

## Literatur Review Implementasi Artificial Intelligence dalam Pertanian

Andrian Maulana<sup>\*1</sup>, Nur Latifah Dwi Mutiara Sari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Informatika, Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang

\*Email: [andrianmaulana5612@gmail.com](mailto:andrianmaulana5612@gmail.com)<sup>1</sup>, [nurlatifah@upgris.ac.id](mailto:nurlatifah@upgris.ac.id)<sup>2</sup>.

### Abstract

The implementation of Artificial Intelligence (AI) in agriculture has become a focus of research to improve efficiency, productivity and sustainability of practices in the agricultural sector. Although much research has been conducted regarding the implementation of AI in agriculture, there is a significant gap in research in terms of focus on implementation potential, solutions to solve problems, and the algorithms and engineering methods used. This research uses the Systematic Literature Review (SLR) method by analyzing various studies on this topic. Data was collected from scientific journals, research reports, and other relevant publications. Literature results have answered the Research Question. Algorithms such as SVM, CNN, and LSTM are effective in detecting plant diseases, predicting crop yields, and optimizing resource use. ML, Computer Vision, Deep Learning, IoT, and Remote Sensing are also widely used in AI research in agriculture. This research found that SVM with IoT achieved 78.1% - 87.4% accuracy, remote sensing with machine learning achieved 81.5% - 99% for identifying land that needed additional pesticide and nutrient treatment, and AI integration with Big Data achieved 95% - 99% accuracy in detecting plant diseases and pest attacks. SVM also recorded an accuracy of 92.93% - 94.95% in soil type classification. These technologies are effective in increasing agricultural efficiency. AI in agriculture improves automatic irrigation with the SARIMAX Algorithm and QUHOMA platform, as well as detecting bad weather and crop diseases using drones and IoT. AI systems optimize crop types, planting times and precision pesticide applications with drones and robot sprayers to reduce environmental impact. Although the potential of AI in agriculture is enormous, further research is still needed with a focus on the algorithms and engineering methods used to maximize AI technology in the agricultural sector

Keywords: Artificial Intelligence, Algorithms, Agriculture, Implementation

### Abstrak

Implementasi *Artificial Intelligence (AI)* di bidang pertanian telah menjadi fokus penelitian untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan praktik di sektor pertanian. Meskipun banyak penelitian telah dilakukan mengenai implementasi AI di bidang pertanian, terdapat kesenjangan dalam penelitian yang signifikan dalam hal fokus pada potensi implementasi, solusi untuk menyelesaikan masalah, serta algoritma dan metode teknik yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review (SLR)* dengan menganalisis berbagai penelitian mengenai topik tersebut. Data dikumpulkan dari jurnal ilmiah, laporan penelitian, dan publikasi terkait lainnya yang relevan. Hasil Literatur telah menjawab *Research Question*. Algoritma seperti SVM, CNN, dan LSTM efektif dalam mendeteksi penyakit tanaman, memprediksi hasil panen, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. ML, *Computer Vision*, *Deep Learning*, IoT, dan *Remote Sensing* juga digunakan luas dalam penelitian AI di pertanian. Penelitian ini menemukan bahwa SVM dengan IoT mencapai akurasi 78.1% - 87.4%, *remote sensing* dengan *machine learning* mencapai 81.5% - 99% untuk identifikasi lahan yang membutuhkan perlakuan pestisida dan nutrisi tambahan, dan integrasi AI dengan *Big Data* mencapai akurasi 95% - 99% dalam mendeteksi penyakit tanaman dan serangan hama. SVM juga mencatat akurasi 92.93% - 94.95% dalam klasifikasi jenis tanah. Teknologi-teknologi ini efektif meningkatkan efisiensi pertanian. AI dalam pertanian memperbaiki irigasi otomatis dengan Algoritma SARIMAX dan platform QUHOMA, serta mendeteksi cuaca buruk dan penyakit tanaman menggunakan drone dan IoT. Sistem AI

mengoptimalkan jenis tanaman, waktu tanam, dan aplikasi pestisida presisi dengan drone dan robot penyemprot untuk mengurangi dampak lingkungan. Meskipun potensi AI dalam pertanian sangat besar, penelitian lebih lanjut masih diperlukan dengan fokus pada algoritma dan metode teknik yang digunakan untuk memaksimalkan teknologi AI di sektor pertanian.

Kata Kunci: Kecerdasan Buatan, Algoritma, Pertanian, Implementasi

## 1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, implementasi *Artificial Intelligence*(AI) dalam sektor pertanian telah menjadi fokus utama bagi para peneliti di seluruh dunia. Tantangan utama yang dihadapi sektor pertanian saat ini meliputi peningkatan kebutuhan pangan akibat pertumbuhan populasi global, perubahan iklim yang mempengaruhi pola cuaca dan kesuburan tanah, serta keterbatasan sumber daya alam seperti air dan lahan pertanian. Selain itu, petani juga dihadapkan pada masalah efisiensi operasional dan pengendalian hama yang efektif tanpa merusak lingkungan. Para peneliti berusaha mencari solusi yang dapat mengatasi masalah-masalah ini dengan memanfaatkan teknologi AI untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan dalam praktik pertanian. Penelitian yang sudah ada menunjukkan bahwa teknologi AI dalam pertanian memiliki banyak manfaat untuk mencapai pertanian yang berkelanjutan. Rozhkova et al. 2022 [1], menjelaskan Prospek pembangunan pertanian di masa depan akan menjadi sangat penting jika AI digunakan untuk modernisasi dan keberlanjutan pertanian di masa depan. Teknologi seperti sensor pintar, pembelajaran mesin, dan perangkat otomatis dapat meningkatkan produksi pertanian secara signifikan. AI juga dapat membuat produksi lebih ramah lingkungan, mengurangi pemborosan sumber daya, dan mendukung ketahanan pangan global.

AI memiliki tujuan untuk mencapai sistem yang dapat meniru atau melampaui kemampuan manusia dalam melakukan tugas tertentu dengan akurasi dan efisiensi yang lebih tinggi. Dalam konteks pertanian, AI diterapkan melalui metode dan teknologi seperti *Computer Vision* Metode yang digunakan untuk mengembangkan sistem yang dapat memahami dan menafsirkan gambar dan video, *Natural Language Processing (NLP)* Metode yang digunakan untuk mengembangkan sistem yang dapat memahami dan memproses bahasa manusia, *Machine Learning (ML)* adalah metode yang mempunyai kemampuan untuk mempelajari sesuatu tanpa diprogram, dan Metode *Deep Learning (DL)* adalah pembelajaran jaringan saraf yang mendalam [2]. Implementasi AI dalam pertanian menawarkan banyak keuntungan, namun juga ada tantangan dalam mempopulerkan penggunaan sistem berbasis AI. Tantangan ini termasuk kebutuhan data digital yang lebih banyak dan berkualitas tinggi, serta pengembangan algoritma yang lebih baik untuk menangani situasi yang kompleks. Digitalisasi data pertanian [3] akan menjadi bahan bakar utama bagi solusi AI, memungkinkan model AI untuk berkembang dan bisa di kombinasikan dengan teknologi lain seperti *Internet of Things* untuk mendapatkan daya tarik yang lebih besar di bidang ini. Pendekatan seperti metode *Deep learning* dianjurkan untuk mengatasi beberapa tantangan ini.

