

IoT-Based Smart Farming Research Mapping: A Bibliometric Study Using VoSviewer

Dian Afriyani Wulandari^{1*}, Deva Arman Ibrahim², Hozairi³

¹Indonesia, Universitas Islam Madura, Fakultas Teknik, Teknik Informatika

²Fakultas Teknik, Fakultas Teknik, Fakultas Teknik



Copyright © Jurnal
Rekayasa Lampung
(JRL)

Abstrak: Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong transformasi signifikan dalam sektor pertanian, salah satunya melalui konsep *Smart Farming* berbasis *Internet of Things* (IoT). Studi ini bertujuan untuk memetakan perkembangan penelitian terkait *Smart Farming* berbasis IoT selama periode 2015-2025 menggunakan pendekatan bibliometrik. Data dikumpulkan melalui aplikasi *Publish or Perish* yang terhubung dengan database Scopus, menghasilkan 96 artikel yang dianalisis menggunakan *Microsoft Excel* dan *VoSviewer*. Analisis mencakup tren publikasi, artikel terkutip, jurnal dan negara paling produktif, serta pemetaan visual kata kunci dalam bentuk *Network*, *Overlay*, dan *Density Visualization*.

Hasil menunjukkan bahwa publikasi mencapai puncaknya pada 2022-2023, dengan topik utama yang mencakup *precision agriculture*, *IoT technology*, dan *machine learning*. Amerika Serikat menjadi negara dengan kontribusi publikasi tertinggi, disusul Inggris dan Indonesia. Pemetaan tematik menghasilkan sembilan kluster utama dengan tren topik yang bergeser dari teknologi dasar seperti sensor ke integrasi sistem seperti *cloud computing* dan *framework*. Studi ini memberikan gambaran menyeluruh tentang lanskap penelitian *Smart Farming* berbasis IoT dan menawarkan arah strategis bagi penelitian lanjutan dibidang pertanian digital.

Kata kunci: *Smart Farming*, *Internet of Things* (IoT), *Bibliometrik*, *Precision Agriculture*, Pemetaan Penelitian

Abstract: The development of information and communication technology has driven significant transformations in the agricultural sector, one of which is the concept of *Internet of Things* (IoT)-based *Smart Farming*. This study aims to map the development of research related to IoT-based *Smart Farming* during the period 2015-2025 using a bibliometric approach. Data was collected through the *Publish or Perish* application connected to the Scopus database, resulting in 96 articles analyzed using *Microsoft Excel* and *VoSviewer*. The analysis included publication trends, cited articles, the most productive journals and countries, and visual mapping of keywords using *Network*, *Overlay*, and *Density Visualization*.

The results show that publications peaked in 2022-2023, with key topics including *precision agriculture*, *IoT technology*, and *machine learning*. The United States was the country with the highest contribution of publications, followed by the United Kingdom and Indonesia. Thematic mapping yielded nine main clusters, with topic trends shifting from basic technologies such as sensors to system integration such as *cloud computing* and *frameworks*. This study provides a comprehensive overview of the IoT-based *Smart Farming* research landscape and offers strategic directions for further research in the field of digital agriculture.

Keywords: *Smart Farming*; *Internet of Things* (IoT); *Bibliometrics*; *Precision Agriculture*; *Research Mapping*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa dampak signifikan pada berbagai sektor, termasuk sektor pertanian. Salah satu implementasi teknologi terkini dalam bidang pertanian adalah konsep *Smart Farming*, yaitu penggunaan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan sistem pertanian. *Smart Farming* memungkinkan petani memantau

kondisi lahan, kelembapan tanah, iklim, serta kebutuhan nutrisi tanaman secara *real-time* melalui perangkat sensor dan sistem otomatisasi berbasis data (Oh, 2023). Penerapan IoT dalam pertanian menjadi topik penelitian yang semakin populer dalam beberapa tahun terakhir. IoT memainkan peran penting dalam menciptakan sistem pertanian cerdas yang adaptif dan presisi, dengan dukungan teknologi seperti sensor nirkabel, drone, *machine learning*, dan *big data analytics* (Venkataramanan,

2021)(Ray, 2017) . Melihat pentingnya topik ini, sangat relevan untuk memahami bagaimana tren penelitian di bidang *Smart Farming* berbasis IoT berkembang dari waktu ke waktu, baik dari sisi tema yang dibahas, jumlah publikasi, maupun kontribusi negara dan institusi yang terlibat(Madushanki, 2019).

