brazilian Journal of Biology*, *84*, 1–8. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.261972>
- Mahmud, H., Islam, A. K. M. N., & Mitra, R. K. (2023). What drives managers towards algorithm aversion and how to overcome it? Mitigating the impact of innovation resistance through technology readiness. *Technological Forecasting and Social Change*, *193*(May), 122641. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122641>
- Medina-Buelvas, A., García-Cuan, A., Barraza-Amador, B., Espinosa-Fuente, E., Castillo-Cabral, M. Del, Mendez-Gutiérrez, K., & Rosales-Hernández, N. (2023). Production of organic fertilizer using *pleurotus* sp. as a process accelerator. *Global Journal of Environmental Science and Management*, *9*(1), 59–72. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2023.01.05>
- Moravec, V., Gavurova, B., & Kovac, V. (2025). Environmental footprint of GenAI – Changing technological future or planet climate? *Journal of Innovation and Knowledge*, *10*(3), 100691. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100691>
- Rizvanovi, B., Zutshi, A., Grilo, A., & Nodehi, T. (2023). *Technological Forecasting & Social Change Linking the potentials of extended digital marketing impact and start-up growth : Developing a macro-dynamic framework of start-up growth drivers supported by digital marketing*. *186*(October 2022). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122128>
- Spreitzenbarth, J. M., Bode, C., & Stuckenschmidt, H. (2024). Artificial intelligence and machine learning in purchasing and supply management: A mixed-methods review of the state-of-the-art in literature and practice. *Journal of Purchasing and Supply Management*, *30*(1), 100896. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2024.100896>
- Stahl, B. C., Brooks, L., Hatzakis, T., Santiago, N., & Wright, D. (2023). Exploring ethics and human rights in artificial intelligence – A Delphi study. *Technological Forecasting and Social Change*, *191*(September 2021), 122502. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122502>
- Suhail, S., Iqbal, M., Hussain, R., Malik, S. U. R., & Jurdak, R. (2024). TRIPLE: A blockchain-based digital twin framework for cyber-physical systems security. *Journal of Industrial Information Integration*, *42*(July 2023). <https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100706>
- Sutanto, J. E., Harianto, E., & Balkan, N. (2023). The effect of supply chain organizational and supply agility on supply chain performance: The mediation role of supply chain strategy in retail shops. *Uncertain Supply Chain Management*, *11*(1), 127–144. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2022.11.002>
- Tsuneki, M., Abe, M., Ichihara, S., & Kanavati, F. (2023). Inference of core needle biopsy whole slide images requiring definitive therapy for prostate cancer. *BMC Cancer*, *23*(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s12885-022-10488-5>

Yang, L., Sun, R., Li, J., Zhai, L., Cui, H., Fan, B., Wang, H., & Liu, H. (2023). Combined organic-inorganic fertilization builds higher stability of soil and root microbial networks than exclusive mineral or organic fertilization. *Soil Ecology Letters*, 5(2). <https://doi.org/10.1007/s42832-022-0142-6>