Namun, Salah satu hambatan utama dalam penerapan AI di bidang pertanian adalah kurangnya solusi yang mudah digunakan oleh petani. Banyak petani tidak memiliki waktu atau keterampilan digital untuk mempelajari solusi AI sendiri. Untuk mengatasi ini, solusi AI baru harus bisa diintegrasikan dengan sistem dan alat yang sudah digunakan oleh petani. Selain itu, membangun infrastruktur data dan model AI yang kuat memerlukan waktu yang cukup lama [4]. Dalam artikel yang ditulis Widiyanto [5], dijelaskan banyak karya ilmiah unggulan telah dikembangkan, menghasilkan berbagai artikel penelitian. Para penulis sering menganalisis potensi dan solusi dari berbagai sudut pandang untuk menentukan teknologi AI apa yang paling cocok. Misalnya, teknologi dalam Pertanian Cerdas menunjukkan peluang dan tantangan dalam memanfaatkan inovasi ini. Penelitian hanya berfokus pada apa yang dapat dilakukan kecerdasan buatan (AI) dalam Smart Farming, bukan pada metode pengembangan AI secara detail.

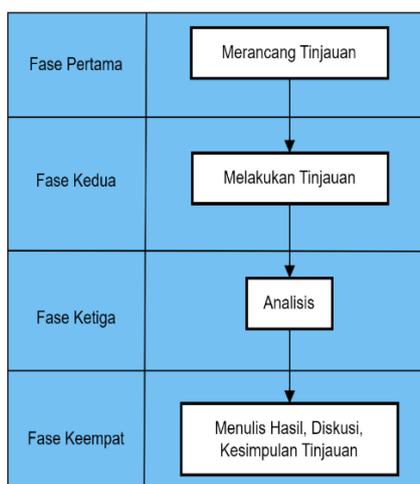
Penulis melakukan *literature* menggunakan jurnal-jurnal dari penelitian AI sebelumnya yang memaparkan Implementasi, metode, Teknologi dan Algoritma AI untuk pertanian.

Perbedaan pada penelitian-penelitian sebelumnya, penulis hanya berfokus pada potensi dan solusi untuk implementasi AI dalam pertanian, mencari metode dan algoritma dalam penelitian yang sudah ada untuk melakukan analisis dan diskusi mengenai hasil yang dapat di implementasikan pada pemanfaatan teknologi AI di lingkup pertanian tertentu. Karena sangat penting untuk digunakan pada penelitian di masa depan atau praktisi pertanian agar selanjutnya bisa menemukan metode pengembangan dan algoritma AI yang terbaik atau sering digunakan untuk di implementasikan dalam pertanian di masa depan.

**2. Metode**

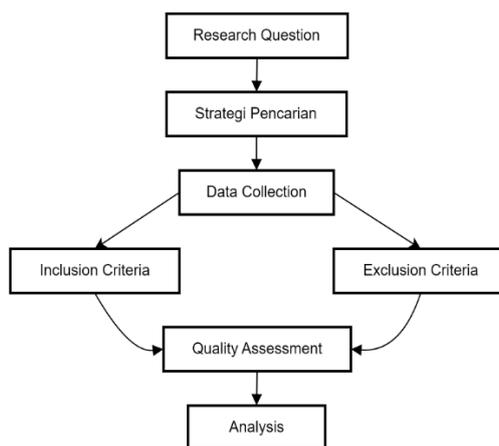
**A. Systematic Literature Review**

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, proses melakukan *literature review* menggunakan empat fase; 1.Merancang tinjauan, 2.Melakukan tinjauan, 3.Analisis, 4.Menulis hasil, diskusi, kesimpulan tinjauan[6] Selanjutnya akan menampilkan *flowchart* metodologi[5] seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi

Pada Gambar 1, Fase Pertama dalam melakukan *literature review* membuat perancangan tinjauan dimana penulis akan merancang *Research Question, Search Question, Inclusion and Exclusion Criteria, Quality Assesment, dan Data Collection* [7] Diagram perancangan di tampilan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Perancangan Tinjauan

**B. Research Question**

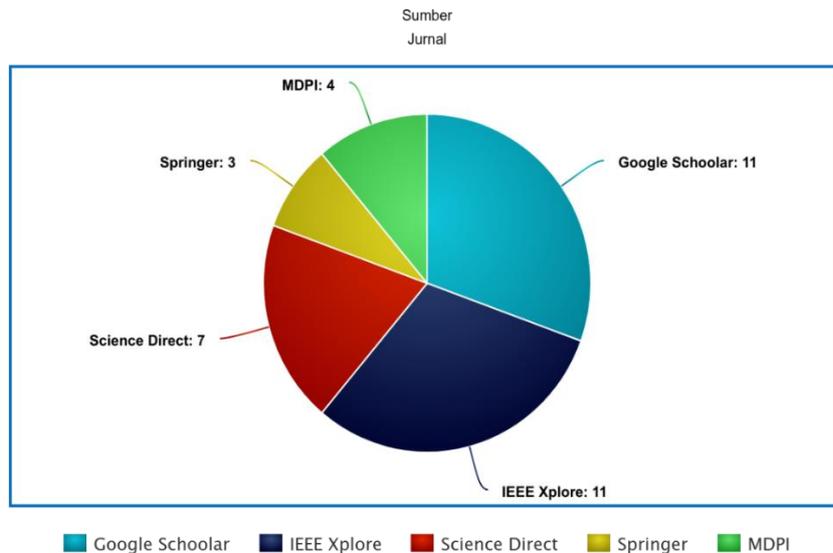
*Research Question* adalah pertanyaan yang dirumuskan oleh peneliti untuk memandu dan fokus pada penelitian yang akan dilakukan. Pertanyaan ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang akan diteliti dan menentukan arah serta tujuan dari penelitian tersebut. Pertanyaan penelitian yang baik harus jelas, spesifik, dan harus dapat dijawab melalui pengumpulan dan analisis data. Penulis membuat tiga RQ yang telah disesuaikan dengan topik penelitian:

Tabel 1. Research Question Pada Literatur Review

ID	Research Question	Penjelasan
RQ1	Algoritma AI apa saja yang digunakan dalam pertanian?	Mengidentifikasi Algoritma apa yang digunakan untuk Implementasi AI dalam Pertanian.
RQ2	Manakah metode dan teknologi AI yang paling banyak dibahas dalam penelitian pertanian?	Mengidentifikasi Metode dan Teknologi apa yang sering dibahas untuk Implementasi AI dalam Pertanian dalam penelitian
RQ3	Apa Metode dan teknologi yang paling efektif dalam akurasi yang diimplementasikan pertanian?	Mengidentifikasi kombinasi Metode dan Algoritma dengan teknologi terbaik dalam hal akurasi yang digunakan pertanian
RQ4	Bagaimana AI dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam pertanian berkelanjutan?	Mengidentifikasi Implementasi AI dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam pertanian. seperti peningkatan efisiensi dan peningkatan produktivitas,

**C. Strategi Pencarian**

Pencarian Jurnal penelitian dilakukan melalui *database* akademik seperti Google Scholar, *IEEE Explore* ([ieeexplore.ieee.org](http://ieeexplore.ieee.org)), *ScienceDirect* ([sciencedirect.com](http://sciencedirect.com)), Springer ([springerlink.com](http://springerlink.com)), MDPI ([mdpi.com](http://mdpi.com)). yang diterbitkan antara 2019-2024, dan hasil pencarian jurnal di tampilkan pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Diagram Pie Penglompokan Sumber Jurnal

**D. 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.

### E. Inclusion and Exclusion 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 dimasukkan

### F. 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.

Tabel 2. Quality Assesment

ID	Quality Assessment
QA1	Apakah jurnal relevan dan terkait AI dalam pertanian berkelanjutan?
QA2	Apakah di jurnal dituliskan implementasi dan solusi AI dalam pertanian berkelanjutan?
QA3	Apakah pada jurnal berisi model, algoritma, metode dan teknologu AI dalam pertanian berkelanjutan?

