

PENERAPAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS DAN KEBERLANJUTAN PERTANIAN DI INDONESIA

Ahnaf Sofi'an Eka Putra, Chothibul Umam Hanif, Moch. Azriel Maulana R.

Sistem Informasi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294
ahnafputra258@gmail.com_

ABSTRAK

Pertanian di Indonesia menghadapi tantangan seperti peningkatan kebutuhan pangan, keterbatasan sumber daya, dan perubahan iklim. Artificial Intelligence (AI) muncul sebagai solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sektor pertanian. Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk mengkaji implementasi AI dalam sektor pertanian, dengan fokus pada algoritma dan teknologi yang efektif. Algoritma seperti Support Vector Machine (SVM), Convolutional Neural Networks (CNN), dan Long Short-Term Memory (LSTM) menunjukkan hasil yang baik dalam deteksi penyakit tanaman, prediksi hasil panen, dan pengelolaan sumber daya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi AI dengan Internet of Things (IoT) dan remote sensing dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan mengurangi dampak lingkungan. Namun, penerapan AI di sektor pertanian Indonesia masih menghadapi tantangan dalam aksesibilitas teknologi dan infrastruktur. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan penerapan AI dalam praktik pertanian di Indonesia.

Kata kunci : *artificial intelligence, pertanian, algoritma AI, IoT, keberlanjutan*

1. PENDAHULUAN

Pertanian di Indonesia menghadapi tantangan yang semakin kompleks, termasuk peningkatan kebutuhan pangan seiring dengan pertumbuhan populasi, keterbatasan sumber daya alam seperti lahan dan air, serta dampak perubahan iklim. Untuk mengatasi tantangan tersebut, teknologi Artificial Intelligence (AI) mulai diterapkan sebagai solusi inovatif yang dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan di sektor pertanian. AI menawarkan berbagai aplikasi, mulai dari deteksi penyakit tanaman, prediksi hasil panen, hingga optimalisasi penggunaan sumber daya melalui algoritma pembelajaran mesin dan integrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji implementasi AI dalam pertanian dengan menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR). Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi algoritma, teknologi, dan metode AI yang paling efektif dalam meningkatkan produktivitas pertanian, serta tantangan yang dihadapi dalam penerapan teknologi ini di Indonesia. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa AI mampu memberikan prediksi yang lebih akurat dan membantu petani dalam pengambilan keputusan yang lebih efektif. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami bagaimana AI dapat diintegrasikan secara optimal dalam praktik pertanian di Indonesia, mengingat kendala infrastruktur dan akses teknologi yang masih terbatas di beberapa wilayah.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan solusi berbasis AI untuk sektor pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan, serta mengidentifikasi

strategi untuk mengatasi tantangan yang ada dalam implementasinya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Peningkatan Produktivitas melalui Teknologi AI

Artificial Intelligence (AI) memiliki peran penting dalam meningkatkan produktivitas sektor pertanian. Salah satu aplikasi utama adalah deteksi penyakit tanaman menggunakan algoritma Convolutional Neural Networks (CNN). Penelitian oleh Singh et al. menunjukkan bahwa CNN mampu mendeteksi penyakit tanaman dengan akurasi hingga 98% dari citra daun yang diambil menggunakan perangkat kamera biasa [1].

Selain itu, algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) digunakan untuk memprediksi hasil panen dengan mengolah data historis seperti curah hujan, suhu, dan kelembaban tanah, memberikan prediksi lebih akurat hingga 15% dibandingkan metode konvensional [2].

2.2. Keberlanjutan Pertanian dengan AI

Teknologi AI dapat mendukung keberlanjutan pertanian dengan meminimalkan penggunaan sumber daya dan mengurangi dampak lingkungan. Contohnya, integrasi AI dengan Internet of Things (IoT) memungkinkan otomatisasi irigasi berbasis data kelembaban tanah. Penelitian oleh Liu menunjukkan bahwa sistem irigasi berbasis AI dapat mengurangi penggunaan air hingga 30%, mendukung efisiensi sumber daya [3].

Selain itu, penggunaan algoritma optimasi untuk pemupukan dapat menurunkan jumlah pupuk yang diperlukan, sehingga mengurangi dampak pencemaran lingkungan [4].