Salah satu pendekatan untuk memahami dinamika penelitian dalam bidang tertentu adalah melalui analisis bibliometrik. Analisis ini menggunakan data bibliografi untuk mengevaluasi pola publikasi, kolaborasi antar-peneliti, pengaruh artikel, serta peta tematik berdasarkan kata kunci yang muncul(Subashini, 2018). Dalam konteks ini, tools seperti *Publish or Perish*, *Microsoft Excel*, dan *VoSviewer* digunakan untuk menelusuri, mengolah, dan memvisualisasikan data penelitian terkait topik *Smart Farming* dan IoT.

Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan analisis bibliometrik pada topik teknologi di bidang pendidikan atau energi, namun belum banyak yang secara khusus memetakan penelitian di bidang *Smart Farming* berbasis IoT. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi distribusi publikasi berdasarkan tahun 2015-2025, jurnal, dan negara, serta mengeksplorasi kata kunci yang paling sering digunakan dan pola hubungan antar-topik yang muncul dalam literature ilmiah(Rayhana, 2020). Dengan bantuan perangkat lunak *VoSviewer*, dilakukan visualisasi antar istilah untuk memetakan kluster topik penelitian dan mengungkap tema-tema potensial yang masih jarang diteliti. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pemetaan pengetahuan di bidang pertanian cerdas berbasis IoT, sekaligus menjadi rujukan untuk arah penelitian selanjutnya dalam bidang ini(Leduc, 2021).

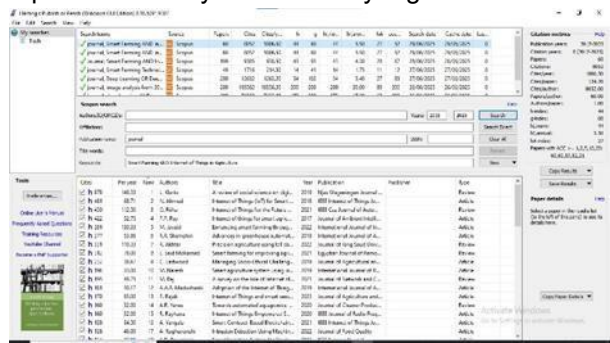
2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis bibliometrik terkait dengan penelitian di bidang *Smart Farming* berbasis *Internet of Things* (IoT)(Javaid, 2022). Bibliometrik merupakan aplikasi metode statistika dan matematika terhadap buku serta media komunikasi lainnya(- et al., 2022).

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara menggunakan aplikasi *Publish or Perish* (PoP) yang terhubung dengan database Scopus. Proses penelusuran dilakukan pada tanggal 27 Juni 2025, menggunakan sejumlah kata kunci yang digunakan antara lain: *Smart Farming AND Internet of Things in Agriculture*, *IoT-based Smart Farming AND Precision Agriculture*, *Smart Agriculture AND IoT in Precision Farming*, *Agricultural IoT AND IoT for Crop Monitoring*, *Smart Farming Technology AND Wireless Sensor Network Agriculture*. Setiap pencarian difokuskan pada jenis dokumen berupa jurnal dengan rentang tahun publikasi 2015-

2025(Gowda, 2021). Dari hasil pencarian tersebut diperoleh sebanyak 96 artikel yang relevan.



Gambar 1. Penelusuran Database Scopus Melalui PoP

Data hasil penelusuran disimpan dalam dua format, yaitu format RIS untuk dianalisis menggunakan perangkat lunak *VoSviewer*, serta format *Microsoft Excel* untuk proses pengolahan data awal, seperti rekapitulasi metadata (judul, nama penulis, jurnal, tahun terbit, dan jumlah sitasi).

2.2 Pengolahan dan Analisis Data

Data bibliometrik yang telah diperoleh kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk menghasilkan statistik deskriptif, seperti jumlah publikasi per-tahun, jurnal yang paling banyak memuat artikel terkait, serta negara asal publikasi terbanyak. Tahapan ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik publikasi ilmiah dalam bidang *Smart Farming* berbasis IoT.

2.3. Pemrosesan dan Analisis Data

Pemetaan hasil bibliometrik dilakukan melalui tiga jenis visualisasi yang disediakan oleh *VoSviewer*, yaitu:

- **Network Visualization**, Digunakan untuk menunjukkan hubungan antar istilah dan membentuk kluster tematik.
- **Overlay Visualization**, menampilkan perkembangan tema dari waktu ke waktu berdasarkan warna, yang mencerminkan usia kemunculan istilah.
- **Density Visualization**, memberikan gambaran tingkat kepadatan suatu tema berdasarkan frekuensi kemunculannya dalam publikasi.

