

## TEKNOLOGI PERTANIAN PRESISI UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PRODUKSI PADI DI INDONESIA

Franky Reintje Tulungen

Universitas Kristen Indonesia Tomohon

Email: [ftulungen@gmail.com](mailto:ftulungen@gmail.com)

**Abstrak:** Pemanfaatan Teknologi Pertanian Presisi (TPP) semakin menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan efisiensi produksi padi di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi manfaat, tantangan, dan dampak lingkungan dari implementasi TPP dalam konteks pertanian padi di Indonesia. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan melakukan tinjauan literatur terhadap berbagai sumber informasi terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TPP memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi produksi padi melalui penggunaan teknologi canggih seperti sensor tanah, drone, dan sistem irigasi tetes. Manfaat utama TPP termasuk peningkatan produktivitas, pengurangan biaya produksi, dan pelestarian lingkungan melalui penggunaan input yang lebih efisien. Namun, implementasi TPP di Indonesia masih dihadapkan pada tantangan seperti biaya tinggi, keterbatasan akses, dan kurangnya kesadaran petani akan pentingnya teknologi ini. Selain itu, terdapat pula dampak lingkungan yang perlu diperhatikan, seperti risiko kontaminasi tanah dan air akibat penggunaan pestisida dan pupuk kimia secara berlebihan. Oleh karena itu, diperlukan upaya kolaboratif antara pemerintah, lembaga riset, sektor swasta, dan petani untuk mengatasi tantangan ini dan memaksimalkan manfaat TPP dalam meningkatkan efisiensi produksi padi di Indonesia.

**Kata kunci:** Teknologi Pertanian Presisi, Efisiensi Produksi Padi, Implementasi, Tantangan, Dampak Lingkungan

**Abstract:** Precision Agriculture Technology (PAT) is increasingly becoming the main focus in efforts to improve the efficiency of rice production in Indonesia. This study aims to identify the benefits, challenges, and environmental impacts of the implementation of PAT in the context of rice farming in Indonesia. The research method used is qualitative by conducting a literature review of various related information sources. The results of the study show that PAT has great potential in improving the efficiency of rice production through the use of advanced technologies such as soil sensors, drones, and drip irrigation systems. The main benefits of PAT include increased productivity, reduced production costs, and environmental conservation through the more efficient use of inputs. However, the implementation of PAT in Indonesia is still faced with challenges such as high costs, limited access, and lack of awareness among farmers of the importance of this technology. In addition, there are also environmental impacts that need to be considered, such as the risk of soil and water contamination due to excessive use of pesticides and chemical fertilizers. Therefore, collaborative efforts are needed between the government, research institutions, the private sector, and farmers to overcome this challenge and maximize the benefits of PAT in improving the efficiency of rice production in Indonesia.

**Keywords:** Precision Agriculture Technology, Rice Production Efficiency, Implementation, Challenges, Environmental Impact

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi pertanian adalah penggunaan berbagai inovasi teknologi dalam praktik pertanian untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan produksi pertanian. Contohnya termasuk penggunaan sensor tanah, drone, sistem informasi geografis (GIS), dan aplikasi mobile dalam berbagai aspek budidaya tanaman dan peternakan. Salah satu contoh pemanfaatan teknologi pertanian adalah penggunaan sensor tanah untuk memantau kondisi tanah secara real-time. Sensor ini dapat mengukur berbagai parameter tanah seperti kelembaban, pH, kandungan unsur hara, dan suhu. Informasi yang diperoleh dari sensor ini kemudian dapat digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan pupuk dan air, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.



Implementasi teknologi drone juga menjadi salah satu contoh pemanfaatan teknologi pertanian yang semakin populer. Drone dapat digunakan untuk pemetaan lahan pertanian, pemantauan pertumbuhan tanaman, dan pemantauan hama dan penyakit tanaman. Dengan menggunakan drone, petani dapat dengan cepat mengidentifikasi masalah di lahan pertanian mereka dan mengambil tindakan yang tepat secara proaktif.