2.3. Tantangan dalam Penerapan AI di Indonesia

Meskipun AI memiliki potensi besar, implementasinya di Indonesia menghadapi sejumlah tantangan. Penelitian oleh Hamed et al. menyebutkan bahwa keterbatasan infrastruktur digital di wilayah pedesaan menjadi kendala utama [5].

Selain itu, literasi digital yang rendah di kalangan petani membatasi adopsi teknologi AI secara luas. Olabimpe (2024) juga menyoroti biaya investasi awal yang tinggi untuk perangkat keras seperti sensor IoT dan server AI sebagai hambatan signifikan [6].

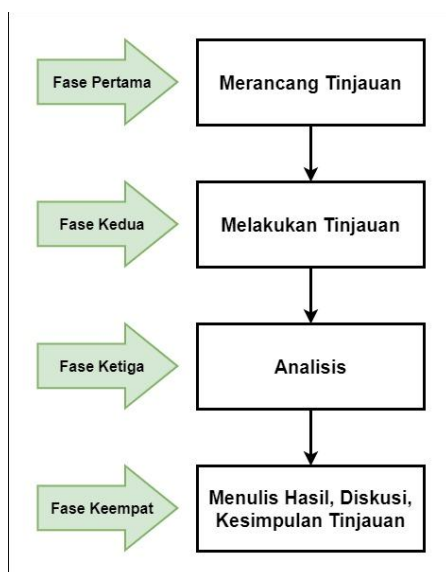
2.4. Rekomendasi untuk Implementasi AI

Beberapa rekomendasi telah diajukan untuk mengatasi tantangan tersebut. Pertama, pelatihan berbasis komunitas tentang penggunaan AI bagi petani. Program ini terbukti meningkatkan tingkat adopsi teknologi hingga 40% [6], pemerintah dan industri teknologi perlu berkolaborasi untuk menyediakan subsidi atau insentif bagi petani agar dapat mengakses perangkat AI dengan biaya yang lebih terjangkau. Kolaborasi lintas sektor antara lembaga penelitian, pemerintah, dan industri teknologi juga diperlukan untuk menciptakan solusi AI yang relevan dan mudah diakses oleh petani di negara berkembang [7].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Systematic Literature Review

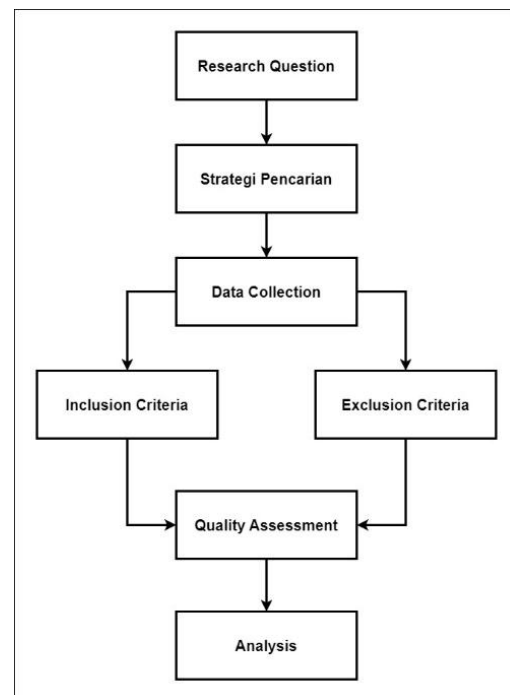
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Systematic Literature Review. Metode ini merupakan peranan penting sebagai landasan bagi semua jenis penelitian untuk mengevaluasi dan menganalisis hasil penting atau utama dari review yang akan dilakukan sesuai topik tertentu.[8]



Gambar 1. Diagram alir metodologi

Diagram alir ini menjelaskan proses penelitian menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR). Fase pertama adalah perancangan tinjauan,

yang mencakup formulasi pertanyaan penelitian, kriteria inklusi dan eksklusi, serta metode pengumpulan data. Fase kedua adalah pencarian literatur dari database yang relevan. Pada fase ketiga, literatur yang terpilih dianalisis untuk menjawab pertanyaan penelitian. Fase terakhir adalah penyusunan laporan yang mencakup hasil, diskusi, dan kesimpulan penelitian. Proses ini memastikan pendekatan yang sistematis dan terstruktur dalam mengevaluasi literatur yang relevan.[8]