Hasil visualisasi ini dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi topik utama yang telah banyak diteliti, serta tema-tema baru yang masih jarang diteliti dan berpotensi menjadi arah penelitian selanjutnya dalam bidang *Smart Farming* berbasis IoT.

3. Hasil dan Pembahasan

Terdapat dua kategori analisis yaitu analisis kinerja berupa: jumlah publikasi tiap tahun, artikel dengan kutipan terbanyak, jurnal dengan artikel terbanyak, peringkat jurnal dan negara dengan jumlah artikel terbanyak; dan pemetaan sains

berupa: *Circles Network Visualization*, *Frames Overlay Visualization*, dan *Density Visualization*.

3.1 Tren Publikasi Artikel

Data hasil pencarian artikel yang diperoleh melalui aplikasi *Publish or Perish* (PoP) dengan sumber database *Scopus* menunjukkan bahwa tren publikasi artikel mengenai *Smart Farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) mengalami fluktuasi selama kurun waktu 2015-2025. Perkembangan tersebut disajikan pada Gambar berikut.



Gambar 2.Jumlah Publikasi Artikel Smart Farming

Berdasarkan Gambar 2, jumlah publikasi mulai meningkat secara signifikan sejak tahun 2018, dan mencapai titik tertinggi pada tahun 2022 dan 2023 dengan lebih dari 30 publikasi. Namun, pada tahun 2024 dan 2025 terjadi penurunan yang cukup tajam. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun topik ini menjadi tren kuat selama beberapa tahun terakhir, perhatian terhadapnya mulai berkurang. Fenomena ini dapat disebabkan oleh pergeseran fokus ke teknologi pertanian lainnya seperti *Artificial Intelligence*, *Edge Computing*, atau kebutuhan riset lanjutan yang lebih spesifik.

3.2 Artikel dengan Kutipan Terbanyak

Tabel 1.Artikel dengan Kutipan Terbanyak

No	Nama Penulis	Judul Artikel	Tahun	Nama Jurnal	Jumlah Kutipan
1	L. Klerkx	<i>A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda</i>	2029	<i>Njas Wageningen Journal of Life Sciences</i>	876
2	N. Ahmed	<i>Internet of Things (IoT) for Smart Precision Agriculture and Farming in Rural Areas</i>	2018	<i>IEEE Internet of Things Journal</i>	480
3	O. Friha	<i>Internet of Things for the Future of Smart Agriculture: A Comprehensive Survey of Emerging Technologies</i>	2021	<i>IEEE Caa Journal of Automatica Sinica</i>	447

Berdasarkan tabel 1 analisis kutipan, artikel dengan jumlah kutipan terbanyak berasal dari jurnal-jurnal bereputasi tinggi. Artikel yang ditulis oleh (Klerkx, 2019) berjudul "*A Review of Social Science on Digital Agriculture, Smart Farming and Agriculture 4.0 contributions and a future research agenda*" menjadi artikel dengan jumlah kutipan terbanyak yaitu 876 kutipan, yang dipublikasikan pada *Njas Wageningen Journal of Life Sciences*. Hal ini menunjukkan bahwa isu terkait digitalisasi pertanian dan pertanian cerdas menjadi perhatian besar dalam komunitas akademik global. Artikel kedua dengan kutipan terbanyak ditulis oleh (Ahmed, 2018) dengan judul "*Internet of Things*

(IoT) for Smart Precision Agriculture and Farming in Rural Areas" dalam *IEEE Internet of Things Journal* yang telah dikutip sebanyak 447 kali dalam *IEEE CAA Journal of Automatica Sinica*. Ketiga artikel tersebut tidak hanya memberikan kontribusi penting dalam penelitian mengenai teknologi di sector pertanian, tetapi juga menjadi sumber referensi yang kuat bagi penelitian-penelitian berikutnya yang mengangkat topik serupa.

