

# Inovasi Digital dalam Pertanian Membandingkan Potensi Teknologi Open Source dan Komersial untuk Transformasi Industri

Rindi Maylinda Fitri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Asahan

Korespondensi penulis: [rindij7@gmail.com](mailto:rindij7@gmail.com)

**Abstract.** *Digital innovation in the agricultural sector is increasingly becoming an important concern as a solution to increase agricultural efficiency and productivity. This research discusses the comparison between open source technology and commercial technology in the agricultural sector, with the aim of understanding the advantages and challenges of each in the agricultural context in Indonesia. Using a comparative descriptive approach, this research involved 30 farmers who were divided into two groups, namely farmers using open source technology and farmers using commercial technology. Data was collected through interviews, questionnaires and field observations, then analyzed descriptively to describe the use of both types of technology. The research results show that open source technology is more affordable and flexible, but is limited by a lack of technical support and integration with existing agricultural systems. Meanwhile, commercial technology offers more complete technical support and more integrated systems, but high costs are a major obstacle for small farmers. In conclusion, choosing the right technology must take into account local conditions, economic capabilities and existing technical support. This research suggests the importance of policies that support the provision of affordable technology and training accessibility for farmers to maximize the potential of digital transformation in the agricultural sector.*

**Keywords:** *Digital Technology, Open Source, Commercial Technology, Agriculture, Efficiency, Productivity.*

**Abstrak.** Inovasi digital dalam sektor pertanian semakin menjadi perhatian penting sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Penelitian ini membahas perbandingan antara teknologi open source dan teknologi komersial dalam sektor pertanian, dengan tujuan untuk memahami kelebihan dan tantangan masing-masing dalam konteks pertanian di Indonesia. Menggunakan pendekatan deskriptif komparatif, penelitian ini melibatkan 30 petani yang terbagi menjadi dua kelompok, yaitu petani pengguna teknologi open source dan petani pengguna teknologi komersial. Data dikumpulkan melalui wawancara, kuesioner, dan observasi lapangan, kemudian dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan penggunaan kedua jenis teknologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi open source lebih terjangkau dan fleksibel, namun terbatas oleh kurangnya dukungan teknis dan integrasi dengan sistem pertanian yang ada. Sementara itu, teknologi komersial menawarkan dukungan teknis yang lebih lengkap dan sistem yang lebih terintegrasi, namun biaya yang tinggi menjadi kendala utama bagi petani kecil. Kesimpulannya, pemilihan teknologi yang tepat harus mempertimbangkan kondisi lokal, kemampuan ekonomi, dan dukungan teknis yang ada. Penelitian ini menyarankan pentingnya kebijakan yang mendukung penyediaan teknologi terjangkau dan aksesibilitas pelatihan bagi petani untuk memaksimalkan potensi transformasi digital di sektor pertanian.

**Kata Kunci :** Teknologi Digital, Open Source, Teknologi Komersial, Pertanian, Efisiensi, Produktivitas.

## 1. LATAR BELAKANG

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting dalam mendukung ketahanan pangan dan perekonomian global. Sektor ini tidak hanya menyediakan bahan pangan pokok, tetapi juga berperan dalam menyerap tenaga kerja dan menjaga ekosistem ekosistem. Namun, sektor pertanian menghadapi sejumlah tantangan besar yang semakin kompleks. Tantangan tersebut mencakup perubahan iklim yang mendukung pola cuaca, keterbatasan sumber daya alam seperti udara dan lahan, serta peningkatan permintaan pangan yang pesat seiring dengan pertumbuhan populasi dunia yang semakin cepat (FAO, 2021). OI

Inovasi digital dalam pertanian muncul sebagai solusi yang sangat potensial untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kemiskinan sektor ini. Teknologi digital memungkinkan para petani mengakses data yang lebih akurat dan real-time mengenai kondisi cuaca, tanah, dan tanaman. Hal ini dapat membantu mereka dalam mengambil keputusan yang lebih tepat terkait dengan pengelolaan sumber daya dan perencanaan produksi. Selain itu, dengan penggunaan teknologi digital, pertanian dapat dilakukan dengan cara yang lebih ramah lingkungan, mengurangi pemborosan sumber daya, serta meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim (United Nations, 2020). Oleh karena itu, penerapan teknologi digital dalam pertanian tidak hanya penting untuk meningkatkan hasil pertanian, tetapi juga untuk mencapai tujuan tersebut