Gambar 2. Diagram perancangan tinjauan

Gambar 2 menjelaskan langkah-langkah dalam fase perancangan tinjauan pada metode Systematic Literature Review (SLR). Proses dimulai dengan merumuskan Research Question (RQ), yang menjadi kerangka utama penelitian. Selanjutnya, dilakukan penyusunan Search Question untuk menentukan kata kunci dan strategi pencarian literatur di database yang relevan. Setelah itu, peneliti menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan hanya artikel yang sesuai dengan topik penelitian yang dipilih. Langkah berikutnya adalah menyusun langkah penilaian kualitas (Quality Assessment), yaitu proses evaluasi kredibilitas dan relevansi literatur yang ditemukan. Akhirnya, tahap Data Collection melibatkan pengumpulan data dari literatur yang telah disaring berdasarkan kriteria yang ditentukan. Diagram ini memberikan gambaran struktur yang jelas untuk memulai proses kajian literatur secara sistematis.[8]

3.2. Research Question

Research Question adalah pertanyaan yang dirumuskan oleh peneliti untuk memandu dan fokus pada penelitian yang akan dilakukan. Pertanyaan ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang akan

diteliti dan menentukan arah serta tujuan dari penelitian tersebut. Pertanyaan penelitian yang baik harus jelas, spesifik, dan harus dapat dijawab melalui pengumpulan dan analisis data. Penulis membuat tiga RQ yang telah disesuaikan dengan topik penelitian:[8]

Tabel 1. Research question

ID	Research Question
RQ1	Apa kontribusi AI dalam meningkatkan praktik pertanian berkelanjutan?
RQ2	Algoritma AI apa yang paling efektif dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian?
RQ3	Apa tantangan utama dalam penerapan AI di sektor pertanian Indonesia?
RQ4	Bagaimana AI dapat membantu pertanian di negara berkembang, khususnya Indonesia?
RQ5	Apa strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan adopsi AI di sektor pertanian Indonesia?

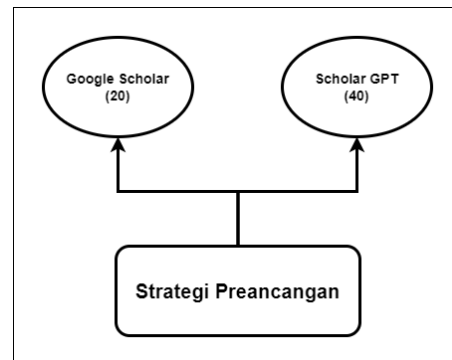
Tabel 1 merangkum lima pertanyaan penelitian utama yang menjadi kerangka kajian penerapan Artificial Intelligence (AI) di sektor pertanian. RQ1 bertujuan untuk memahami sejauh mana teknologi AI dapat memberikan dampak positif pada efisiensi sumber daya, pengurangan limbah, dan praktik ramah lingkungan di sektor pertanian, sementara RQ2 mengidentifikasi algoritma spesifik seperti CNN, SVM, atau LSTM yang memberikan hasil terbaik dalam berbagai aplikasi pertanian, seperti prediksi hasil panen atau deteksi penyakit tanaman. RQ3 mengeksplorasi hambatan yang dihadapi dalam mengadopsi AI di Indonesia, termasuk keterbatasan infrastruktur, rendahnya literasi teknologi, dan biaya implementasi yang tinggi., sedangkan RQ4 untuk memahami bagaimana teknologi AI dapat diadaptasi dan dimanfaatkan secara efektif untuk meningkatkan hasil pertanian dan keberlanjutan di negara berkembang dengan keterbatasan sumber daya, RQ5 menyoroti langkah-langkah konkret, seperti pelatihan petani, subsidi teknologi, atau pengembangan infrastruktur digital, untuk memperluas adopsi AI di sektor pertanian.

