

Implementasi Big Data dalam Manajemen Data Bidang Pertanian

Marza Dona ^{1*}, dan Jhon Veri ²

¹ Mahasiswa Program Magister Manajemen Universitas Putra Indonesia YPTK, Padang

² Staf Pengajar Universitas Putra Indonesia YPTK, Padang

Abstrak:

Big data belum cukup populer dimanfaatkan dalam bidang pertanian. Penelitian bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan big data dalam manajemen data pertanian. Penelitian ini ditulis menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) yang bermanfaat untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menyimpulkan hasil penelitian terkait topik yang dikaji secara sistematis dan terstruktur. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini menggunakan model PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), yang bertujuan untuk memastikan transparansi, dan akuntabilitas dalam setiap tahapan proses SLR. Aplikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah Watase Uake, sebuah aplikasi lokal yang mampu mengumpulkan, dan menyeleksi literatur 10 tahun terakhir yang paling relevan dengan topik ini, dan semua literatur terindeks scopus dengan peringkat Q1. sampai dengan Q4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan kata kunci "*big data* dan manajemen data pertanian" diperoleh 89 literatur, dimana 75 literatur memasuki fase seleksi, dan pada fase retrieval tersisa 47 literatur. Setelah jurnal di-download, kemudian di-upload ke sistem, tersisa 23 artikel yang paling relevan. Berdasarkan keterkaitan kata kunci, pemanfaatan big data dalam manajemen data bidang pertanian lebih banyak untuk menduga produksi pada sistem pertanian presisi, pertanian cerdas, dan sistem pertanian berkelanjutan. Peluang penggunaan *big data* adalah membantu petani dalam menghemat biaya produksi dan meningkatkan hasil panen mereka melalui analisa iklim, jenis tanah, kandungan nutrisi tanah, dan varietas unggul. Tantangan yang dihadapi malfungsi perangkat, gangguan cuaca, dan masalah keamanan data.

Kata kunci: *big data* , pertanian, SLR, Watase Uake

Copyright (c) 2025 Marza Dona

✉Corresponding author :

Email Address : marzadona@gmail.com

PENDAHULUAN

Data dapat dianggap sebagai senjata rahasia yang menentukan kemampuan organisasi dalam menetapkan keputusan yang tepat, dan mempertahankan daya saing pasar yang terus berubah, dan bergejolak. Untuk mengelola data secara efektif, organisasi harus menyadari, dan memahami dampak tata kelola data yang kuat, dan efisien terhadap pencapaian kesuksesan, dan pengambilan keputusan yang beralasan (Bernardo et al., 2024). *Big data* dapat didefinisikan sebagai data dalam jumlah besar dengan variasi yang luas yang dapat ditangkap, dianalisis, dan digunakan untuk pengambilan keputusan (Wolfert et al., 2017). Analisis *big data* memiliki kelebihan seperti dapat memproses informasi secara real-time, mengekstrak wawasan berharga, dan membuat prediksi yang dapat diberdayakan oleh para profesional, dan pengambil kebijakan untuk meningkatkan layanan (Šajnović et al., 2024).

Big data dalam manajemen bidang pertanian merujuk pada pemanfaatan volume data yang besar, dan beragam untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan sektor pertanian. Data ini bisa berasal dari berbagai sumber, termasuk sensor lahan, data cuaca, data pasar, dan lainnya,

yang kemudian dianalisis untuk memberikan wawasan yang berguna bagi petani dan pemangku kepentingan lainnya. Saat ini dikenal istilah pertanian cerdas (*smart farming*) dalam bidang pertanian. *Smart farming* mentransformasi pertanian tradisional dengan mengintegrasikannya dengan sistem berbasis sensor canggih, teknologi kendali cerdas, dan solusi energi berkelanjutan untuk memenuhi permintaan pangan global yang terus meningkat sekaligus mengurangi dampak lingkungan. Inovasi yang diterapkan di dalam *smart farming* antara lain penerapan sensor berbasis IoT, protokol komunikasi nirkabel, metode pemanenan energi, serta sistem irigasi, dan pemupukan otomatis (Sajib & Sayem, 2025). *Big data* dapat membantu wilayah perkotaan, yang memiliki keterbatasan lahan untuk mengelola untuk pertanian dapat dimaksimalkan dengan memanfaatkan data eksplorasi, dan identifikasi lahan, sehingga memungkinkan untuk melakukan usaha tani di sana (Young et al., 2018).