3.3 Jurnal Jumlah Artikel Terbanyak

Tabel 2. Jurnal Jumlah Artikel Terbanyak

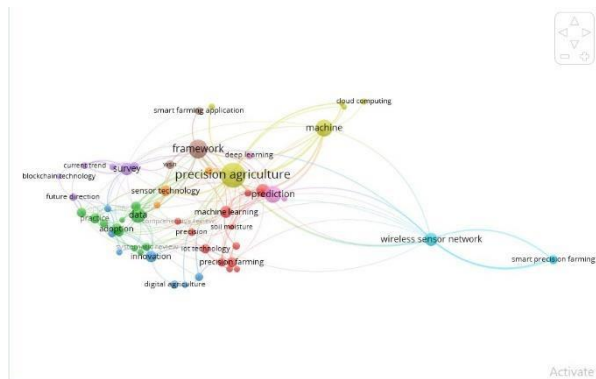
No	Nama Jurnal	Jumlah Artikel
1	<i>IEEE Internet of Things Journal</i>	11
2	<i>Journal of Physics Conference Series</i>	8
3	<i>International Journal of Advanced Computer Science and Applications</i>	6
4	<i>Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science</i>	6
5	<i>Journal of Cleaner Production</i>	4
6	<i>Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems</i>	4
7	<i>Journal of Agriculture and Food Research</i>	3
8	<i>Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing</i>	3
9	<i>Journal of Computer Science</i>	2
10	<i>International Journal of Computers Communications and Control</i>	2

Berdasarkan tabel 2 Analisis pada jurnal tempat artikel dipublikasikan menunjukkan bahwa jurnal yang paling produktif dalam memuat topik penelitian terkait adalah *IEEE Internet of Things Journal*, dengan 11 artikel yang relevan. Disusul oleh *Journal of Physics Conference Series* sebanyak 8 artikel, serta *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* dan *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science* yang masing-masing memuat 6 artikel.

Hal ini mengindikasikan bahwa topik-topik yang berkaitan dengan IoT, teknologi komputasi, dan teknik elektro menjadi pusat perhatian dalam kajian ilmiah terkini, terutama yang berkaitan dengan pertanian digital dan kecedasan buatan. Jurnal-jurnal tersebut dapat menjadi rujukan utama dalam pengembangan riset lanjutan (Alves, 2023).

3.4 Peringkat Jurnal

Jurnal bereputasi terindeks Scopus memiliki sistem peringkat yaitu Quartile (Q). peringkat Q1, Q2, Q3 dan Q4 adalah peringkat tentang seberapa besar dan pengaruh suatu jurnal yang terindeks Scopus dalam satu bidang keilmuan. Semakin kecil nilai Q maka semakin tinggi peringkat suatu jurnal. Nilai Q pada jurnal bereputasi terindeks Scopus dapat ditelusuri lewat <https://www.scimagojr.com> dengan cara memilih menu Juornal Rankings seperti ditampilkan pada gambar 3 berikut.

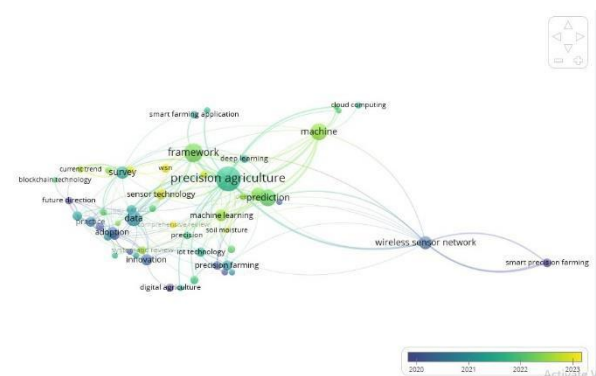


Gambar 7. Circles Network Visualization

Hasil *Circles Network Visualization* software VoSViewer pada gambar 7 menunjukkan adanya 9 kluster yang terdiri dari 94 tema pemetaan *Smart Farming* berbasis IoT yaitu:

1. Kluster 1 (berwarna merah) terdiri dari 6 tema yaitu: *mechine learning*, *deep learning*, *precision farming*, *soil moisture*, *IoT technology* *comprehensive review*.
2. Kluster 2 (berwarna hijau) terdiri dari 7 tema yaitu: *data*, *practice*, *case study*, *farmer*, *adaption*, *systematic review*, *technologies*, *lens*.
3. Kluster 3 (berwarna biru tua) terdiri dari 5 tema yaitu: *innovation*, *digital agriculture*, *challenges*, *opportunity*, *uav*.
4. Kluster 4 (berwarna kuning) terdiri dari 4 tema yaitu: *precision agriculture*, *application*, *mechine*, *cloud computing*.
5. Kluster 5 (berwarna ungu tua) terdiri dari 6 tema yaitu: *survey*, *current trend*, *blockchain technology*, *future direction*, *prediction*, *future perspective*.
6. Kluster 6 (berwarna biru muda) terdiri dari 2 tema yaitu: *smart precision farming*, *wireless sensor network*.
7. Kluster 7 (berwarna orange) terdiri dari 2 tema yaitu: *sensor technology*, *advancement*.
8. Kluster 8 (berwarna merah kecoklatan) terdiri dari 4 tema yaitu: *smart farming application*, *framework*, *wsn*.
9. Kluster 9 (berwarna ungu muda) terdiri dari 2 tema yaitu: *prediction*, *deep learning*.