Selain itu, penggunaan sistem informasi geografis (GIS) juga menjadi bagian penting dari pemanfaatan teknologi pertanian. GIS memungkinkan petani untuk melakukan analisis spasial terhadap lahan pertanian mereka, termasuk pemetaan lahan, perencanaan irigasi, dan penentuan pola tanam yang optimal. Dengan menggunakan GIS, petani dapat membuat keputusan yang lebih tepat dan efisien dalam manajemen lahan pertanian mereka. Secara keseluruhan, pemanfaatan teknologi pertanian membuka peluang baru bagi peningkatan efisiensi produksi, pengurangan risiko, dan peningkatan pendapatan petani. Dengan adopsi teknologi yang tepat dan dukungan yang memadai, teknologi pertanian dapat menjadi salah satu kunci untuk mencapai ketahanan pangan dan pembangunan pertanian yang berkelanjutan.

Produksi padi di Indonesia memiliki peranan yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional dan menunjang perekonomian negara. Dengan populasi yang terus meningkat, tuntutan terhadap peningkatan produksi padi semakin mendesak (BPS, 2022). Namun, tantangan yang dihadapi oleh sektor pertanian padi di Indonesia, seperti lahan yang terbatas, perubahan iklim, dan praktik pertanian yang kurang efisien, menuntut adanya inovasi untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi (FAO, 2021). Teknologi pertanian presisi, yang menggabungkan penggunaan teknologi informasi dengan praktik pertanian, menawarkan solusi yang potensial untuk mengatasi tantangan tersebut dan meningkatkan efisiensi produksi padi (Gebbers & Adamchuk, 2010). Meskipun teknologi pertanian presisi telah menunjukkan hasil yang menjanjikan di berbagai negara maju, penerapannya di Indonesia masih terbatas (Zhang et al., 2020). Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada aspek teknis dan implementasi teknologi ini di negara-negara dengan infrastruktur pertanian yang lebih maju, tanpa memperhatikan kondisi spesifik dan kebutuhan unik pertanian padi di Indonesia (Schimmelpfennig & Ebel, 2016). Selain itu, ada sedikit penelitian yang mengkaji bagaimana teknologi ini dapat diadaptasi dan diimplementasikan untuk meningkatkan efisiensi produksi padi secara spesifik di Indonesia (Norton & Alwang, 2020).

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak untuk meningkatkan efisiensi produksi padi di Indonesia guna memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat (BPS, 2022). Dengan perubahan iklim yang tidak dapat diprediksi dan tantangan lain yang dihadapi oleh sektor pertanian, penggunaan teknologi pertanian presisi tidak hanya penting untuk meningkatkan produksi tetapi juga untuk memastikan keberlanjutan sektor pertanian (Wheeler & Von Braun, 2013). Oleh karena itu, penelitian ini sangat diperlukan untuk memberikan wawasan mengenai bagaimana teknologi ini dapat diterapkan secara efektif di Indonesia (Jayaraman et al., 2018).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi pertanian presisi dapat meningkatkan efisiensi penggunaan input pertanian seperti air, pupuk, dan pestisida (Mulla, 2013). Di negara-negara seperti Amerika Serikat dan Australia, teknologi ini telah terbukti meningkatkan produktivitas dan keuntungan petani (Lowenberg-DeBoer & Erickson, 2019). Namun, di Indonesia, penelitian tentang implementasi teknologi ini masih sangat terbatas dan belum banyak mengeksplorasi dampaknya terhadap produksi padi secara khusus (Wijayanti et al., 2021; Sari & Kusuma, 2020). Penelitian ini

menawarkan pendekatan baru dengan fokus pada adaptasi teknologi pertanian presisi untuk kondisi spesifik pertanian padi di Indonesia. Tidak hanya mengevaluasi efektivitas teknologi ini dalam meningkatkan efisiensi produksi, penelitian ini juga akan mengkaji bagaimana teknologi tersebut dapat diintegrasikan ke dalam praktik pertanian lokal yang sudah ada dan bagaimana dampaknya terhadap kesejahteraan petani (Nugroho & Siregar, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi teknologi pertanian presisi dalam meningkatkan efisiensi produksi padi di Indonesia. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan panduan bagi petani dan pembuat kebijakan mengenai implementasi teknologi ini untuk meningkatkan produksi padi secara berkelanjutan dan efisien (Hermawan et al., 2022). Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat membuka jalan bagi penelitian lanjutan dalam bidang teknologi pertanian di Indonesia.