Big data memainkan peranan penting dalam memprediksi, mendeteksi, mencegah, mengendalikan, dan memberantas hama dan penyakit tanaman. Data hama dan penyakit, data observasi, dan data DNA spesies yang merugikan tanaman dikombinasikan dengan data lingkungan, dapat digunakan untuk membangun model, memprediksi asal-usul spesies yang menyerang tanaman, dan mengembangkan metode pengendalian yang tepat (Clement et al., 2025). Kombinasi antara *big data* dan data satelit juga dapat dimanfaatkan untuk memetakan keberadaan sumber air tanah untuk irigasi pada suatu wilayah (Valencia et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan *big data* dalam manajemen data bidang pertanian.

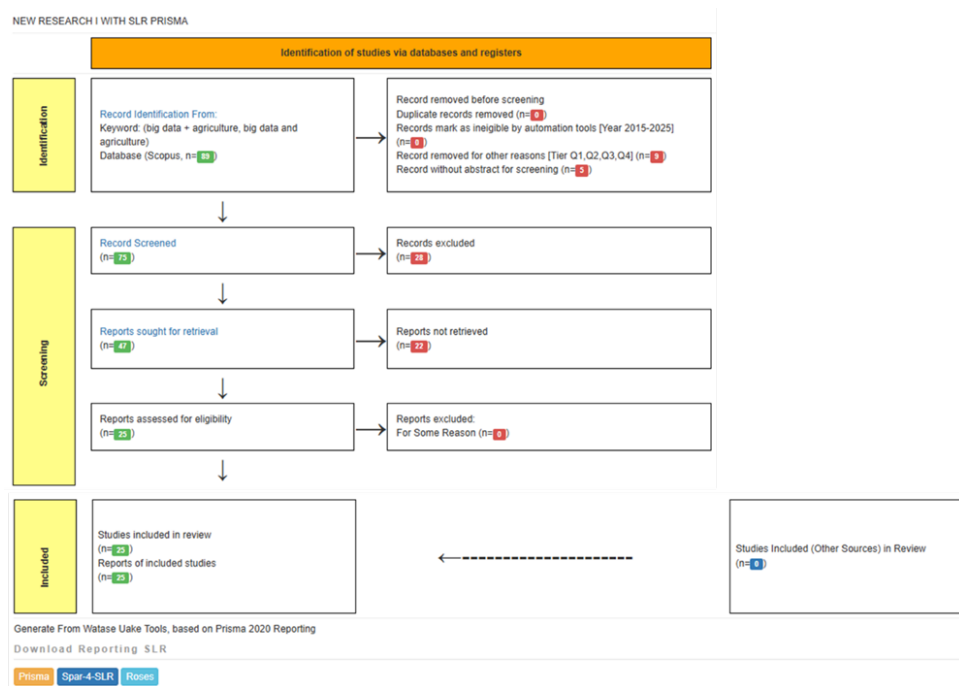
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini ditulis menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) yang bermanfaat untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menyimpulkan hasil penelitian terkait topik yang dikaji secara sistematis dan terstruktur. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini menggunakan model PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), yang bertujuan untuk memastikan transparansi, dan akuntabilitas dalam setiap tahapan proses SLR. Metode SLR dianggap andal, karena metode ini cocok, dan akurat untuk mengevaluasi penelitian yang terkait dengan fenomena tertentu yang menarik, pertanyaan penelitian, isu, atau topik utama (Al-Sai et al., 2023).

Pertanyaan penelitian berikut telah dirumuskan untuk mendapatkan literatur yang sesuai di dalam pembahasan, yaitu: 1) Bagaimana peranan aplikasi *big data* dalam manajemen data pertanian?. dan 2) Apa saja tantangan dan peluang dari implementasi *big data* tersebut? Watase Uake merupakan aplikasi online yang membantu peneliti dalam melakukan penelitian secara sistematis dan terstruktur. Literatur ilmiah yang tersedia di aplikasi Watase Uake, merupakan literatur terindeks scopus, dengan peringkat Q1, Q2, Q3, dan Q4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelusuran jurnal terindeks scopus dengan kata kunci big data dan manajemen data pertanian diperoleh 89 literatur, dimana 75 literatur memasuki fase seleksi, dan pada fase retrieval tersisa 47 literatur. Setelah jurnal di-download, kemudian di-upload ke sistem, tersisa 23 artikel saja (Gambar 1).