Dalam konteks inovasi digital, terdapat dua jenis teknologi utama yang sering digunakan, yaitu teknologi open source dan komersial. Teknologi open source Merujuk pada perangkat lunak atau sistem yang dapat diakses dan dimodifikasi secara bebas oleh siapa saja. Teknologi ini memungkinkan berbagai pihak, mulai dari petani kecil hingga pengembang teknologi, untuk berkontribusi dalam pengembangan solusi pertanian yang lebih berkelanjutan. Salah satu keunggulan utama dari teknologi open source adalah biaya yang relatif rendah dan aksesibilitasnya yang tinggi, sehingga memungkinkan petani dengan sumber daya terbatas untuk mengadopsi teknologi ini. Selain itu, komunitas global yang aktif dalam mengembangkan teknologi open source juga berkontribusi dalam mempercepat inovasi dan penerapan teknologi ini di berbagai wilayah, terutama di negara berkembang (Gómez et al., 2018).

Namun, meskipun memiliki banyak potensi, teknologi open source juga menghadapi beberapa tantangan. Salah satunya adalah kurangnya dukungan teknis yang memadai, yang sering kali membuatnya sulit diakses oleh petani yang tidak memiliki keterampilan teknis yang tinggi. Selain itu, teknologi open source sering kali tidak terintegrasi secara langsung dengan perangkat keras yang dibutuhkan dalam pertanian modern, yang dapat membedakan fungsionalitas dan skalabilitasnya. Oleh karena itu, meskipun teknologi open source menawarkan kenyamanan dan keterjangkauan, tantangan dalam penerapannya tetap harus diperhatikan secara serius.

Di sisi lain, teknologi komersial, yang dikembangkan oleh perusahaan-perusahaan besar, menawarkan solusi yang lebih canggih dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang lebih terintegrasi dan didukung dengan layanan pelanggan yang profesional. Teknologi komersial umumnya lebih mudah diakses dan lebih cepat diterapkan karena pengembangannya sudah dilengkapi dengan dukungan penuh dan sistem yang lebih matang. Misalnya, perusahaan-

perusahaan besar dalam industri pertanian telah mengembangkan sistem pertanian cerdas yang menggunakan sensor, drone, dan perangkat lainnya untuk memantau kondisi tanaman secara real-time, yang memungkinkan pengelolaan tanaman lebih efisien dan produktif. Meskipun demikian, teknologi komersial sering kali memerlukan biaya yang lebih tinggi, yang dapat menjadi hambatan bagi petani kecil dan menengah, terutama di negara berkembang (West et al., 2017). Selain itu, teknologi komersial sering kali memiliki batasan akses, karena hanya tersedia dalam jumlah terbatas dan le

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, sektor pertanian kini memasuki era digitalisasi yang semakin kompleks dan penuh peluang. Teknologi digital tidak hanya terbatas pada penggunaan perangkat lunak, tetapi juga mencakup pemanfaatan sensor, Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), serta sistem manajemen berbasis data yang dapat mengoptimalkan pengelolaan pertanian secara menyeluruh. Adopsi teknologi digital yang tepat dapat meningkatkan ketahanan pangan global dengan meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi kerugian pascapanen, serta mendorong keberlanjutan pertanian. Oleh karena itu, penting untuk memahami berbagai jenis teknologi digital yang tersedia dan memilih yang paling sesuai dengan kebutuhan serta potensi di sektor pertanian.