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Pembahasan Hasil Literatur

#### A. Algoritma yang Digunakan dalam AI di Pertanian

Pada poin pertama ini membahas tentang Algoritma apa saja yang digunakan dan apa tujuan diimplementasikan untuk memberikan solusi dalam sektor pertanian, menganalisis tujuan algoritma, tiap jurnal yang memaparkan tujuan akan di kelompokkan berdasarkan jenis algoritmanya. berikut tabel hasil literatur tabel 3.

Tabel 3. Hasil Literatur Algoritma dan tujuan

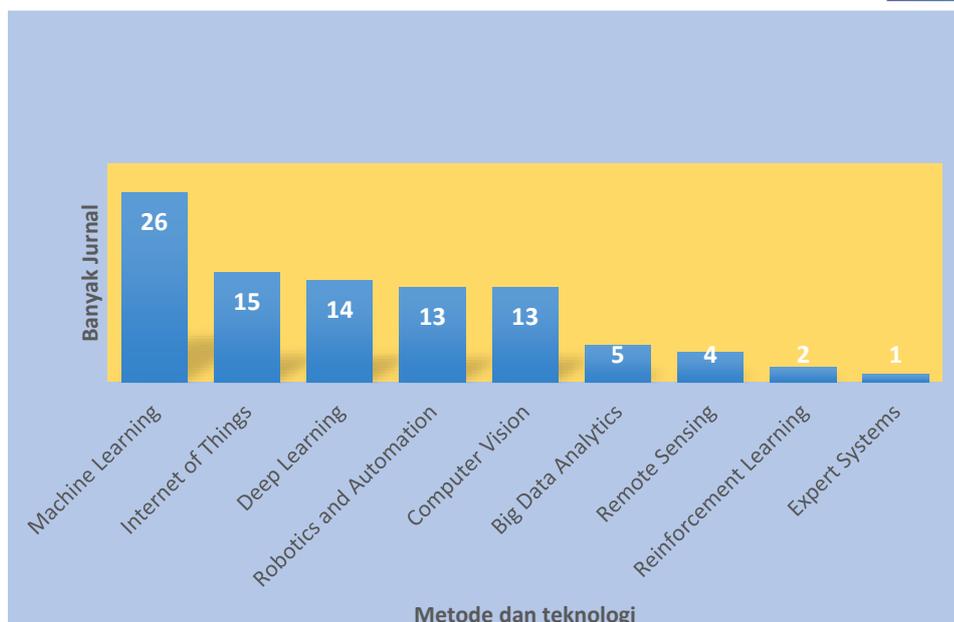
No	Jurnal	Tujuan	Algoritma
1	[2], [4], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15] [16]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pemrosesan gambar untuk klasifikasi vegetasi,</li> <li>• deteksi penyakit tanaman,</li> <li>• identifikasi hama pada tanaman deteksi hama atau penyakit pada tanaman</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Support Vector Machine (SVM)</i></li> </ul>
3	[12][4] [8] [10] [11] [5][14] [17] [18]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifikasi penyakit dan gulma pada tanaman.</li> <li>• penghitungan buah, dan prediksi hasil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Convolutional Neural Networks(CNN)</i></li> </ul>
4	[19] [18]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analisis data., analisis citra penginderaan jauh</li> <li>• mengidentifikasi pencoklatan dan total padatan terlarut dalam buah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Partial Least Square Regression(PLSR)</i></li> </ul>
5	[19]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analisis data.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System(ANFIS)</i></li> </ul>
6	[19] [11] [20]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prediksi dalam pertanian.</li> <li>• memprediksi tenaga angin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Long Short-Term Memory(LSTM)</i></li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• seperti pengenalan tulisan tangan, pengenalan ucapan, dan pemrosesan bahasa alami</li> </ul>	
7	[19] [11]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk data urutan prediksi cuaca atau pola pertumbuhan tanaman berdasarkan data historis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Recurrent Neural Networks (RNN)</i></li> </ul>
8	[4] [5]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pengelompokan data yang dapat membantu identifikasi pola-pola tertentu dalam data pertanian.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>K-Means</i></li> </ul>
9	[4] [14]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• membuat keputusan berdasarkan serangkaian aturan yang didefinisikan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Decision Tree</i></li> </ul>
10	[8]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• untuk estimasi ukuran dan volume pada buah seperti apel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Regresi Logistic</i></li> </ul>
11	[21] [15]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• proses klasifikasi keakuratan</li> <li>• untuk membandingkan data sensor yang dikumpulkan dari lapangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>K-Nearest Neighbors (KNN)</i></li> </ul>
12	[22]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• memproses kumpulan data visual besar dan rumit dengan akurasi tinggi</li> <li>• pengelolaan gulma dan analisis citra spesies tanaman.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Deep Belief Networks (DBN)</i></li> </ul>
13	[23] [24]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• optimisasi parameter atau keputusan dalam pertanian. untuk solusi terbaik berdasarkan proses evolusi alami.</li> <li>• memberikan keputusan yang presisi dan perkiraan guna meningkatkan produktivitas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Genetic Algorithm (GA)</i></li> </ul>

Tabel tersebut menyajikan mengenai berbagai algoritma yang telah diterapkan dalam sektor pertanian berdasarkan hasil literatur ilmiah. Walaupun tabel ini mencakup beberapa algoritma utama seperti *Support Vector Machine (SVM)*, *Convolutional Neural Networks (CNN)*, *Partial Least Square Regression (PLSR)*, dan lainnya, sebenarnya masih terdapat banyak algoritma lain yang juga dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi pertanian. Algoritma-algoritma ini telah terbukti efektif dalam melaksanakan berbagai tugas seperti pemrosesan citra untuk klasifikasi vegetasi, deteksi penyakit dan hama tanaman, prediksi hasil panen, analisis data penginderaan jauh, serta optimasi parameter pertanian. Namun, penting untuk dicatat bahwa sektor pertanian terus berkembang dengan cepat, diiringi oleh penelitian dan inovasi baru yang memperkenalkan algoritma dan teknik baru yang dapat lebih meningkatkan efisiensi dan produktivitas sektor ini. Oleh karena itu, tabel ini hanya menggambarkan sebagian dari spektrum luas algoritma yang tersedia dan digunakan dalam sektor pertanian.