Tabel 2. Inclusion & exclusion criteria

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Tahun publikasi	Artikel yang diterbitkan antara 2019–2024	Artikel yang diterbitkan sebelum tahun 2019
Topik	Artikel yang membahas implementasi AI dalam sektor pertanian	Artikel yang membahas AI di luar sektor pertanian
Jenis artikel	Artikel yang berbentuk studi empiris, eksperimen, atau studi kasus	Artikel yang tidak menyertakan data empiris atau hanya bersifat konseptual tanpa aplikasi praktis.
Fokus utama	Artikel yang membahas keberlanjutan pertanian	Artikel yang tidak membahas keberlanjutan pertanian
Jurnal akademik	Artikel yang diterbitkan dalam jurnal terindeks	Artikel yang tidak diterbitkan dalam jurnal terindeks
Bahasa	Artikel yang ditulis dalam bahasa Inggris atau Indonesia.	Artikel yang ditulis dalam bahasa selain Inggris atau Indonesia.

Tabel 2 merinci kriteria inklusi dan eksklusi yang digunakan untuk menyaring literatur dalam penelitian ini guna memastikan relevansi dan kualitas data yang

3.3. Strategi Pencarian



Gambar 3. Diagram pencarian jurnal

Berdasarkan gambar 3 di atas, Pencarian Jurnal penelitian ini dilakukan melalui database akademik seperti Google Scholar dan Scholar GPT yang diterbitkan antara 2019-2024 dan diketahui terdapat 20 artikel dari Google Scholar dan 40 artikel dari Scholar GPT. Dari 60 artikel yang sudah didapat akan dilakukan analisis untuk uji validitas dan relevansi data terhadap penelitian ini yang kemudian akan digunakan untuk penelitian.

3.4. Data Collection

Data yang didapatkan saat proses pengumpulan data dilakukan adalah data sekunder, data-data dari publikasi ilmiah seperti Artikel jurnal, buku, dan konferensi yang telah dipublikasikan.[8]

3.5. Inclusion & Exclusion Criteria

Criteria Tahapan Inclusion and Exclusion Criteria dilakukan untuk membuat aturan atau kriteria yang ditetapkan oleh peneliti untuk menentukan apakah suatu studi atau data akan dimasukkan atau dikecualikan dari tinjauan literatur serta memastikan bahwa penelitian tetap fokus dan sistematis. Dalam tahap ini data yang dimasukan[8]

diolah. Kriteria inklusi mencakup artikel yang diterbitkan antara tahun 2019 hingga 2024, fokus pada implementasi AI di sektor pertanian, berbentuk studi

empiris, eksperimen, atau studi kasus, serta dipublikasikan dalam jurnal terindeks. Artikel yang memenuhi kriteria juga harus membahas keberlanjutan pertanian dan ditulis dalam bahasa Inggris atau Indonesia. Sebaliknya, artikel yang diterbitkan sebelum tahun 2019, membahas AI di luar sektor pertanian, tidak menyajikan data empiris, atau hanya bersifat konseptual tanpa aplikasi praktis dikeluarkan dari analisis. Artikel yang tidak dipublikasikan dalam jurnal terindeks atau menggunakan bahasa selain Inggris dan Indonesia juga dikecualikan. Dengan menggunakan kriteria ini, proses seleksi memastikan literatur yang digunakan relevan dengan topik,

memiliki kredibilitas tinggi, dan mendukung tujuan penelitian.

3.6. Quality Assessment

Quality Assessment dilakukan untuk evaluasi dan penilaian terhadap kualitas dan kredibilitas sumber-sumber literatur atau data yang digunakan dalam penelitian. Tujuannya untuk memastikan bahwa informasi yang digunakan dalam penelitian adalah valid dengan Inclusion and Exclusion Criteria, dan relevan dengan pertanyaan penelitian.[8]

Tabel 3. Quality assessment

ID	Quality Assessment	Deskripsi	Skor
QA1	Relevansi terhadap topik	Membahas AI dalam pertanian berkelanjutan.	0-2
QA2	Kedalaman analisis algoritma AI	Menjelaskan algoritma AI yang digunakan secara rinci dan aplikasinya dalam pertanian.	0-2
QA3	Data empiris atau studi kasus	Menyajikan data empiris atau studi kasus spesifik yang relevan.	0-2
QA4	Identifikasi tantangan implementasi AI	Membahas kendala dalam implementasi AI di sektor pertanian.	0-2
QA5	Kontribusi terhadap keberlanjutan	Menyoroti dampak AI dalam mendukung keberlanjutan.	0-2