## **METODE**

Metode penelitian yang digunakan dalam artikel ini adalah studi literatur. Studi literatur merupakan pendekatan penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan, menelaah, dan menganalisis berbagai literatur yang relevan dengan topik penelitian untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang fenomena yang diteliti (Webster & Watson, 2002). Sumber data dalam penelitian ini adalah berbagai literatur ilmiah, artikel jurnal, buku teks, laporan penelitian, dan dokumen resmi terkait pemanfaatan teknologi pertanian presisi dan produksi padi di Indonesia. Data-data ini diperoleh melalui akses daring ke basis data akademik seperti Google Scholar, ResearchGate, dan jurnal-jurnal ilmiah terkait. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pencarian literatur menggunakan kata kunci yang relevan seperti "teknologi pertanian presisi", "produksi padi", "efisiensi produksi", dan "Indonesia". Selain itu, data juga diperoleh melalui review berbagai laporan penelitian dan dokumen resmi yang diterbitkan oleh lembaga pemerintah dan lembaga riset terkait.

Metode analisis data dalam penelitian ini melibatkan pembacaan dan pemahaman yang mendalam terhadap literatur yang relevan. Data-data yang diperoleh dari literatur tersebut dianalisis secara kritis untuk mengidentifikasi temuan-temuan utama, tren, tantangan, dan peluang terkait pemanfaatan teknologi pertanian presisi untuk meningkatkan efisiensi produksi padi di Indonesia. Dalam penelitian ini, pendekatan studi literatur dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengakses dan menganalisis berbagai informasi dan temuan yang telah ada tentang topik penelitian tanpa perlu melakukan pengumpulan data primer yang memakan waktu dan biaya. Selain itu, pendekatan ini juga memungkinkan peneliti untuk mendapatkan wawasan yang komprehensif tentang isu yang diteliti melalui sintesis literatur yang ada.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berikut adalah hasil analisis dan pembahasan mengenai pemanfaatan teknologi pertanian presisi untuk meningkatkan efisiensi produksi padi di Indonesia:

### **1. Manfaat Teknologi Pertanian Presisi dalam Produksi Padi**

Teknologi pertanian presisi memiliki berbagai manfaat dalam meningkatkan efisiensi produksi padi di Indonesia. Salah satunya adalah penggunaan sensor tanah untuk mengukur kadar kelembaban tanah dan memberikan irigasi yang tepat waktu, sehingga dapat mengurangi pemborosan air dan pupuk (Pan et al., 2020). Selain itu, teknologi presisi juga memungkinkan pemantauan dan pengendalian hama dan penyakit secara

lebih efektif, sehingga mengurangi kerugian hasil panen (Liu et al., 2018). Dengan pemanfaatan teknologi ini, petani dapat meningkatkan produktivitas lahan dan mengurangi biaya produksi, sehingga meningkatkan efisiensi produksi padi secara keseluruhan.

Manfaat teknologi pertanian presisi dalam produksi padi sangatlah beragam. Salah satu manfaat utamanya adalah kemampuannya dalam meningkatkan efisiensi penggunaan input seperti air, pupuk, dan pestisida. Dalam penelitian oleh Pan et al. (2020), ditemukan bahwa penggunaan sensor tanah dalam teknologi pertanian presisi memungkinkan pengukuran kelembaban tanah secara akurat. Hal ini memungkinkan petani untuk memberikan irigasi yang tepat waktu dan jumlahnya sesuai kebutuhan tanaman, sehingga mengurangi pemborosan air dan pupuk. Dengan menggunakan teknologi presisi ini, petani dapat mengoptimalkan penggunaan input dan mengurangi biaya produksi secara signifikan.

Selain itu, teknologi pertanian presisi juga memungkinkan pengendalian hama dan penyakit secara lebih efektif. Dalam studi oleh Liu et al. (2018), ditemukan bahwa penggunaan sensor dan perangkat pemantauan lainnya dapat membantu petani dalam mendeteksi adanya serangan hama atau penyakit pada tanaman dengan cepat. Dengan demikian, tindakan pengendalian dapat diambil lebih tepat waktu, sehingga mengurangi kerugian hasil panen akibat serangan hama atau penyakit. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi pertanian presisi memiliki potensi besar dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen padi di Indonesia.

Dengan adanya penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan teknologi pertanian presisi memberikan manfaat yang signifikan bagi produksi padi di Indonesia. Teknologi ini tidak hanya membantu dalam mengoptimalkan penggunaan input dan pengendalian hama penyakit, tetapi juga memberikan peluang untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen secara keseluruhan. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dan penerapan teknologi pertanian presisi di lapangan dapat menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi produksi padi dan mendukung ketahanan pangan Indonesia.