**B. Metode dan teknologi yang paling sering dibahas dalam penilitan AI di Pertanian**

Pada Poin sebelumnya membahas spesifik algoritma dan tujuan digunakan, di poin ini membahas tentang metode dan teknologi yang sering dibahas dalam penelitian AI dalam Pertanian. Hasil analisis bisa di lihat pada gambar yang menampilkan diagram batang berikut.



Gambar 4. Pengelompokan Jenis metode dan teknologi yang sering dibahas

Metode *Machine Learning (ML)* telah menjadi metode yang paling banyak dibahas dalam penelitian *Artificial Intelligence* di sektor pertanian. Ini disebabkan oleh kemampuannya untuk menangani data yang besar dan kompleks serta memberikan hasil yang akurat dalam berbagai tugas analisis. Dalam konteks pertanian, ML digunakan untuk klasifikasi, prediksi, dan optimasi berbagai proses. Algoritma seperti *K-Means*, *Decision Tree*, dan *Random Forest* sangat efektif untuk memprediksi hasil panen, mendeteksi penyakit tanaman, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk. Contohnya, ML dapat menganalisis data cuaca, kelembaban tanah, dan data historis hasil panen untuk memberikan rekomendasi yang tepat kepada petani tentang kapan dan bagaimana cara terbaik untuk menanam dan memanen tanaman mereka.

Selain itu, integrasi ML dengan teknologi dan metode lain seperti *Internet of Things (IoT)* dan *Computer Vision* memperluas aplikasi kecerdasan buatan di pertanian. IoT memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* dari berbagai sensor yang ditempatkan di lapangan, seperti sensor kelembaban, suhu, dan cahaya. Data ini kemudian dianalisis menggunakan algoritma ML untuk memberikan wawasan yang dapat ditindaklanjuti, misalnya, sistem irigasi otomatis yang mengoptimalkan penggunaan air berdasarkan kondisi tanah saat ini. Bhat S, Huang N [25] mengatakan otomatisasi dan penerapan *Internet of Things (IoT)*, *robotic*, dan *big data* diharapkan dapat memainkan peran penting di berbagai bidang pertanian selain pertanian presisi. Penggunaan metode pembelajaran terukur berbasis data berkinerja tinggi memberikan pengambilan keputusan yang lebih baik secara *real-time* dari sensor ke petani.

### C. Metode dan teknologi akurasi terbaik yang digunakan untuk implementasi AI di pertanian

Pada poin ini membahas kombinasi metode dan teknologi yang telah di analisis pada poin sebelumnya, metode dan teknologi yang paling banyak dibahas dalam penelitian karena terbukti dengan hasil implementasinya pada sektor pertanian, tetapi apa kombinasi terbaik antara metode dan teknologi yang paling membantu pada pengelolaan pertanian. Ada banyak kombinasi teknologi yang telah ada, penulis hanya fokus dalam memaparkan kombinasi terbaik berdasarkan pemanfaatan dan efisiensinya, dan untuk validitas menggarisbawahi analisis ini menghasilkan temuan yang terbaik menurut pandangan penulis.

Metode pembelajaran mesin berbasis AI dan algoritma seperti Support Vector Machine (SVM), yang merupakan salah satu dari banyak jenis klasifikasi, digunakan untuk mengklasifikasikan data secara akurat. Dijelaskan oleh Junaid M, Shaikh A [26], pertanian cerdas dengan bantuan IoT dan menggunakan metode pembelajaran mesin yang kuat untuk menganalisis secara presisi dan menyebarkan data secara efisien dari dan ke pengguna akhir seperti petani, penasihat, dan peneliti.

Penggunaan *Machine learning* untuk belajar dari data tanpa perlu diprogram secara eksplisit. Algoritma *machine learning* seperti regresi, klasifikasi, dan pengelompokan dapat diterapkan untuk menganalisis data pertanian dan membuat prediksi [27]. Kombinasi dari *Remote Sensing dan Machine Learning* [28] untuk mengidentifikasi area dalam lahan, menentukan strategi adaptif, dan mengurangi dampak lingkungan melalui penggunaan nutrisi dan pestisida yang lebih efisien.

Kombinasi metode dan teknologi *remote sensing* dan analisis *Big Data* memiliki potensi besar untuk mempercepat tercapainya pertanian berkelanjutan yang lebih efektif. Seperti yang dijelaskan Martos V, Ahmad A [29] AI dapat memproses data dari pemantauan jarak jauh untuk memberikan wawasan mengenai kondisi pertanian, seperti pola pertumbuhan tanaman, kebutuhan air, serta deteksi dini penyakit atau serangan hama. Integrasi AI juga memungkinkan kerjasama lintas sistem *remote sensing* agar data yang diperoleh bisa dimanfaatkan secara optimal dalam berbagai aplikasi pertanian. Dari keseluruhan, integrasi AI dan big data dalam pemantauan jarak jauh mengubah pertanian menjadi lebih meningkatkan efisien dan produktif.

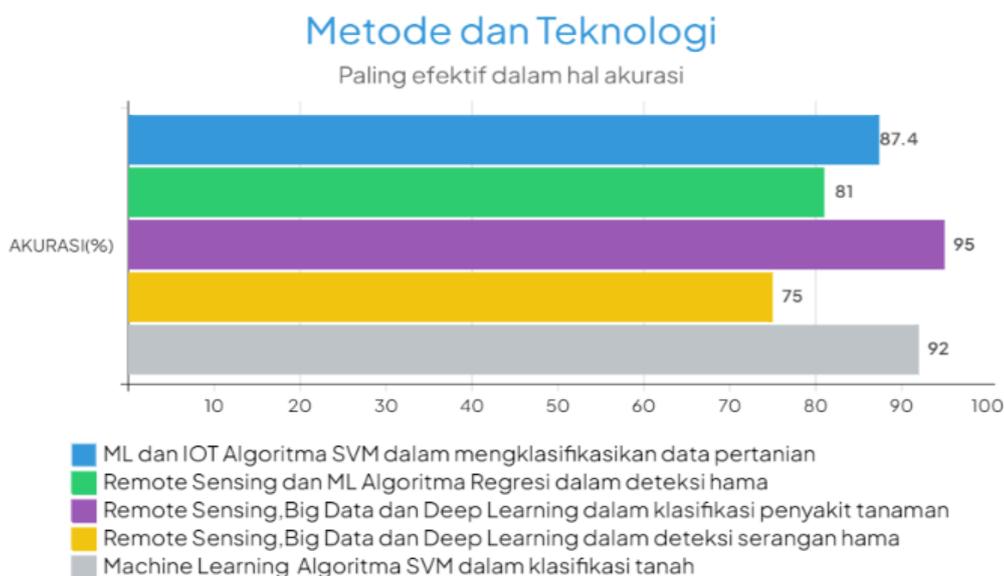
Metode machine learning dengan algoritma k-Nearest Neighbor (k-NN) berbobot, Bagged Trees, dan Support Vector Machines (SVM) berbasis kernel Gaussian untuk meningkatkan akurasi prediksi dalam klasifikasi jenis tanah dan rekomendasi tanaman. [15] Teknologi ini diterapkan untuk mengklasifikasikan jenis tanah berdasarkan ciri-ciri kimia tanah, memberikan rekomendasi tanaman yang cocok untuk ditanam pada jenis tanah tersebut, dan meningkatkan produktivitas pertanian dengan membantu petani menentukan tanaman yang akan tumbuh lebih baik pada jenis tanah tertentu.