Tabel 3 menjelaskan lima kriteria yang digunakan untuk menilai kualitas literatur dalam penelitian ini, yaitu relevansi terhadap topik, kedalaman analisis algoritma AI, keberadaan data empiris, identifikasi tantangan implementasi, dan kontribusi terhadap keberlanjutan. Relevansi terhadap topik memastikan artikel membahas AI dalam pertanian berkelanjutan. Kedalaman analisis algoritma AI menilai sejauh mana algoritma seperti CNN, SVM, dan LSTM dijelaskan secara rinci serta aplikasinya dalam konteks pertanian. Keberadaan data empiris atau studi kasus mengacu pada penyajian data yang mendukung hasil penelitian. Identifikasi tantangan implementasi mengukur sejauh mana artikel menguraikan hambatan penerapan AI di sektor pertanian, seperti keterbatasan infrastruktur atau literasi teknologi. Terakhir, kontribusi terhadap keberlanjutan menilai dampak AI dalam mengoptimalkan sumber daya, seperti air dan pupuk, untuk mendukung praktik ramah lingkungan. Setiap kriteria diberi skor 0–2, dengan skor maksimum 10, untuk memastikan hanya artikel yang relevan, berkualitas tinggi, dan memberikan kontribusi signifikan yang dipilih dalam analisis penelitian ini.

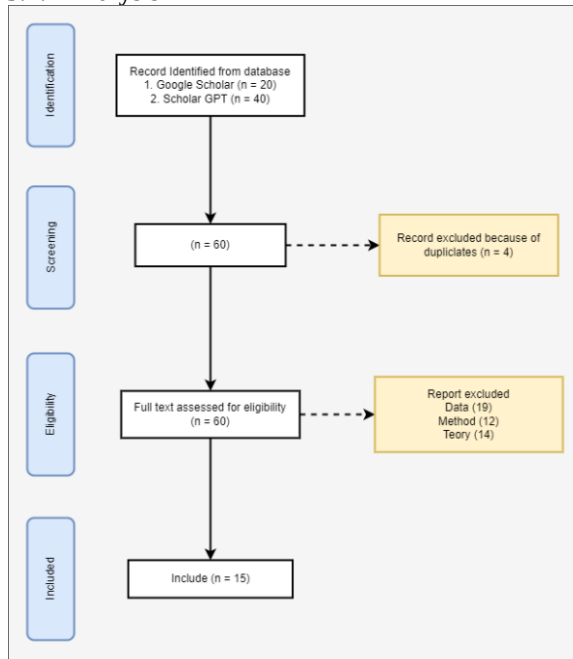
Tabel 4. Skor quality assessment

Paper	QA1	QA2	QA3	QA4	QA5	Skor	Lolos
[1]	2	2	2	1	2	9	Ya
[2]	2	2	1	2	2	9	Ya
[3]	2	1	1	1	2	7	Ya
[5]	1	1	0	1	2	5	Tidak
[6]	2	1	1	2	2	8	Ya
[4]	2	2	1	2	2	9	Ya

Paper	QA1	QA2	QA3	QA4	QA5	Skor	Lolos
[7]	2	1	1	2	1	7	Ya
[8]	2	2	2	2	1	9	Ya
[9]	2	1	1	1	2	7	Ya
[10]	2	1	2	1	2	8	Ya
[11]	2	1	1	1	2	7	Ya
[12]	2	2	2	2	2	10	Ya
[13]	2	1	1	2	2	8	Ya
[14]	2	2	1	1	2	8	Ya
[15]	2	1	1	2	2	8	Ya
[16]	2	1	2	1	2	8	Ya

Tabel 4 menyajikan hasil evaluasi kualitas literatur berdasarkan lima kriteria utama: relevansi terhadap topik, kedalaman analisis algoritma AI, keberadaan data empiris atau studi kasus, identifikasi tantangan implementasi, dan kontribusi terhadap keberlanjutan. Setiap kriteria dinilai dengan skor antara 0 hingga 2, di mana skor maksimum untuk setiap literatur adalah 10. Literatur dengan skor minimal 7 dinyatakan memenuhi syarat untuk analisis lebih lanjut. Dari 15 literatur yang lolos, skor menunjukkan bahwa sebagian besar artikel memiliki relevansi tinggi terhadap topik penelitian dan mampu menjelaskan algoritma AI yang digunakan secara rinci. Beberapa literatur menonjol dengan skor sempurna, mencerminkan kontribusi signifikan terhadap topik keberlanjutan dan penerapan AI dalam pertanian. Tabel ini memberikan gambaran jelas tentang kualitas dan kelayakan literatur yang digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian secara komprehensif.