## **2. Tantangan Implementasi Teknologi Pertanian Presisi di Indonesia**

Meskipun memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi produksi padi, implementasi teknologi pertanian presisi di Indonesia masih dihadapkan pada berbagai tantangan. Salah satunya adalah tingginya biaya investasi awal untuk membeli peralatan presisi seperti traktor dengan GPS dan sensor tanah (Kurniawan et al., 2019). Selain itu, kurangnya akses petani terhadap pelatihan dan pendampingan teknis dalam penggunaan teknologi presisi juga menjadi hambatan utama (Nurlaela et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan dukungan pemerintah dan sektor swasta untuk mengurangi hambatan-hambatan ini dan memfasilitasi adopsi teknologi pertanian presisi oleh petani di Indonesia.

Tantangan implementasi teknologi pertanian presisi di Indonesia sangatlah beragam dan kompleks. Salah satu tantangan utamanya adalah keterbatasan akses petani terhadap teknologi dan infrastruktur yang dibutuhkan. Penelitian oleh Yusuf et al. (2019) menunjukkan bahwa sebagian besar petani di Indonesia masih menghadapi kendala dalam mengakses teknologi pertanian presisi karena keterbatasan finansial dan infrastruktur yang tidak memadai, seperti koneksi internet dan listrik. Hal ini membuat

implementasi teknologi pertanian presisi menjadi sulit dilakukan secara luas di tingkat petani.

Selain itu, kurangnya pemahaman dan keterampilan petani dalam menggunakan teknologi juga menjadi tantangan serius. Menurut penelitian oleh Widodo et al. (2020), sebagian besar petani di Indonesia masih memiliki tingkat literasi digital dan literasi teknologi yang rendah. Mereka kurang familiar dengan konsep dan penggunaan teknologi pertanian presisi, sehingga sulit bagi mereka untuk mengadopsi teknologi ini dalam praktik pertanian mereka. Kurangnya pelatihan dan pendampingan teknis juga menjadi kendala dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan petani dalam menggunakan teknologi pertanian presisi.

Selain itu, faktor sosial dan budaya juga dapat menjadi hambatan dalam implementasi teknologi pertanian presisi. Penelitian oleh Susanto et al. (2018) menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti kepercayaan tradisional terhadap praktik pertanian konvensional dan resistensi terhadap perubahan dapat menghambat adopsi teknologi pertanian presisi di masyarakat petani. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi dan mengatasi tantangan-tantangan tersebut melalui pendekatan yang holistik dan berkelanjutan guna meningkatkan implementasi teknologi pertanian presisi di Indonesia.

### **3. Pengaruh Pemanfaatan Teknologi Pertanian Presisi terhadap Produktivitas dan Pendapatan Petani**

Pemanfaatan teknologi pertanian presisi telah terbukti meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani padi di Indonesia. Studi oleh Zhang et al. (2020) menemukan bahwa petani yang menerapkan teknologi presisi memiliki hasil panen yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak menerapkannya. Selain itu, penggunaan teknologi presisi juga meningkatkan kualitas hasil panen dan memungkinkan petani untuk mendapatkan harga jual yang lebih baik di pasar (Hidayat et al., 2018). Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi pertanian presisi berpotensi meningkatkan kesejahteraan ekonomi petani padi di Indonesia.

Pemanfaatan teknologi pertanian presisi memiliki dampak yang signifikan terhadap produktivitas dan pendapatan petani. Penelitian oleh Suryadi et al. (2020) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pertanian presisi, seperti sistem irigasi tetes dan pemupukan variabel, dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan mengurangi penggunaan input seperti air dan pupuk. Dengan mengoptimalkan penggunaan input-input tersebut berdasarkan kebutuhan tanaman secara presisi, petani dapat menghasilkan lebih banyak tanaman dengan biaya yang lebih efisien. Hal ini berpotensi meningkatkan pendapatan petani karena mereka dapat memperoleh hasil yang lebih besar dari tanaman yang ditanam.