Gambar 1. Proses SLR menggunakan metode PRISMA

23 literatur terseleksi dari web watase.web.id yang paling relevan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Daftar judul publikasi terpilih terindeks scopus dari watase.web.id

No	Authors	Year	Title	Journal	Citation	Journal Rank
1	Clement et al.,	2025	Addressing Biological Invasions in Agriculture with Big Data in an Informatics Age	Agriculture (Switzerland)	0	Q2
2	Villamar-Torres et al.,	2025	An overview to the new era in Smart Farming Using The Big Data Development Model of Agriculture big data, bioinformatics, metagenomics and precision agriculture	Journal of Animal and Plant Sciences	0	Q4

3	Sajib & Sayem	2025	Innovations in sensor-based systems and sustainable energy solutions for smart agriculture: a review	Encyclopedia	0	Q1
4	Krishna et al.,	2023	Artificial Intelligence and Big Data Analytics-Based Optimization of Crop Yields in Sustainable Agriculture	Carpathian Journal of Food Science and Technology	0	Q4
5	Liu, W	2022	Application of Data Visualization and Big Data Analysis in Intelligent Agriculture	Journal of Computing and Information Technology	1	Q4
6	Osinga et al.,	2022	Big data in agriculture: Between opportunity and solution	Agricultural Systems	99	Q1
7	Misra et al.,	2022	IoT, Big Data, and Artificial Intelligence in Agriculture and Food Industry	IEEE Internet of Things Journal	577	Q1
8	Cheng, J	2021	Application of Big Data Analysis to Agricultural Production, Agricultural Product Marketing and Influencing Factors in Intelligent Agriculture	Journal of Computing and Information Technology	2	Q4

9	Bhat & Huang	2021	Big Data and AI Revolution in Precision Agriculture: Survey and Challenges	IEEE Access	271	Q1
10	Rao & Yuan	2021	Data mining and statistics issues of precision and intelligent agriculture based on big data analysis, Acta	Agriculturae Scandinavica - Section B Soil and Plant Science	10	Q2
11	Zhenjian, et al.,	2021	Research on the path of agriculture sustainable development based on the concept of circular economy and big data	Acta Agriculturae Scandinavica - Section B Soil and Plant Science	12	Q2
12	Gopal & Chintala	2020	Big data challenges and opportunities in agriculture	International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems	31	Q4
13	Lioutas & Charatsari	2020	Big data in agriculture: Does the new oil lead to sustainability?	Geoforum	50	Q1
14	Valencia et al.,	2020	Mapping groundwater abstractions from irrigated agriculture: Big data, inverse modeling, and a satellite-model fusion approach	Hydrology and Earth System Sciences	23	Q1

15	Keswani et al.,	2020	Improving weather dependent zone specific irrigation control scheme in IoT and big data enabled self driven precision agriculture mechanism	Enterprise Information Systems	41	Q1
16	Tseng et al	2019	Applying big data for intelligent agriculture-based crop selection analysis,	IEEE Access	110	Q1
17	Tantalaki et al.,,	2019	Data-Driven Decision Making in Precision Agriculture: The Rise of Big Data in Agricultural Systems	Journal of Agricultural and Food Information	178	Q3
18	Rao, NH ,	2018	Big data and climate smart agriculture - Status and implications for agricultural research and innovation in India	Proceedings of the Indian National Science Academy	29	Q4
19	Young et al.,	2018	Exploring a Big Data Approach to Building a List Frame for Urban Agriculture: A Pilot Study in the City of Baltimore,	Journal of Official Statistics	19	Q3

20	Majumdar et al.,	2017	Analysis of agriculture data using data mining techniques: application of big data,	Journal of Big Data	207	Q1
21	Wolfert et al.,	2017	Big data in smart farming,	Agricultural Systems	3736	Q1
22	Bronson & Knezevic ,	2016	Big Data in food and agriculture	Big Data and Society	307	Q1
23	Carbonell, I	2016	The ethics of big data in big agriculture,	Policy Review Internet	167	Q1

Watase Uake tidak hanya membantu menyeleksi literatur yang paling relevan dengan topik, namun juga menemukan kata kunci yang paling banyak muncul, dan saling terkait di dalam semua literatur terpilih, sehingga memudahkan peneliti dalam membahas topik kajian yang dipilih (Gambar 2).