3.7. Analysis



Gambar 4. Diagram alur filter jurnal

Gambar 4 menunjukkan proses penyaringan jurnal yang dilakukan dalam penelitian ini untuk memastikan hanya literatur yang relevan dan berkualitas yang dianalisis. Proses dimulai dengan identifikasi awal sebanyak 60 artikel. Selanjutnya, dilakukan screening untuk memastikan artikel tidak ada yang duplikat. Kemudian dilakukan seleksi awal berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi serta penilaian kualitas yang menyisakan 15 artikel. Pada tahap akhir, 15 artikel terpilih digunakan untuk analisis lebih lanjut. Diagram ini memberikan gambaran sistematis tentang tahapan filter yang memastikan validitas dan relevansi data yang digunakan dalam penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kontribusi AI dalam meningkatkan praktik pertanian berkelanjutan

Artificial Intelligence (AI) telah menunjukkan kontribusi signifikan dalam mendukung praktik pertanian berkelanjutan melalui berbagai aplikasi teknologi yang meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak lingkungan. Salah satu aplikasi AI yang paling menonjol adalah dalam deteksi penyakit tanaman. Algoritma seperti Convolutional Neural Networks (CNN) mampu mendeteksi penyakit pada tanaman dengan akurasi yang sangat tinggi, mengurangi kebutuhan penggunaan pestisida berlebihan, yang pada gilirannya mendukung pertanian yang lebih ramah lingkungan.

Menurut Singh et al. (2023), CNN telah digunakan secara efektif untuk mendeteksi berbagai penyakit pada tanaman padi dengan akurasi mencapai 98%, yang membantu petani mengambil tindakan preventif lebih cepat dan mengurangi kerugian tanaman[1].

Selain itu, Liu (2020) mengungkapkan bahwa Long Short-Term Memory (LSTM) telah digunakan untuk memprediksi hasil panen berdasarkan data historis seperti cuaca, kelembaban tanah, dan kondisi tanaman[3].

Hal ini memungkinkan prediksi yang lebih akurat dan pengelolaan sumber daya yang lebih efisien, meningkatkan keberlanjutan dengan mengurangi pemborosan.

AI juga memainkan peran penting dalam pengelolaan sumber daya alam, seperti air dan pupuk, yang merupakan faktor kunci dalam keberlanjutan pertanian. Dengan menggunakan Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan AI, teknologi ini dapat mengoptimalkan penggunaan air melalui sistem irigasi otomatis berdasarkan kebutuhan tanaman, yang mengurangi pemborosan air hingga 30%, seperti yang ditemukan dalam penelitian oleh Liu (2020).[3]

4.2. Algoritma AI yang paling efektif dalam meningkatkan keberlanjutan pertanian

Beberapa algoritma AI yang terbukti efektif dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian adalah Support Vector Machine (SVM), Convolutional Neural Networks (CNN), dan Long Short-Term Memory (LSTM).

CNN digunakan untuk analisis citra tanaman dan deteksi penyakit tanaman secara dini. Sebagai contoh, Singh et al. (2023) mengungkapkan bahwa CNN dapat mendeteksi penyakit pada tanaman padi dengan akurasi lebih dari 90%, yang berperan besar dalam mengurangi penggunaan pestisida dan meningkatkan hasil pertanian.[1]

SVM, di sisi lain, efektif dalam klasifikasi dan regresi, serta digunakan untuk prediksi hasil panen berdasarkan variabel lingkungan dan agronomis. SVM digunakan untuk memprediksi hasil panen yang lebih akurat dan membantu petani dalam pengambilan keputusan yang lebih baik.

LSTM, yang digunakan untuk analisis data time-series, telah terbukti sangat efektif dalam memodelkan pola cuaca dan prediksi hasil panen. Javaid et al. (2023) menunjukkan bahwa LSTM mampu mengoptimalkan prakiraan cuaca dan hasil pertanian, mengurangi ketergantungan pada prakiraan konvensional.[2]

Masing-masing algoritma ini memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan efisiensi dan keberlanjutan, membantu petani memanfaatkan teknologi untuk mencapai hasil yang lebih baik dengan dampak lingkungan yang lebih rendah.