Selain itu, pemanfaatan teknologi pertanian presisi juga dapat meningkatkan kualitas hasil panen, yang pada gilirannya dapat meningkatkan nilai jual produk pertanian. Penelitian oleh Kusuma et al. (2019) menemukan bahwa aplikasi teknologi pertanian presisi, seperti sensor tanah dan pemetaan tanaman menggunakan drone, dapat membantu petani dalam memantau kondisi tanah dan tanaman secara lebih akurat. Dengan memperoleh informasi yang lebih tepat tentang kondisi tanah dan tanaman, petani dapat mengambil tindakan yang sesuai untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanaman mereka. Hal ini dapat meningkatkan kualitas hasil panen dan memungkinkan petani untuk mendapatkan harga yang lebih baik di pasar.

Dengan demikian, pemanfaatan teknologi pertanian presisi memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani di Indonesia. Namun, untuk memaksimalkan manfaatnya, perlu adanya dukungan dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, lembaga riset, dan sektor swasta, dalam hal penyediaan akses terhadap teknologi, pelatihan, dan pendampingan teknis bagi petani. Selain itu, penting juga untuk memperhatikan aspek sosial, ekonomi, dan budaya dalam mengimplementasikan teknologi pertanian presisi agar dapat diterima dan digunakan secara luas oleh petani.

#### **4. Dampak Lingkungan dari Pemanfaatan Teknologi Pertanian Presisi**

Meskipun memiliki manfaat dalam meningkatkan efisiensi produksi, pemanfaatan teknologi pertanian presisi juga memiliki dampak lingkungan yang perlu diperhatikan. Penggunaan pupuk dan pestisida secara presisi dapat mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan penurunan kualitas tanah (Kang et al., 2019). Namun, penggunaan energi dan bahan kimia dalam produksi peralatan presisi juga dapat meningkatkan jejak karbon dan menimbulkan polusi udara (Liu et al., 2021). Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap dampak lingkungan dari pemanfaatan teknologi pertanian presisi dan pengembangan solusi untuk mengurangi dampak negatifnya.

Dengan adanya pembahasan mengenai manfaat, tantangan, pengaruh terhadap produktivitas, dan dampak lingkungan dari pemanfaatan teknologi pertanian presisi, diharapkan artikel ini dapat memberikan pemahaman yang komprehensif tentang isu tersebut dan memberikan kontribusi positif bagi pengembangan pertanian di Indonesia. Pemanfaatan teknologi pertanian presisi memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan. Penelitian oleh Susanto et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pertanian presisi dapat mengurangi penggunaan input seperti pestisida dan pupuk kimia secara berlebihan. Dengan menggunakan teknologi seperti sensor tanah dan drone pemetaan, petani dapat mengidentifikasi dengan lebih akurat kebutuhan tanaman akan air, nutrisi, dan perlindungan tanaman. Hal ini mengurangi risiko pencemaran lingkungan akibat aliran limbah pestisida dan pupuk ke sumber air dan tanah, serta mengurangi dampak negatif pada keanekaragaman hayati.

Selain itu, penggunaan teknologi pertanian presisi juga dapat membantu dalam pelestarian sumber daya alam, seperti tanah dan air. Dengan menerapkan sistem irigasi tetes dan teknik pengelolaan tanah yang presisi, petani dapat mengurangi erosi tanah dan kehilangan air melalui penguapan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan ketersediaan air tanah dan menjaga keberlanjutan produktivitas lahan pertanian. Penelitian oleh Rachmawati et al. (2020) menemukan bahwa penerapan teknologi pertanian presisi dapat meningkatkan kualitas tanah dan kesehatan ekosistem, serta mengurangi risiko degradasi lahan. Namun, perlu diingat bahwa implementasi teknologi pertanian presisi juga memiliki tantangan terkait dengan biaya dan ketersediaan infrastruktur yang diperlukan, terutama bagi petani kecil dan di daerah terpencil. Oleh karena itu, diperlukan dukungan pemerintah dan sektor swasta dalam penyediaan akses terhadap teknologi dan pelatihan teknis bagi petani. Selain itu, penting juga untuk mempertimbangkan aspek sosial dan ekonomi dalam menerapkan teknologi pertanian presisi agar dapat memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi petani dan lingkungan.

#### **KESIMPULAN**

Dalam kesimpulan, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan teknologi pertanian presisi memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi produksi padi di Indonesia.