Tabel 4. Metode dan teknologi efektif dalam hal akurasi

Jurnal	Akurasi	hasil
[26]	78.1%-87.4%.	Machine learning dengan algoritma SVM dan bantuan teknologi IoT untuk mengklasifikasikan data secara akurat. Secara keseluruhan, pendekatan ini berjalan dengan baik dan mencapai efisiensi kinerja dalam hal akurasi sebesar 78.1%-87.4%.
[27], [28]	81,5-99%	<i>Remote Sensing dan machine learning</i> dengan Algoritma seperti regresi, klasifikasi, dan pengelompokan secara akurat mengidentifikasi lahan yang terdapat hama untuk penggunaan pestisida dan nutrisi tanaman. menguji delapan algoritme ML dan mencapai akurasi yang mengesankan sebesar 81,5% hingga 99% dalam memprediksi
[29]	95%-99%, 75%	<i>Remote Sensing dan Big Data yang terintegrasi deep learning dalam hal akurasi digunakan untuk menganalisis</i> deteksi dini penyakit dan deteksi lahan berpotensi serangan hama. Baru-baru ini, “DESTIN”, deliniasi lahan tanaman dilaporkan dengan akurasi 95–99%. Peneliti melaporkan peningkatan akurasi sebesar 12% dibandingkan dengan metode yang dilaporkan

		sebelumnya, yang secara keseluruhan lebih dari 75% untuk klasifikasi penyakit tanaman.
[15]	92,93% 94.95	- Meskipun algoritma dari <i>machine learning</i> seperti KNN berbobot dan Bagged Trees juga menunjukkan akurasi yang baik, SVM menonjol sebagai algoritma dengan akurasi tertinggi dalam klasifikasi tanah. Khususnya, dalam eksperimen yang dilakukan, metode <i>machine learning</i> berbasis SVM mencapai akurasi rata-rata sebesar 92,93% hingga 94,95%, yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode klasifikasi tanah lainnya yang ada dalam studi ini.

Dari Tabel 4 berisi hasil temuan literatur pada jurnal, akurasi terbaik yang di dapatkan pada hasil analisis prediktif dan analisis data untuk menyelesaikan berbagai klasifikasi dalam pertanian. Untuk akurasi dari berbagai metode dan teknologi akan di gambarkan dalam grafik sumbu seperti berikut.



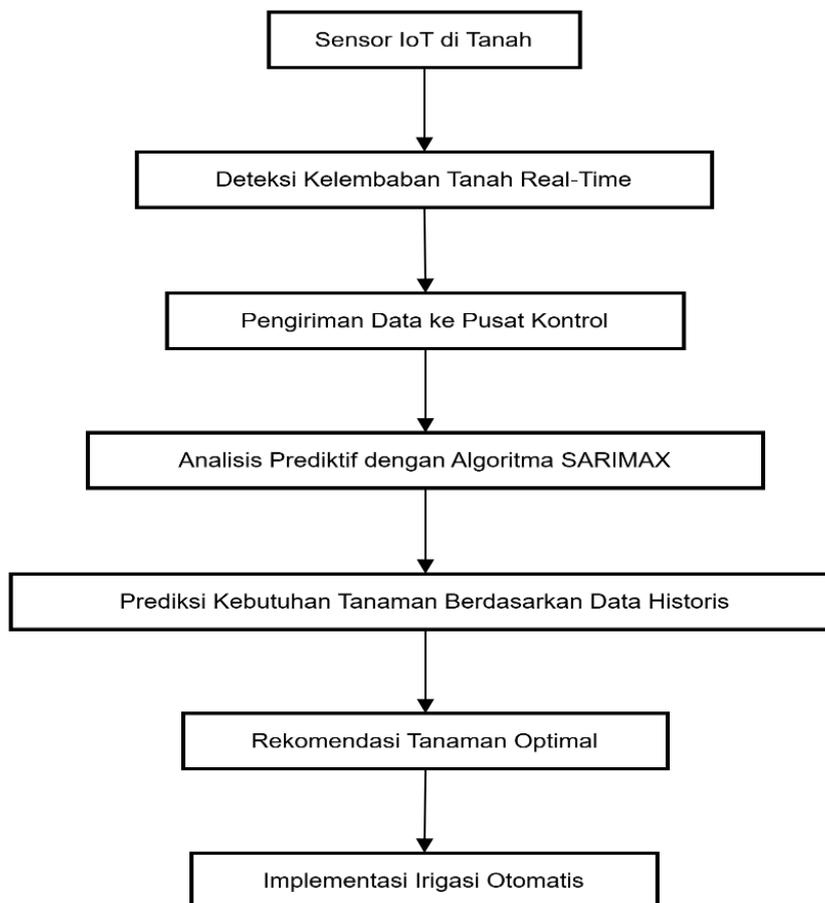
Gambar 5. Grafik Sumbu Perbandingan Akurasi Metode dan teknologi

**D. Implementasi AI dalam menyelesaikan masalah pada sektor pertanian**

Setelah di poin sebelumnya membahas algoritma dan metode serta teknologi spesifik AI, pada poin ini akan membahas tentang bagaimana implementasi AI bisa menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam pertanian keberlanjutan. Di poin ini akan dibahas permasalahan yang paling banyak dibahas di penelitian yang sudah ada, seperti peningkatan efisiensi dan peningkatan produktivitas. Peningkatan efisiensi dan produktivitas dalam pertanian adalah upaya untuk meminimalkan input dari sumber daya yang tersedia, seperti lahan, air, tenaga kerja, untuk menghasilkan lebih banyak hasil panen. Permasalahan mencakup manajemen sumber daya, penanaman, pemanenan, sistem irigasi, dan pemeliharaan tanaman . berikut beberapa temuan dari literatur yang