Gambar 2. Keterkaitan kata kunci yang dihasilkan oleh Watase Uake

Berdasarkan keterkaitan kata kunci pada Gambar 2, *big data* dalam bidang pertanian banyak digunakan pada pertanian presisi, pertanian cerdas, internet of things, penggalian data (*data mining*), sistem pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*), pertanian digital, dan lain-lain. Kata-kata kunci tersebut akan dibahas sebagai berikut:

1. Big Data, Data Mining, Machine Learning, dan Pertanian Presisi

Adopsi teknologi inovatif telah merevolusi pertanian, menuju era baru pengelolaan tanaman yang efisien. Perangkat canggih, termasuk kecerdasan buatan (AI), *Machine Learning* (ML), dan *big data* sedang mentransformasi praktik pertanian tradisional, dan menghasilkan wawasan berharga bagi petani dalam mendukung keputusan berbasis data untuk menentukan jadwal tanam, pengendalian hama dan penyakit, irigasi. Algoritma AI dan ML menganalisis data pertanian dalam jumlah besar, yang menghasilkan wawasan berharga bagi petani. Wawasan ini mendukung keputusan berbasis data terkait jadwal tanam, irigasi, serta pemupukan (Villamar-Torres et al., 2025). Pertanian presisi melibatkan manipulasi variasi dalam produktivitas lahan, memaksimalkan pendapatan, mengurangi skala limbah, dan meminimalkan dampak pada lingkungan menggunakan pengumpulan informasi, dan dokumentasi yang dikendalikan oleh mesin secara otomatis (Keswani

et al., 2020). *Machine learning* dari sekumpulan data telah diterapkan di seluruh bidang pertanian presisi untuk memberikan solusi yang lebih akurat, terutama karena kemampuannya untuk menangani masalah pertanian yang sangat kompleks, dan tidak linier (Tantalaki et al., 2019).

Kombinasi *big data* dan *data mining*, menghasilkan estimasi hasil panen yang akurat untuk berbagai tanaman yang terlibat dalam perencanaan. Teknik *data mining* merupakan proses komputasi untuk menemukan pola dalam kumpulan *big data* yang melibatkan metode-metode yang menggabungkan kecerdasan buatan, mesin pembelajaran, statistika, dan sistem basis data, sehingga dihasilkan solusi yang praktis dan efektif (Majumdar et al., 2017). *Data mining* dalam bidang pertanian saat ini meliputi: memprediksi pertumbuhan tanaman di rumah kaca, dan menggali aturan evaluasi kesuburan tanah dari basis data nutrisi tanah untuk memandu pemupukan secara ilmiah dalam produksi di lapangan (Rao & Yuan, 2021).

2. *Big Data*, *Internet of Things*, dan Pertanian Cerdas

Pertanian cerdas dapat merenovasi produksi, dan manajemen pertanian, menjadikan produksi pertanian benar-benar ilmiah, dan efisien. Visualisasi data, dan analisis *big data* perlu diterapkan secara ilmiah untuk memproses, dan menampilkan, data produksi yang sangat kompleks, dan akhirnya disimpulkan dalam sistem pertanian cerdas (Liu, 2022). *Internet of Things* (IoT) dan *big data* mendorong modernisasi model produksi dan pemasaran produk pertanian tradisional. Dengan mengumpulkan data produksi dan data pemasaran produk pertanian, didapatkan banyak kemudahan seperti mengurangi pemantauan lahan pertanian secara manual, dan petani memperoleh informasi efektif untuk meningkatkan produksi (Cheng, 2021; Misra et al., 2022).

Salah satu masalah di bidang pertanian saat ini adalah perubahan iklim, yang meningkatkan kerentanan dalam sistem produksi pertanian. Integrasi perkembangan terkini dalam analisis *big data*, dan ilmu tentang perubahan iklim pada bidang pertanian dapat mempercepat penelitian, dan inovasi pertanian yang cerdas iklim. Pertanian yang cerdas iklim mengacu pada serangkaian teknologi, dan praktik terpadu yang secara bersamaan meningkatkan produktivitas, dan pendapatan petani, meningkatkan kapasitas adaptif terhadap dampak perubahan iklim, dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Ini merupakan pendekatan pertanian multi-tahap, multi-tujuan, yang berbasis data, dan berbasis ilmu pengetahuan, dengan pertanian sebagai unit paling fundamental untuk keputusan strategis, dan taktis (Rao, 2018).