Teknologi ini memungkinkan para petani untuk mengoptimalkan penggunaan input seperti air, pupuk, dan pestisida, sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan mengurangi biaya produksi. Dengan menggunakan teknologi presisi seperti sensor tanah, drone, dan sistem irigasi tetes, petani dapat mengidentifikasi kebutuhan tanaman secara lebih akurat dan mengambil tindakan yang tepat waktu. Selain itu, teknologi ini juga membantu dalam pelestarian lingkungan dengan mengurangi penggunaan input kimia berlebihan dan meminimalkan dampak negatif terhadap tanah, air, dan keanekaragaman hayati.

Meskipun demikian, implementasi teknologi pertanian presisi masih dihadapkan pada beberapa tantangan, termasuk biaya tinggi dan keterbatasan akses petani ke teknologi dan pelatihan. Oleh karena itu, diperlukan dukungan dari pemerintah, lembaga riset, dan sektor swasta dalam penyediaan akses dan peningkatan kesadaran petani terhadap teknologi ini. Selain itu, penting juga untuk memperhatikan aspek sosial dan ekonomi dalam penerapan teknologi ini, agar dapat memberikan manfaat yang merata bagi semua pihak terkait. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi pertanian presisi diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi produksi padi, mendukung ketahanan pangan, dan menjaga keberlanjutan lingkungan di Indonesia.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Asnawi, A. (2018). Pekerjaan Berbasis Online dan Implikasi Regulasi. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik*, 22(1), 73-87.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). *Statistik Indonesia 2022*. Jakarta: BPS.
- Chowdhury, M. S., Rahman, M. H., & Hasan, M. K. (2019). Influence of Financial Literacy and Entrepreneurial Literacy on Small and Medium Enterprises (SMEs) Performance: The Mediating Role of Entrepreneurial Intention. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, 11(1), 120-147.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2017). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2021). *The State of Food and Agriculture 2021*. Rome: FAO.
- Gebbers, R., & Adamchuk, V. I. (2010). Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), 828-831.
- Hartono, D., & Sumekar, W. (2018). Peningkatan Efisiensi Usaha Tani Melalui Penerapan Teknologi Pertanian Presisi. *Jurnal Agroindustri Perdesaan*, 4(2), 55-67.
- Jayaraman, K., Englehardt, J. D., & Ormsbee, L. (2018). Integrating agricultural technology to increase food production and sustainability. *Sustainability*, 10(8), 2735.
- Kvale, S. (2007). *Doing Interviews*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Lowenberg-DeBoer, J., & Erickson, B. (2019). Setting the record straight on precision agriculture adoption. *Agronomy Journal*, 111(4), 1552-1556.
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation* (4th ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Mulla, D. J. (2013). Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. *Biosystems Engineering*, 114(4), 358-371.

- Norton, G. W., & Alwang, J. (2020). Impacts of improved agricultural technology on poverty reduction in developing countries: A synthesis of the evidence. *Food Policy*, 93, 101915.
- Nugroho, S., & Siregar, H. (2019). Adoption of precision agriculture in Indonesia: Barriers and opportunities. *Journal of Agricultural Technology*, 15(2), 145-159.
- Otoritas Jasa Keuangan. (2018). *Survei Literasi dan Inklusi Keuangan*. Otoritas Jasa Keuangan.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Putra, B. A., et al. (2021). Strategi Peningkatan Adopsi Teknologi Pertanian Presisi di Indonesia. *Jurnal Agribisnis Terapan*, 17(1), 30-42.
- Sari, N., & Kusuma, D. (2020). Current state and future prospects of precision agriculture in Indonesia. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 21(1), 85-96.
- Schimmelpfennig, D., & Ebel, R. (2016). On the doorstep of the information age: Recent adoption of precision agriculture. *USDA Economic Research Service*, 215, 1-40.
- Surya, A. (2020). Pemanfaatan Teknologi Pertanian Presisi untuk Meningkatkan Produktivitas Padi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(1), 45-58.
- Wheeler, T., & Von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341(6145), 508-513.
- Widodo, A., et al. (2019). Implementasi Teknologi Pertanian Presisi dalam Meningkatkan Produktivitas dan Efisiensi Padi. *Jurnal Inovasi Pertanian*, 8(2), 112-125.
- Wijayanti, R., Putra, A. D., & Wibowo, S. (2021). Evaluation of precision agriculture technologies in rice farming systems in Indonesia. *Rice Research: Open Access*, 9(1), 3-10.