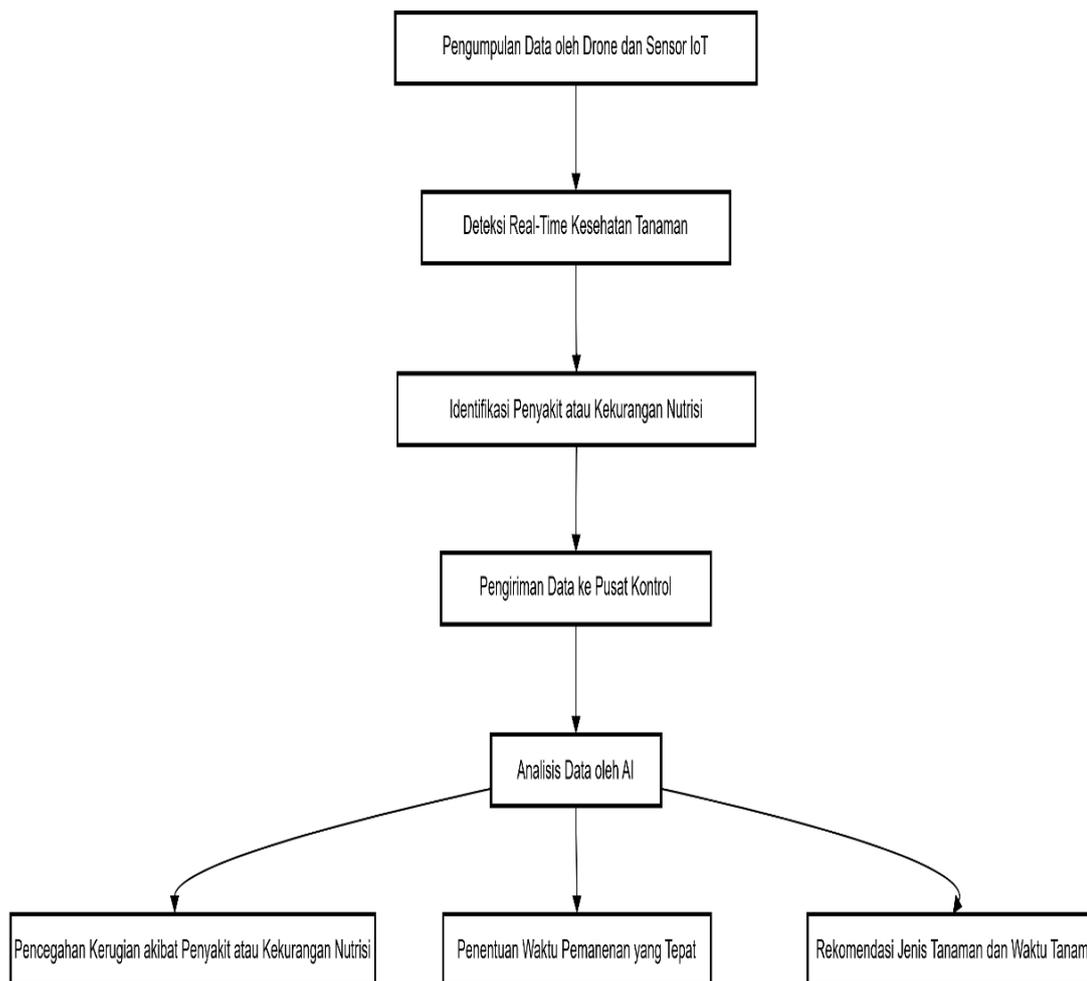
Shandilya U, Khanduja V [30] menjelaskan Penggunaan sensor IoT untuk irigasi otomatis yang mendeteksi kelembaban tanah secara *real-time*, dikombinasikan dengan analisis prediktif melalui algoritma *SARIMAX* untuk memberikan rekomendasi tanaman berdasarkan data historis, merupakan langkah signifikan dalam modernisasi

pertanian. Teknologi ini berpotensi meningkatkan efisiensi manajemen sumber daya air dan pemeliharaan tanaman. Selain itu Linaza M, Posada J [31], Peningkatan efisiensi air menggunakan Platform irigasi *QUHOMA* memanfaatkan analisis prediktif berbasis AI untuk mengoptimalkan penggunaan air, sehingga menghasilkan pengurangan signifikan dalam konsumsi air. Dari dua implementasi tersebut dapat dikatakan implementasi kecerdasan buatan dalam pertanian memberikan keuntungan bagi petani untuk manajemen sumber daya dan pemeliharaan tanaman. Alur implementasi akan di paparkan dalam gambar berikut.



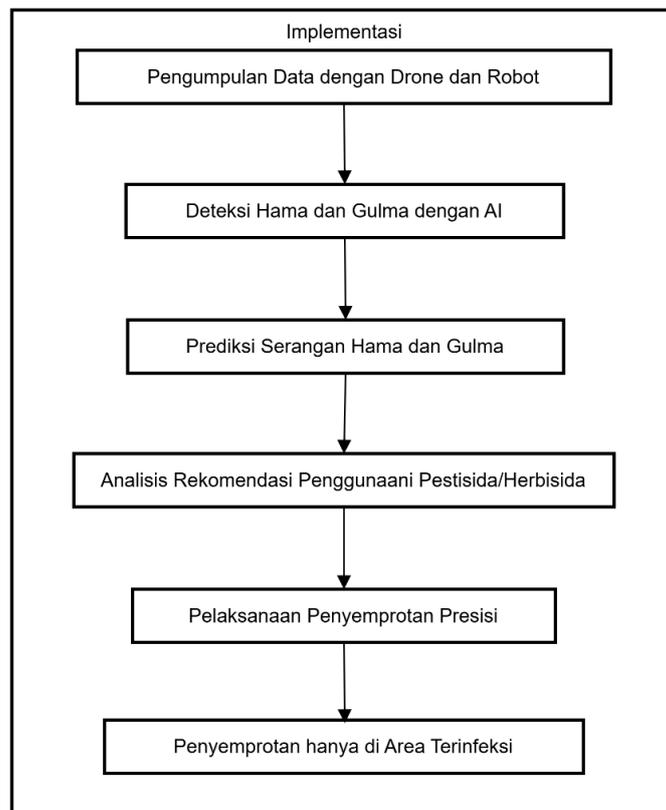
Gambar 5. Alur Implementasi Shandilya U[30]

Pemeliharaan tanaman penting untuk menjaga kondisi tanaman dari cuaca buruk dan penyakit tanaman, seperti yang dijelaskan Said Mohamed E, Belal A [32] Sistem pemantauan kesehatan tanaman secara real-time menggunakan drone dan IoT untuk deteksi dini penyakit atau kekurangan nutrisi, memungkinkan intervensi cepat untuk menghindari kerugian. Drone dan sensor terintegrasi untuk memantau kematangan tanaman, memungkinkan penjadwalan pemanenan yang tepat untuk memaksimalkan hasil panen. Dan juga penanaman menggunakan sistem pendukung keputusan berbasis AI untuk menentukan jenis tanaman terbaik yang sesuai dengan kondisi tanah dan iklim lokal, serta waktu penanaman yang optimal. Implementasi ini memungkinkan petani menghindari kerugian yang sulit di prediksi seperti cuaca buruk dan penyakit tanaman. Alur implementasi akan di paparkan dalam gambar berikut.



Gambar 6. Alur Implementasi Shandilya U[30]

Drone dan robot dapat digunakan untuk penyemprotan pestisida dan herbisida secara presisi [33]. Hal ini memungkinkan penggunaan bahan kimia secara lebih efektif dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, Sistem berbasis AI dapat mendeteksi keberadaan hama dan gulma dengan akurat, dan juga memprediksi serangan hama dan gulma serta menentukan waktu yang tepat untuk aplikasi pestisida dan herbisida, penyemprotan dapat dilakukan hanya di area yang terinfeksi, bukan di seluruh lahan pertanian. Sehingga dari implementasi tersebut bisa mengurangi penggunaan dan meminimalkan dampak negatif dari penggunaan pestisida dan herbisida terhadap lingkungan pertanian. Alur implementasi akan di paparkan dalam gambar berikut.