3.4.2 Frames Overlay Visualization



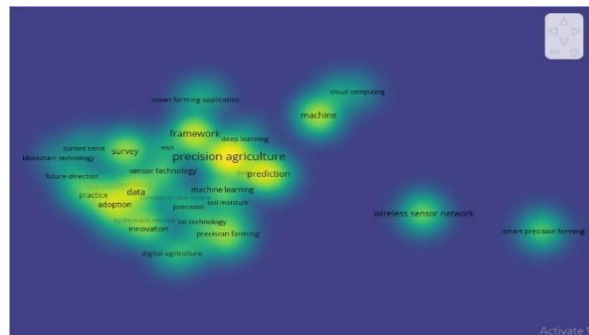
Gambar 8. Frames Overlay Visualization

Hasil *Frames Overlay Visualization* menggunakan software VoSViewer pada gambar 8 menunjukkan tren perkembangan tema artikel dalam bidang *Smart Farming* berbasis IoT berdasarkan tahun publikasi. Warna pada visualisasi ini merepresentasikan waktu kemunculan kata kunci, dimana:

1. Warna ungu tua hingga biru tua menandakan tema yang muncul lebih awal (sekitar tahun 2020 ke bawah) yaitu *wireless sensor network* dan *smart precision farming*.
2. Warna hijau mewakili tema yang muncul di pertengahan waktu (2021-2022) yaitu *IoT technology*, *precision farming*, *data*, *adoption*, dan *innovation*.
3. Warna kuning cerah menunjukkan tema yang lebih

baru (2023-2025) yaitu, *mechine*, *cloud computing*, *survey*, dan *framework*. Dengan demikian, hasil *overlay visualization* ini tidak hanya memetakan hubungan antar topik dalam penelitian *smart farming* berbasis IoT, tetapi juga membantu peneliti dalam mengidentifikasi pergeseran tren dari teknologi dasar seperti sensor dan jaringan ke arah integrasi sistem, seperti *cloud computing*, *machine*, dan *framework*. Tema-tema yang muncul pada periode terbaru ini dapat menjadi referensi strategis untuk pengembangan topik riset dimasa depan dalam bidang pertanian cerdas.

3.4.3 Density Visualization



Gambar 9. Density Visualization

Hasil *Density Visualization* menggunakan software VoSViewer pada Gambar 9 menunjukkan tingkat kerapatan atau intensitas frekuensi kemunculan istilah dalam publikasi ilmiah terkait *Smart Farming* berbasis IoT. Warna pada visualisasi menunjukkan kepadatan topik: warna kuning cerah menandakan tema yang sangat sering muncul dalam literatu dengan kata kunci *precision*, *agriculture*, *mechine*, *prediction*, *data*, *adaption*, *sensor technology*, dan *framework*. Sedangkan warna hijau hingga biru tua mengidentifikasi frekuensi yang lebih rendah dan memiliki potensi untuk menjadi ruang pengembangan riset lanjutan dalam bidang pertanian digital berbasis IoT, dengan

kata kunci *wireless sensor network*, *smart precision farming*, *digital agriculture*, dan *blockchain technology*.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan analisis bibliometric terhadap 96 artikel selama tahun 2015-2025, diperoleh beberapa temuan penting:

1. Tren publikasi menunjukkan peningkatan signifikan sejak 2018 dan mencapai puncak pada 2022-2023, sebelum mengalami penurunan pada 2024-2025. Hal ini mencerminkan perubahan dinamika fokus penelitian di bidang pertanian digital.
2. Artikel dengan kutipan terbanyak berasal dari jurnal bereputasi tinggi seperti *Njas Wageningen Journal of Life Sciences* dan *IEEE Internet of Things Journal*, menunjukkan bahwa isu digitalisasi pertanian memiliki pengaruh akademik yang luas.
3. Jurnal dan negara dominan mencakup *IEEE IoT Journal* (11 artikel) serta Amerika Serikat sebagai negara penyumbang artikel terbanyak (18 terpublikasi), diikuti oleh Inggris dan Indonesia. Ini menunjukkan bahwa topik ini mendapat perhatian luas secara global.
4. Pemetaan visual dengan VoSviewer mengidentifikasi 9 kluster utama topik penelitian, dan tren terbaru mengarah pada integrasi sistem seperti cloud computing, machine, dan framework. Tema-tema ini menjadi potensi arah penelitian masa depan.
5. Topik dengan kepadatan rendah, seperti blockchain technology dan digital agriculture (Liu, 2023), menunjukkan celah penelitian yang dapat dijadikan peluang eksplorasi lebih lanjut dalam pengembangan pertanian berbasis teknologi.