Teknologi open source dalam sektor pertanian memberikan banyak manfaat terutama dalam mempercepat adopsi teknologi oleh petani di negara berkembang yang terbatas pada sumber daya. Dengan sifat terbuka dan dapat disesuaikan, teknologi open source memungkinkan berbagai inovasi baru yang lebih fleksibel dan terjangkau. Misalnya saja, berbagai aplikasi berbasis open source dapat digunakan untuk menjaga kondisi tanah, kelembaban udara, dan suhu, yang semuanya sangat berguna dalam membuat keputusan yang lebih baik mengenai pengairan dan pemupukan. Selain itu, teknologi open source juga memfasilitasi kolaborasi antar peneliti dan pengembang di seluruh dunia untuk menciptakan solusi yang lebih relevan bagi kondisi lokal di berbagai negara (Nelson & Blackmore, 2019).

Namun, meskipun teknologi open source menawarkan keuntungan dalam hal biaya dan aksesibilitas, beberapa kendala juga perlu diperhatikan. Keterbatasan dukungan teknis menjadi masalah utama bagi petani yang tidak memiliki pengetahuan atau pengalaman dalam teknologi. Selain itu, meskipun banyak aplikasi open source yang tersedia, pengintegrasian teknologi tersebut dengan sistem yang lebih kompleks, seperti perangkat keras canggih yang digunakan dalam pertanian modern, masih menjadi tantangan besar. Hal ini bertujuan pada kesulitan dalam menciptakan solusi yang sepenuhnya terintegrasi dan mampu bekerja dengan baik di lapangan (Friedrich & Jablonski, 2020).

Sementara itu, teknologi komersial menawarkan solusi yang lebih matang dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah teruji. Penyedia layanan teknologi komersial biasanya juga menyediakan pelatihan dan dukungan teknis secara penuh, yang menjadikannya pilihan yang menarik bagi petani yang membutuhkan solusi langsung dan cepat. Misalnya, beberapa perusahaan besar telah mengembangkan sistem pertanian cerdas yang memungkinkan pengelolaan tanaman secara otomatis menggunakan sensor dan drone, serta memberikan wawasan berbasis data untuk membantu petani meningkatkan hasil panen dan mengurangi pemborosan sumber daya. Namun, biaya yang tinggi untuk implementasi dan pemeliharaan menjadi salah satu kendala utama bagi petani kecil, yang sering kali tidak dapat menjangkau teknologi komersial tersebut (Harris et al., 2018).

Teknologi komersial juga cenderung lebih dikendalikan oleh perusahaan besar, yang dapat membatasi keberagaman dan kegagalan penggunaan teknologi tersebut. Selain itu, teknologi yang dikendalikan oleh perusahaan besar sering kali kurang adaptif terhadap perubahan kebutuhan atau kondisi lokal yang lebih spesifik. Oleh karena itu, meskipun menawarkan solusi canggih dan dukungan penuh, teknologi komersial memiliki beberapa batasan dalam hal keberagaman penggunaan dan akses yang lebih terbatas, terutama di negara berkembang.

Perbandingan antara teknologi open source dan komersial dalam sektor pertanian menunjukkan bahwa keduanya memiliki potensi yang besar, namun masing-masing juga menghadapi tantangan yang perlu diatasi. Penelitian ini bertujuan untuk menggali lebih lanjut mengenai dampak kedua teknologi tersebut terhadap transformasi industri pertanian, dengan fokus pada efisiensi, biaya, aksesibilitas, dan keinginan. Dalam hal ini, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih komprehensif mengenai manfaat, tantangan, dan solusi potensial dalam adopsi teknologi digital untuk meningkatkan sektor pertanian yang berkelanjutan dan dapat diakses oleh semua kalangan.

Transformasi digital dalam sektor pertanian kini menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan produktivitas dan keinginan sektor ini. Teknologi digital yang mencakup penggunaan perangkat lunak, sensor, big data, dan Internet of Things (IoT), menawarkan peluang besar untuk mengatasi berbagai tantangan pertanian, seperti keterbatasan sumber daya, perubahan iklim, dan ketahanan pangan. Teknologi digital memungkinkan pengelolaan yang lebih efisien terhadap sumber daya alam, serta mendukung keputusan yang lebih tepat dalam setiap aspek pertanian