Gambar 7. Alur Implementasi Talaviya T[33]

#### 4. Kesimpulan

Implementasi *Artificial Intelligence (AI)* dalam sektor pertanian telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review (SLR)* untuk menganalisis berbagai studi yang telah dilakukan mengenai topik ini. Hasil analisis menunjukkan bahwa AI dapat menyediakan solusi inovatif dalam berbagai aspek pertanian seperti manajemen sumber daya, pemantauan kesehatan tanaman, dan optimalisasi penggunaan air. Berikut adalah hasil kesimpulan dari literatur yang menjawab Research Question.

##### **RQ1. Algoritma yang digunakan dalam Pertanian**

Algoritma seperti *Support Vector Machine (SVM)*, *Convolutional Neural Networks (CNN)*, dan *Long Short-Term Memory (LSTM)* terbukti efektif dalam mendeteksi penyakit tanaman, memprediksi hasil panen, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.

##### **RQ2. Metode dan teknologi yang banyak dibahas di penilitan**

Hasil analisis metode dan teknologi yang banyak dibahas di penelitian. Dalam Gambar 4 berisi grafik pengelompokan jurnal untuk metode dan teknologi yang sering dibahas seperti Metode *Machine Learning (ML)* dan teknologi seperti *Internet of Things (IoT)* telah diterapkan secara luas dalam penelitian AI di bidang pertanian. Selain itu, integrasi ML dengan teknologi dan metode lain seperti *Internet of Things (IoT)* dan *Computer Vision* memperluas aplikasi kecerdasan buatan di pertanian. Otomatisasi dan penerapan *Internet of Things (IoT)*, *robotic*, dan *big data* diharapkan dapat memainkan peran penting di berbagai bidang pertanian selain pertanian presisi. Kombinasi AI dengan teknologi ini tidak hanya meningkatkan hasil panen tetapi juga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Sebagai contoh, penggunaan sensor IoT untuk irigasi otomatis yang mendeteksi kelembaban tanah secara *real-time* dapat meningkatkan efisiensi manajemen air dan pemeliharaan tanaman.

### **RQ3. Metode dan teknologi paling efektif dalam hal akurasi**

Dalam penelitian ini, berbagai kombinasi metode dan teknologi telah menghasilkan temuan untuk metode dan teknologi paling efektif dalam hal akurasi Implementasi AI dalam pertanian. SVM dengan dukungan IoT terbukti efektif dengan akurasi mencapai 78.1% - 87.4%, memungkinkan pengklasifikasian data yang akurat. Penggunaan remote sensing dengan machine learning juga memberikan hasil yang mengesankan dengan akurasi antara 81.5% - 99%, khususnya dalam identifikasi lahan yang memerlukan perlakuan pestisida dan nutrisi tambahan. Integrasi AI dan *Big Data* dalam pemantauan jarak jauh mampu mencapai akurasi tinggi, sekitar 95% - 99%, dalam mendeteksi dini penyakit tanaman dan serangan hama. Selain itu, SVM dalam klasifikasi jenis tanah menunjukkan akurasi rata-rata 92.93% - 94.95%, lebih unggul dibandingkan metode lain seperti KNN dan *Bagged Trees*. Kombinasi-kombinasi ini menawarkan solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian melalui penerapan teknologi canggih dan metode analisis yang presisi.

### **RQ4. Implementasi AI dalam menyelesaikan masalah pada pertanian**

Hasil literatur dari *Research Question* bagaimana implementasi AI dalam menyelesaikan masalah pada pertanian. Banyak implementasi AI dalam menyelesaikan masalah pada pertanian, tetapi dalam menyelesaikan masalah seperti irigasi otomatis yang mendeteksi kelembaban tanah *secara real-time bisa menggunakan Algoritma SARIMAX (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables)* dan platform irigasi QUHOMA memanfaatkan analisis prediktif untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya air. Selain itu, menyelesaikan masalah seperti menjaga kondisi tanaman dari cuaca buruk dan penyakit tanaman menggunakan drone dan IoT untuk deteksi dini penyakit atau kekurangan nutrisi, menggunakan sistem pendukung keputusan berbasis AI untuk menentukan jenis tanaman terbaik yang sesuai dengan kondisi tanah dan iklim lokal, serta waktu penanaman yang optimal. Menyelesaikan masalah secara efektif seperti masalah penyemprotan pestisida dan herbisida secara presisi, AI bisa menyelesaikan masalah ini dengan efektif dan mengurangi dampak lingkungan karena drone berbasis AI bisa mendeteksi hama dan gulma secara akurat, kemudian robot penyemprot dengan bantuan AI bisa menyemprotkan pestisida dan herbisida secara presisi di lahan yang terdeteksi hama dan gulma.

Namun, tantangan utama dalam implementasi AI di pertanian termasuk kebutuhan akan data digital berkualitas tinggi dan pengembangan metode serta algoritma yang dapat diintegrasikan pada teknologi lain untuk menangani situasi kompleks. Implementasi AI dalam sektor pertanian selalu menghadapi berbagai teknologi baru, tetapi adopsi teknologi AI oleh petani masih terbatas karena keterbatasan keterampilan digital dan infrastruktur yang diperlukan. Selain itu, infrastruktur yang diperlukan untuk mendukung teknologi AI, seperti konektivitas internet yang stabil dan perangkat keras yang memadai, sering kali tidak tersedia di daerah pedesaan atau terpencil. Oleh karena itu, meskipun potensi AI untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian sangat besar, adopsi teknologi ini masih terbatas. Untuk mengatasi hambatan ini, diperlukan upaya kolaboratif antara pemerintah, penyedia teknologi, dan lembaga pendidikan untuk menyediakan pelatihan keterampilan digital bagi petani dan meningkatkan infrastruktur teknologi di daerah pertanian.

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi kombinasi terbaik dari metode dan algoritma AI yang dapat diterapkan di teknologi yang sudah ada sekarang dan dapat diterapkan secara efektif dalam berbagai kondisi dan wilayah pertanian. Studi ini memberikan wawasan bagi pengambil kebijakan dan praktisi pertanian, serta menyoroti pentingnya kolaborasi antara peneliti, pengembang teknologi, pemerintah, dan petani untuk mengatasi tantangan dalam pertanian.