Perubahan iklim yang bersifat global, juga menyebabkan petani kesulitan dalam menentukan tanaman yang cocok ditanam di lahan mereka dalam jangka panjang. *Big data* dan IoT merupakan salah satu alternatif untuk menjawab permasalahan ini, dengan cara membantu menganalisa komponen tanah, dan lingkungan pertanian guna menyediakan pilihan tanaman yang sesuai bagi petani, dan memantau teknik budidaya serta faktor lingkungan di lahan mereka (Tseng et al., 2019).

3. *Big Data* dan Sistem Pertanian Berkelanjutan

Sistem pertanian berkelanjutan adalah sebagai sistem pertanian terpadu yang menerapkan praktik produksi tanaman, dan hewan yang memiliki aplikasi spesifik lokasi dalam jangka panjang yang dapat memenuhi kebutuhan pangan, dan serat bagi manusia, meningkatkan kualitas lingkungan dan basis sumber daya alam yang menjadi sandaran ekonomi pertanian, memanfaatkan sumber daya tak terbarukan dan sumber daya pertanian secara efisien dan mengintegrasikannya sehingga meningkatkan kualitas hidup petani, dan masyarakat secara keseluruhan. Penghitungan nutrisi tanah, kebutuhan pupuk kandang, dan data hasil analisa tanah yang dikumpulkan dalam aplikasi *big data* dapat membantu dalam mengurangi dampak negatif kelebihan pupuk terhadap lingkungan, sehingga memberikan kontribusi signifikan terhadap pemenuhan permintaan pangan yang terus meningkat di seluruh dunia dan mencapai keberlanjutan meskipun mendapatkan banyak tantangan (Krishna et al., 2023).

Kombinasi pemanfaatan *data mining* dan *big data* pada sistem pertanian berkelanjutan dapat dimanfaatkan dalam membangun model dinamis diskrit satu dimensi antara stok stok sumber daya terbarukan dengan output. Kemudian membuat model kontrol dinamis diskrit dua dimensi untuk menghitung stok sumber daya pertanian, dan kecepatan pengembangan sumber daya (Zhenjian et al., 2021).

Para akademisi, dan peneliti saat ini menganggap *big data* dalam bidang pertanian berkelanjutan sebagai modal baru di samping lahan, tenaga kerja, dan dukungan finansial. *Big data* yang bermanfaat pada pertanian berkelanjutan memiliki 3 persyaratan, yaitu 1) Data tersebut harus sejalan dengan nilai-nilai etika, dan sosial. 2) data harus kompatibel dengan berbagai budaya pertanian, dan 3) pemanfaatan data harus didasarkan pada prinsip koagensi (distribusi kekuasaan, otoritas, dan nilai yang adil) (Lioutas & Charatsari, 2020).

4. Tantangan dan Peluang Penggunaan *Big Data* dalam Bidang Pertanian

Sektor pertanian saat ini sedang mengalami revolusi. Penggunaan *big data* terkini di sektor pertanian, dan pangan telah mengungkapkan hasil analisa yang berimplikasi pada hubungan kekuasaan antar pelaku dalam sistem pangan, misalnya antara petani, dan perusahaan besar. (Bronson & Knezevic, 2016). Ada beberapa perusahaan raksasa yang saat ini telah membeli *big data* di bidang pertanian, yang dapat mendukung keputusan yang diambil oleh petani. Melalui sensor nirkabel yang terpasang pada traktor modern yang memantau, atau mendukung setiap keputusan yang dibuat petani mulai dari kapan harus mulai menanam, dan mengairinya, hingga jumlah dan waktu penyemprotan pestisida, dan herbisida, hingga hari yang tepat untuk panen dan merinci perubahan terkecil dalam kondisi iklim (Carbonell, 2016). Tantangan terbesar dalam penggunaan *big data* adalah keamanan data, apalagi jika data jatuh ke pihak pesaing dalam bidang agribisnis perusahaan raksasa tersebut (Gopal & Chintala, 2020).