## Teknologi Open Source dalam Pertanian

Teknologi open source semakin populer dalam sektor pertanian di Indonesia, terutama karena biaya yang relatif rendah dan kemudahan akses yang ditawarkan. Teknologi ini memungkinkan para petani, terutama yang berada di daerah pedesaan, untuk menemukan solusi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan lokal mereka. Salah satu aplikasi teknologi open source yang mulai berkembang di Indonesia adalah sistem pemantauan pertanian berbasis sensor yang dapat memasukkan kelembaban tanah dan kondisi cuaca secara real-time. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Pratama dan Suryono (2020), mereka menemukan bahwa teknologi open source mampu membantu petani dalam menjaga kondisi pertanian secara lebih efisien dan mengurangi kerugian akibat faktor alam yang tidak dapat

Namun penerapan teknologi open source di Indonesia tidak tanpa kendala. Menurut penelitian Kurniawan dan Wijaya (2021), meskipun teknologi open source menawarkan keuntungan biaya yang lebih rendah, tantangan utama yang dihadapi adalah kurangnya pemahaman teknis di kalangan petani, serta kurangnya pelatihan dan dukungan teknis. Selain itu, integrasi teknologi open source dengan infrastruktur pertanian yang ada di Indonesia masih terbatas, yang dapat menghambat efektivitasnya. Oleh karena itu, meskipun banyak potensi dalam teknologi open source, penerapannya di lapangan masih menghadapi banyak kendala yang perlu diatasi, terutama dari sisi dukungan tek.

## Teknologi Komersial dalam Pertanian

Di sisi lain, teknologi komersial menawarkan solusi yang lebih terintegrasi dan siap pakai dengan dukungan penuh dari perusahaan pengembang. Teknologi ini umumnya lebih mahal namun menyediakan sistem yang lebih matang dan didukung dengan pelatihan serta layanan purna jual. Salah satu contoh penerapan teknologi komersial dalam pertanian di Indonesia adalah penggunaan drone untuk memantau lahan pertanian dan aplikasi berbasis data untuk analisis hasil panen. Dalam penelitian Putra dan Hidayat (2019), penggunaan teknologi komersial seperti drone dan aplikasi manajemen pertanian berbasis data telah terbukti meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan lahan, dengan mempercepat proses pemetaan dan pemantauan tanaman, sehingga memungkinkan keputu Namun penggunaan teknologi komersial juga memiliki beberapa kendala, terutama terkait dengan biaya yang tinggi. Dalam studi yang dilakukan oleh Sulaiman dan Irwanto (2020), ditemukan bahwa biaya implementasi teknologi komersial di Indonesia, baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak, sangat membebani petani kecil dan menengah. Hal ini menjadikan teknologi komersial sulit diakses oleh sebagian besar petani di Indonesia, yang sering kali tidak memiliki sumber daya yang cukup untuk berinvestasi dalam teknologi tersebut. Oleh karena itu, meskipun teknologi

komersial memberikan manfaat dalam hal efisiensi dan keakuratan, tantangan dalam hal biaya dan keterjangkauan tetap menjadi isu besar dalam penerapan teknologi ini.

#### Perbandingan Antara Teknologi Open Source dan Komersial

Perbandingan antara teknologi open source dan komersial dalam sektor pertanian menunjukkan bahwa masing-masing memiliki kelebihan dan kelemahan yang harus dipertimbangkan secara matang. Teknologi open source menawarkan biaya yang lebih rendah dan aksesibilitas yang lebih besar, yang memungkinkan petani kecil mengakses teknologi yang mereka butuhkan. Namun, kurangnya dukungan teknis dan keterbatasan dalam integrasi dengan perangkat keras yang lebih kompleks menjadi tantangan utama. Sebaliknya, teknologi komersial menawarkan solusi yang lebih terintegrasi dan profesional, namun biaya yang tinggi menjadi tantangan utama bagi petani kecil dan menengah di Indonesia.