4.3. Tantangan utama dalam penerapan AI di sektor pertanian Indonesia

Tantangan utama yang dihadapi dalam penerapan AI di sektor pertanian Indonesia mencakup keterbatasan infrastruktur digital, rendahnya literasi digital petani, dan biaya implementasi yang tinggi.

a. Keterbatasan Infrastruktur Digital:

Banyak daerah pedesaan di Indonesia yang tidak memiliki akses yang memadai terhadap internet atau jaringan yang dibutuhkan untuk mendukung teknologi berbasis IoT dan AI. Hal ini menjadi hambatan utama dalam penerapan teknologi AI yang membutuhkan konektivitas data yang stabil.

b. Rendahnya Literasi Digital Petani:

Menurut Hamed et al. (2024), sebagian besar petani di Indonesia belum terbiasa dengan teknologi digital dan pemrograman, sehingga adopsi AI menjadi lambat. Untuk itu, diperlukan program pelatihan intensif untuk mengedukasi petani mengenai manfaat dan penggunaan AI dalam pertanian.[5]

c. Biaya Implementasi:

Teknologi AI memerlukan perangkat keras yang mahal, seperti sensor IoT dan perangkat pemrosesan data, yang sering kali tidak terjangkau oleh petani kecil atau menengah. Olabimpe (2024) mengungkapkan bahwa biaya awal untuk mengadopsi teknologi ini menjadi kendala yang signifikan dalam penerapannya. [6]

4.4. Bagaimana AI dapat membantu pertanian di negara berkembang, khususnya Indonesia?

AI memiliki potensi besar untuk mendukung ketahanan pangan dan produktivitas di negara berkembang seperti Indonesia. Teknologi AI dapat membantu petani di Indonesia dengan memanfaatkan prediksi hasil panen, deteksi penyakit tanaman, dan optimasi penggunaan sumber daya. Misalnya, AI memungkinkan prediksi cuaca yang lebih akurat, yang sangat penting untuk negara dengan pola cuaca yang berubah-ubah seperti Indonesia. Dengan menggunakan LSTM dan IoT, petani dapat merencanakan tindakan mereka lebih baik dan mengoptimalkan penggunaan air serta pupuk.

AI juga memungkinkan deteksi penyakit secara dini, yang memungkinkan petani untuk mengurangi penggunaan pestisida yang berlebihan dan menghindari kerugian hasil panen. Javaid et al. (2023) menunjukkan bahwa penerapan AI di negara berkembang, khususnya dalam penggunaan sensor berbasis AI, dapat menghemat biaya dan meningkatkan hasil panen secara signifikan.[2]

4.5. Strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan adopsi AI di sektor pertanian Indonesia

Untuk meningkatkan adopsi AI di sektor pertanian Indonesia, beberapa strategi yang dapat diterapkan adalah:

1. Pendidikan dan Pelatihan Petani:

Meningkatkan literasi digital petani melalui program pelatihan dan pendidikan yang mengajarkan penggunaan teknologi AI dalam praktik pertanian. Program ini dapat dilaksanakan oleh pemerintah dan lembaga pendidikan.

2. Kolaborasi Lintas Sektor:

Kolaborasi antara pemerintah, lembaga riset, dan industri teknologi sangat penting untuk menciptakan solusi teknologi yang terjangkau dan sesuai dengan kebutuhan petani. Olabimpe (2024) menyarankan adanya kemitraan antara sektor swasta dan pemerintah untuk menyubsidi teknologi yang dibutuhkan oleh petani.[6]