Tantangan paling spesifik dalam pemanfaatan *big data*, AI, *Machine Learning*, dan IoT dalam bidang pertanian adalah resiko hilangnya informasi karena beberapa alasan seperti malfungsi perangkat IoT, kegagalan komunikasi, cuaca buruk yang menghambat akuisisi citra penginderaan jauh, dan lain-lain. Kasus yang pernah terjadi adalah deteksi dini serangan hama dan penyakit pada tanaman yang ternyata tidak cocok pada tanaman tertentu, sehingga hama dan penyakit tidak dapat dikendalikan sejak dini (Bhat & Huang, 2021).

Peluang penggunaan *big data* telah dibuktikan oleh perusahaan-perusahaan besar bidang pertanian yang membantu petani dalam menghemat biaya produksi dan meningkatkan hasil panen mereka melalui analisa iklim, jenis tanah, kandungan nutrisi tanah, dan varietas unggul (Gopal & Chintala, 2020). Peluang penggunaan *big data* dapat diperoleh dengan mengatur sistem operasi secara lebih efektif melalui daya komputasi yang tinggi, dan menganalisis sejumlah besar data melalui algoritma *machine learning* yang disesuaikan untuk menghasilkan wawasan, pola, dan keputusan yang menguntungkan. Hal ini disebabkan karena perangkat sensorik dengan fidelitas tinggi menjadi lebih mudah diakses, catatan data terakumulasi, dan membuka peluang untuk mengatasi masalah ketahanan pangan secara lebih akurat, dan inklusi (Osinga et al., 2022).

SIMPULAN

Seleksi literatur menggunakan metode SLR pada aplikasi Watase Uake dengan kata kunci "*big data* dan manajemen data pertanian" diperoleh 89 literatur, dimana 75 literatur memasuki fase seleksi, dan pada fase retrieval tersisa 47 literatur. Setelah jurnal di-*download*, kemudian di-*upload* ke sistem, tersisa 23 artikel yang paling relevan. Berdasarkan keterkaitan kata kunci, pemanfaatan *big data* dalam manajemen data bidang pertanian lebih banyak untuk mendukung produksi pada sistem pertanian presisi, pertanian cerdas, dan sistem pertanian berkelanjutan. Peluang penggunaan *big data* adalah membantu petani dalam menghemat biaya produksi dan meningkatkan hasil panen mereka melalui analisa iklim, jenis tanah, kandungan nutrisi tanah, dan varietas unggul. Tantangan yang dihadapi malfungsi perangkat, gangguan cuaca, dan masalah keamanan data.

Referensi :

- Al-Sai, Z., Husin, M., Syed-Mohamad, S., Abdullah, R., Zitar, R., Abualigah, L., & Gandomi, A. (2023). Big data maturity assessment models: a Systematic literature review. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(1). <https://doi.org/10.3390/bdcc7010002>
- Bernardo, B., Mamede, H., Barroso, J., & dos Santos, V. (2024). Data governance & quality management – Innovation and breakthroughs across different fields. *Journal of Innovation and Knowledge*, 9(4). <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100598>