Saran

- Penelitian lanjutan dapat difokuskan pada tema-tema yang masih jarang diteliti, seperti integrasi *blockchain*, *edge computing*, dan model kecerdasan buatan dalam *smart farming* (Friha, 2021).
- Perlu dilakukan kolaborasi lebih intensif antara institusi di negara berkembang dengan pusat riset global untuk memperkuat kontribusi terhadap kemajuan pertanian cerdas secara global.
- Diperlukan eksplorasi terhadap dampak implementasi *smart farming* di lapangan, agar literatur tidak hanya bersifat teoritis tetapi juga aplikatif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Islam Madura atas dukungan fasilitas dan bimbingan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing serta semua pihak yang telah

membantu dalam pengumpulan data dan analisis menggunakan Publish or Perish dan VOSviewer. Tanpa dukungan tersebut, penelitian ini tidak dapat diselesaikan dengan baik

References

- , P. H., Utami, S. B., & Karlina, N. (2022). Analisis Bibliometrik: Perkembangan Penelitian Dan Publikasi Mengenai Koordinasi Program Menggunakan Vosviewer. *Jurnal Pustaka Budaya*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.31849/pb.v9i1.8599>
- Ahmed, N. (2018). Internet of Things (IoT) for Smart Precision Agriculture and Farming in Rural Areas. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(6), 4890–4899. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2879579>
- Alves, R. G. (2023). Development of a Digital Twin for smart farming: Irrigation management system for water saving. *Journal of Cleaner Production*, 388. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135920>
- Friha, O. (2021). Internet of Things for the Future of Smart Agriculture: A Comprehensive Survey of Emerging Technologies. In *IEEE Caa Journal of Automatica Sinica* (Vol. 8, Issue 4, pp. 718–752). <https://doi.org/10.1109/JAS.2021.1003925>
- Gowda, D. V. (2021). Smart Agriculture and Smart Farming using IoT Technology. In *Journal of Physics Conference Series* (Vol. 2089, Issue 1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2089/1/012038>
- Javaid, M. (2022). Enhancing smart farming through the applications of Agriculture 4.0 technologies. *International Journal of Intelligent Networks*, 3, 150–164. <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2022.09.004>
- Klerkx, L. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. In *Njas Wageningen Journal of Life Sciences* (Vol. 90). <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Kularbphetong, K. (2019). An Automated Hydroponics System Based on Mobile Application. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(8), 548–552. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.8.1264>
- Leduc, G. (2021). Innovative blockchain-based farming marketplace and smart contract performance evaluation. *Journal of Cleaner Production*, 306. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127055>
- Liu, L. (2023). Ultra-high output hybrid nanogenerator for self-powered smart mariculture monitoring and warning system. *Chemical Engineering Journal*, 472. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.145039>

- Madushanki, A. A. R. (2019). Adoption of the Internet of Things (IoT) in agriculture and smart farming towards urban greening: A review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(4), 11–28.
<https://doi.org/10.14569/ijacsa.2019.0100402>
- Oh, S. (2023). Vertical farming - smart urban agriculture for enhancing resilience and sustainability in food security. In *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* (Vol. 98, Issue 2, pp. 133–140).
<https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2141666>
- Ray, P. P. (2017). Internet of things for smart agriculture: Technologies, practices and future direction. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(4), 395–420. <https://doi.org/10.3233/AIS-170440>
- Rayhana, R. (2020). Internet of Things Empowered Smart Greenhouse Farming. *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, 4(3), 195–211.
<https://doi.org/10.1109/JRFID.2020.2984391>
- Subashini, M. M. (2018). Internet of things based wireless plant sensor for smart farming. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 10(2), 456–468.
<https://doi.org/10.11591/ijeecs.v10.i2.pp456-468>
- Venkataramanan, C. (2021). LWBA: Levy-walk bat algorithm based data prediction for precision agriculture in wireless sensor networks. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 41(2), 2891–2904.
<https://doi.org/10.3233/JIFS-202>