## 5. Referensi

- [1] A. V Rozhkova, A. A. Stupina, L. N. Korpacheva, S. E. Rozhkov, and N. N. Dzhioeva, "Prospects for the use of artificial intelligence in the agricultural sector," *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 1076, no. 1, p. 012051, Aug. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1076/1/012051.
- [2] G. A. S. Megeto, A. G. da Silva, R. F. Bulgarelli, C. F. Bublitz, A. C. Valente, and D. A. G. da Costa, "Artificial intelligence applications in the agriculture 4.0," *REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA*, vol. 51, no. 5, 2020, doi: 10.5935/1806-6690.20200084.
- [3] V. H. A. Raj and C. X. De Carvalho, "A Perspective on the Application of Artificial Intelligence in Sustainable Agriculture with Special Reference to Precision Agriculture," *SDMIMD Journal of Management*, pp. 1–13, Mar. 2023, doi: 10.18311/sdmimd/2023/33006.
- [4] 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.
- [5] M. H. Widiyanto, M. I. Ardiansyah, H. I. Pohan, and D. R. Hermanus, "A Systematic Review of Current Trends in Artificial Intelligence for Smart Farming to Enhance Crop Yield," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 3, no. 3, pp. 269–278, May 2022, doi: 10.18196/jrc.v3i3.13760.
- [6] H. Snyder, "Literature review as a research methodology: An overview and guidelines," *J Bus Res*, vol. 104, pp. 333–339, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.
- [7] C. Samsi Wijaya, I. Wijaya, M. Tamim Shidqi, and D. Novita, "ANALISIS IMPLEMENTASI ARTIFICIAL INTELLIGENCE UNTUK BISNIS: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW," *Computer Science And Information Technology J*, vol. 4, no. 2, p. 133, 2023.
- [8] Z. Zhou *et al.*, "Advancement in artificial intelligence for on-farm fruit sorting and transportation," *Front Plant Sci*, vol. 14, Apr. 2023, doi: 10.3389/fpls.2023.1082860.
- [9] Olabimpe Banke Akintuyi, "AI in agriculture: A comparative review of developments in the USA and Africa," *Open Access Research Journal of Science and Technology*, vol. 10, no. 2, pp. 060–070, Apr. 2024, doi: 10.53022/oarjst.2024.10.2.0051.
- [10] M. Gardezi *et al.*, "Artificial intelligence in farming: Challenges and opportunities for building trust," *Agron J*, vol. 116, no. 3, pp. 1217–1228, May 2024, doi: 10.1002/agj2.21353.
- [11] Anu Jose, "Artificial Intelligence Techniques for Agriculture Revolution A Survey," *Annals of RSCB*, vol. 25, no. 4, pp. 2580–2597, Apr. 2021, Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <http://annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/2796>
- [12] S. Fuentes and J. Chang, "Methodologies Used in Remote Sensing Data Analysis and Remote Sensors for Precision Agriculture," *Sensors*, vol. 22, no. 20, p. 7898, Oct. 2022, doi: 10.3390/s22207898.
- [13] RVS Technical Campus, IEEE Aerospace and Electronic Systems Society, and Institute of Electrical and Electronics Engineers, "Machine Learning based Pest Identification in Paddy Plants," in *Proceedings of the Third International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA 2019)*, 2019.
- [14] S. S. L. Chukkapalli *et al.*, "Ontologies and Artificial Intelligence Systems for the Cooperative Smart Farming Ecosystem," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 164045–164064, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022763.
- [15] Institute of Electrical and Electronics Engineers. Bangladesh Section and IEEE Communications Society, "Soil Classification using Machine Learning Methods and crops suggestion basen on soil series," in *2018 21st International Conference of Computer and Information Technology (ICCIT)*., 2018.
- [16] Institute of Electrical and Electronics Engineers and IEEE Geoscience and Remote Sensing Society, "SOIL MOISTURE EVALUATION USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES ON SYNTHETIC APERATURE RADAR (SAR) AND LAND SURFACE MODEL," in *2019 IEEE International Geoscience & Remote Sensing Symposium: proceedings : July 28-August 2, 2019, Yokohama, Japan, 2019*.

- [17] Z. Unal, "Smart Farming Becomes Even Smarter With Deep Learning—A Bibliographical Analysis," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 105587–105609, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3000175.
- [18] J. Jung, M. Maeda, A. Chang, M. Bhandari, A. Ashapure, and J. Landivar-Bowles, "The potential of remote sensing and artificial intelligence as tools to improve the resilience of agriculture production systems," *Curr Opin Biotechnol*, vol. 70, pp. 15–22, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.copbio.2020.09.003.
- [19] A. Sharma, A. Jain, P. Gupta, and V. Chowdary, "Machine Learning Applications for Precision Agriculture: A Comprehensive Review," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 4843–4873, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3048415.
- [20] X. Peng *et al.*, "EALSTM-QR: Interval wind-power prediction model based on numerical weather prediction and deep learning," *Energy*, vol. 220, p. 119692, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.energy.2020.119692.
- [21] Institute of Electrical and Electronics Engineers. Madras Section and Institute of Electrical and Electronics Engineers, "Efficient Machine Learning Algorithm for Smart Irrigation," in *Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP) Melmaruvathur, India., 2020*.
- [22] J. Zha, "Artificial Intelligence in Agriculture," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Dec. 2020, p. 012058. doi: 10.1088/1742-6596/1693/1/012058.
- [23] R. Ben Ayed and M. Hanana, "Artificial Intelligence to Improve the Food and Agriculture Sector," *J Food Qual*, vol. 2021, pp. 1–7, Apr. 2021, doi: 10.1155/2021/5584754.
- [24] V. Saiz-Rubio and F. Rovira-Más, "From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management," *Agronomy*, vol. 10, no. 2, p. 207, Feb. 2020, doi: 10.3390/agronomy10020207.
- [25] S. A. Bhat and N.-F. Huang, "Big Data and AI Revolution in Precision Agriculture: Survey and Challenges," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 110209–110222, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3102227.
- [26] M. Junaid *et al.*, "Smart Agriculture Cloud Using AI Based Techniques," *Energies (Basel)*, vol. 14, no. 16, p. 5129, Aug. 2021, doi: 10.3390/en14165129.
- [27] S. Mohr and R. Kühl, "Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: an application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior," *Precis Agric*, vol. 22, no. 6, pp. 1816–1844, Dec. 2021, doi: 10.1007/s11119-021-09814-x.
- [28] S. Y. Liu, "Artificial Intelligence (AI) in Agriculture," *IT Prof*, vol. 22, no. 3, pp. 14–15, May 2020, doi: 10.1109/MITP.2020.2986121.
- [29] V. Martos, A. Ahmad, P. Cartujo, and J. Ordoñez, "Ensuring Agricultural Sustainability through Remote Sensing in the Era of Agriculture 5.0," *Applied Sciences*, vol. 11, no. 13, p. 5911, Jun. 2021, doi: 10.3390/app11135911.
- [30] U. Shandilya and V. Khanduja, "Intelligent Farming System With Weather Forecast Support and Crop Prediction," in *2020 5th International Conference on Computing, Communication and Security (ICCCS)*, IEEE, Oct. 2020, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICCCS49678.2020.9277437.
- [31] M. T. Linaza *et al.*, "Data-Driven Artificial Intelligence Applications for Sustainable Precision Agriculture," *Agronomy*, vol. 11, no. 6, p. 1227, Jun. 2021, doi: 10.3390/agronomy11061227.
- [32] E. Said Mohamed, AA. Belal, S. Kotb Abd-Elmabod, M. A. El-Shirbeny, A. Gad, and M. B. Zahran, "Smart farming for improving agricultural management," *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, vol. 24, no. 3, pp. 971–981, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.ejrs.2021.08.007.
- [33] T. Talaviya, D. Shah, N. Patel, H. Yagnik, and M. Shah, "Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides," *Artificial Intelligence in Agriculture*, vol. 4, pp. 58–73, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.aiia.2020.04.002.