- Bhat, S., & Huang, N. (2021). Big data and AI revolution in precision agriculture: survey and challenges. *IEEE Access*, 9, 110209–110222. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3102227>
- Bronson, K., & Knezevic, I. (2016). Big data in food and agriculture. *Big Data and Society*, 3(1), 1–5. <https://doi.org/10.1177/2053951716648174>
- Carbonell, I. (2016). The ethics of big data in big agriculture. *Internet Policy Review*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.14763/2016.1.405>
- Cheng, J. (2021). Application of big data analysis to agricultural production, agricultural product marketing and influencing factors in intelligent agriculture. *Journal of Computing and Information Technology*, 29(3), 151–165. <https://doi.org/10.20532/cit.2021.1005404>
- Clement, R., Lee, H., Manoukis, N., Pacheco, Y., Ross, F., Sisterson, M., & Owen, C. (2025). Addressing biological invasions in agriculture with big data in an informatics age. *Agriculture (Switzerland)*, 15(11), 1–34. <https://doi.org/10.3390/agriculture15111157>
- Gopal, M., & Chintala, B. (2020). Big data challenges and opportunities in agriculture. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, 11(1), 48–66. <https://doi.org/10.4018/IJAEIS.2020010103>
- Keswani, B., Mohapatra, A., Keswani, P., Khanna, A., Gupta, D., & Rodrigues, J. (2020). Improving weather dependent zone specific irrigation control scheme in IoT and big data enabled self driven precision agriculture mechanism. *Enterprise Information Systems*, 14(9–10), 1494–1515. <https://doi.org/10.1080/17517575.2020.1713406>
- Krishna, S., Kumar, R., Rose, J., Patidar, V., Soni, A., Mehta, D., & Ranadive, A. (2023). Artificial intelligence and big data analytics-based optimization of crop yields in sustainable agriculture. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, (Special issue), 1–15. <https://doi.org/10.34302/SI/238>
- Lioutas, E., & Charatsari, C. (2020). Big data in agriculture: does the new oil lead to sustainability? *Geoforum*, 109(December 2019), 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.12.019>
- Liu, W. (2022). Application of data visualization and big data analysis in intelligent agriculture. *Journal of Computing and Information Technology*, 29(4), 251–263. <https://doi.org/10.20532/CIT.2021.1005390>
- Majumdar, J., Naraseeyappa, S., & Ankalaki, S. (2017). Analysis of agriculture data using data mining techniques: application of big data. *Journal of Big Data*, 4(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40537-017-0077-4>
- Misra, N., Dixit, Y., Al-Mallahi, A., Bhullar, M., Upadhyay, R., & Martynenko, A. (2022). IoT, big data, and artificial intelligence in agriculture and food industry. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(9), 6305–6324. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2998584>
- Osinga, S., Paudel, D., Mouzakitis, S., & Athanasiadis, I. (2022). Big data in agriculture: Between opportunity and solution. *Agricultural Systems*, 195(June 2021), 103298. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103298>
- Rao, N. (2018). Big data and climate smart agriculture - Status and implications for agricultural research and innovation in India. In *Proceedings of the Indian National Science Academy* (Vol. 84, pp. 625–640). <https://doi.org/10.16943/ptinsa/2018/49342>
- Rao, Z., & Yuan, J. (2021). Data mining and statistics issues of precision and intelligent agriculture based on big data analysis. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 71(9), 870–883. <https://doi.org/10.1080/09064710.2021.1954684>
- Sajib, M., & Sayem, A. (2025). Innovations in sensor-based systems and sustainable energy solutions for smart agriculture: a review. *Encyclopedia*, 5(2), 67. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia5020067>
- Šajnović, U., Vošner, H., Završnik, J., Žlahtič, B., & Kokol, P. (2024). Internet of things and big data analytics in preventive healthcare: a synthetic review. *Electronics (Switzerland)*, 13(18). <https://doi.org/10.3390/electronics13183642>
- Tantalaki, N., Souravlas, S., & Roumeliotis, M. (2019). Data-driven decision making in precision agriculture: the rise of big data in agricultural systems. *Journal of Agricultural and Food Information*, 20(4), 344–380. <https://doi.org/10.1080/10496505.2019.1638264>

- Tseng, F., Cho, H., & Wu, H. (2019). Applying big data for intelligent agriculture-based crop selection analysis. *IEEE Access*, 7, 116965–116974. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2935564>
- Valencia, O., Johansen, K., Solorio, B., Li, T., Houborg, R., Malbeteau, Y., ... McCabe, M. (2020). Mapping groundwater abstractions from irrigated agriculture: Big data, inverse modeling, and a satellite-model fusion approach. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(11), 5251–5277. <https://doi.org/10.5194/hess-24-5251-2020>
- Villamar-Torres, R., Factos-Laiño, K., Yáñez-Cajo, D., Mayorga-Morejon, K., & Jazayeri, S. (2025). An overview to the new era in efficient crop management: artificial intelligence, machine learning, big data, bioinformatics, metagenomics and precision agriculture. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 35(3), 638–659. <https://doi.org/10.36899/japs.2025.3.0054>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. (2017). Big data in smart farming – a review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- Young, L., Hyman, M., & Rater, B. (2018). Exploring a big data approach to building a list frame for urban agriculture: a pilot study in the City of Baltimore. *Journal of Official Statistics*, 34(2), 323–340. <https://doi.org/10.2478/jos-2018-0015>
- Zhenjian, L., Jiahua, L., & Yunbao, X. (2021). Research on the path of agriculture sustainable development based on the concept of circular economy and big data. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 71(9), 1024–1035. <https://doi.org/10.1080/09064710.2021.1929436>