3. Pengembangan Infrastruktur Digital:

Meningkatkan infrastruktur internet dan akses teknologi di daerah pedesaan untuk mendukung adopsi teknologi AI secara luas. Ini termasuk memperluas akses internet dan menyediakan perangkat yang dibutuhkan untuk teknologi berbasis AI.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan Artificial Intelligence (AI) dalam sektor pertanian memiliki potensi besar untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Algoritma seperti CNN, LSTM, dan SVM efektif dalam mendeteksi penyakit tanaman, memprediksi hasil panen, dan mengelola sumber daya seperti air dan pupuk, yang berkontribusi pada pertanian yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah keterbatasan infrastruktur digital, rendahnya literasi teknologi di kalangan petani, serta biaya implementasi yang tinggi. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan manfaat AI, diperlukan upaya kolaboratif antara pemerintah, lembaga penelitian, dan sektor swasta untuk meningkatkan akses, pelatihan, dan dukungan infrastruktur yang memadai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Singh, D. P. Dhinakaran, C. Vijai, R. Arun, and M. R. Lakshmi, "Artificial Intelligence in Agriculture Umaya Salma Shajahan."
- [2] M. Javaid, A. Haleem, I. H. Khan, and R. Suman, "Understanding the potential applications of Artificial Intelligence in Agriculture Sector," *Advanced Agrochem*, vol. 2, no. 1, pp. 15–30, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.aac.2022.10.001.
- [3] S. Y. Liu, "Artificial Intelligence (AI) in Agriculture," May 01, 2020, *IEEE Computer Society*. doi: 10.1109/MITP.2020.2986121.
- [4] R. Sharma, "Artificial intelligence in agriculture: A review," in *Proceedings - 5th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems, ICICCS 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., May 2021, pp. 937–942. doi: 10.1109/ICICCS51141.2021.9432187.
- [5] M. A. Hamed, M. F. El-Habibi, R. Z. Sababa, M. Al-Hanjori, B. S. Abunasser, and S. S. Abu-Naser, "Artificial Intelligence in Agriculture: Enhancing Productivity and Sustainability," 2024. [Online]. Available: www.ijeais.org/ijeais

- [6] Olabimpe Banke Akintuyi, "Adaptive AI in precision agriculture: A review: Investigating the use of self-learning algorithms in optimizing farm operations based on real-time data," *Open Access Research Journal of Multidisciplinary Studies*, vol. 7, no. 2, pp. 016–030, Apr. 2024, doi: 10.53022/oarjms.2024.7.2.0023.
- [7] A. Gwagwa *et al.*, "Road map for research on responsible artificial intelligence for development (AI4D) in African countries: The case study of agriculture," Dec. 10, 2021, *Cell Press*. doi: 10.1016/j.patter.2021.100381.
- [8] A. Maulana and N. Latifah Dwi Mutiara Sari, "Literatur Review Implementasi Artificial Intelligence dalam Pertanian," *Seminar Nasional Informatika-FTI UPGRIS*, vol. 2, 2024.
- [9] J. M. Altayeb *et al.*, "AI-Driven Innovations in Agriculture: Transforming Farming Practices and Outcomes," 2024. [Online]. Available: www.ijeais.org/ijaar
- [10] X. Li, "Prospects of artificial intelligence applications in future agriculture," vol. 4, no. 2, pp. 171–180, 2024, doi: 10.50908/arr.4.2_171.
- [11] N. L. Tsakiridis *et al.*, "Versatile Internet of Things for Agriculture: An eXplainable AI Approach," in *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Springer, 2020, pp. 180–191. doi: 10.1007/978-3-030-49186-4_16.
- [12] P. T. Khanh, T. T. H. Ngoc, and S. Pramanik, "Future of smart agriculture techniques and applications," in *Handbook of Research on AI-Equipped IoT Applications in High-Tech Agriculture*, IGI Global, 2023, pp. 365–378. doi: 10.4018/978-1-6684-9231-4.ch021.
- [13] R. Mark, "Ethics of Using AI and Big Data in Agriculture: The Case of a Large Agriculture Multinational," *The ORBIT Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 1–27, 2019, doi: 10.29297/orbit.v2i2.109.
- [14] M. Ryan, G. Isakhanyan, and B. Tekinerdogan, "An interdisciplinary approach to artificial intelligence in agriculture," *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, vol. 95, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1080/27685241.2023.2168568.
- [15] M. Vasileiou *et al.*, "Transforming weed management in sustainable agriculture with artificial intelligence: A systematic literature review towards weed identification and deep learning," *Crop Protection*, vol. 176, Feb. 2024, doi: 10.1016/j.cropro.2023.106522.
- [16] M. Wakchaure, B. K. Patle, and A. K. Mahindrakar, "Application of AI techniques and robotics in agriculture: A review," Dec. 01, 2023, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.ailsci.2023.100057.