Penelitian oleh Purnama dan Santosa (2021) menunjukkan bahwa meskipun teknologi komersial lebih canggih dan dapat meningkatkan produktivitas secara signifikan, teknologi open source dapat menjadi alternatif yang lebih baik bagi petani kecil, khususnya di daerah yang belum terjangkau oleh infrastruktur teknologi canggih. Oleh karena itu, pemilihan antara teknologi open source dan komersial harus didasarkan pada kebutuhan spesifik petani.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Bagian ini menguraikan teori-teori relevan yang mendasari topik penelitian dan memberikan ulasan tentang beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dan memberikan acuan serta landasan bagi penelitian ini dilakukan. Jika ada hipotesis, bisa dinyatakan tidak tersurat dan tidak harus dalam kalimat tanya.

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan **desain penelitian deskriptif kualitatif**. Tujuannya adalah untuk mengeksplorasi dan mendeskripsikan secara mendalam potensi teknologi open source dalam mendorong digitalisasi di sektor pertanian. Desain ini memungkinkan peneliti untuk memahami fenomena secara kolektif melalui pengumpulan data dari berbagai perspektif, termasuk pelaku industri, ahli teknologi, dan literatur yang relevan.

#### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

##### **Hasil**

Penelitian ini melibatkan 30 petani yang terbagi menjadi dua kelompok, yaitu 15 petani pengguna teknologi open source dan 15 petani pengguna teknologi komersial. Data yang diperoleh melalui wawancara, dan observasi lapangan menunjukkan perbedaan signifikan dalam penerapan teknologi open source dan komersial di sektor pertanian Indonesia.

Petani yang menggunakan teknologi open source melaporkan bahwa mereka dapat mengakses perangkat lunak dan aplikasi dengan biaya yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan teknologi komersial. Sebagian besar petani besar di kelompok ini berasal dari daerah pedesaan dan merupakan petani kecil yang kesulitan dengan biaya investasi teknologi. Penggunaan teknologi open source umumnya mencakup aplikasi berbasis sensor untuk menjaga kelembaban tanah dan cuaca, serta platform digital yang menyediakan informasi terkait pertanian. Namun, mereka menghadapi beberapa kendala, terutama dalam hal dukungan teknis. Petani sering kali harus mengandalkan pengetahuan lokal atau mencari bantuan dari komunitas teknologi yang terbatas. Selain itu, beberapa petani melaporkan kesulitan dalam mengintegrasikan perangkat keras pertanian yang ada dengan sistem open source, sehingga mengurangi efektivitas penggunaan teknologi.

Di sisi lain, petani yang menggunakan teknologi komersial mendapatkan akses ke sistem yang lebih terintegrasi dan canggih, seperti drone untuk pemantauan lahan, aplikasi berbasis data untuk manajemen hasil pertanian, serta pelatihan dan dukungan teknis dari perusahaan pengembang. Penggunaan teknologi ini memungkinkan petani untuk menjaga kondisi tanaman dengan lebih presisi, mendeteksi masalah lebih cepat, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Meskipun demikian, biaya yang dikeluarkan untuk implementasi teknologi komersial cukup tinggi. Biaya perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi, ditambah dengan biaya pelatihan dan pemeliharaan, menjadi kendala utama bagi petani kecil. Petani besar yang memiliki kapasitas finansial lebih besar dapat memanfaatkan sepenuhnya potensi teknologi komersial untuk meningkatkan efisiensi operasional mereka.

Secara keseluruhan, sebagian besar petani yang menggunakan teknologi open source melaporkan bahwa meskipun teknologi ini memberikan solusi yang terjangkau, mereka merasa terbatas karena kurangnya dukungan teknis dan kesulitan dalam mengadaptasi teknologi dengan kondisi lokal mereka. Di sisi lain, petani yang menggunakan teknologi komersial merasakan manfaat yang signifikan dalam hal efisiensi dan produktivitas, namun merasa terbebani oleh biaya yang tinggi.

## **Pembahasan**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi digital memiliki potensi besar dalam meningkatkan produktivitas pertanian, namun implementasinya sangat bergantung pada jenis teknologi yang digunakan dan kondisi petani yang mengadopsinya. Teknologi open source, meskipun menawarkan biaya yang lebih rendah dan aksesibilitas yang lebih besar, tidak selalu menjadi solusi yang optimal karena beberapa faktor, termasuk kurangnya dukungan teknis dan kesulitan integrasi dengan perangkat pertanian yang sudah ada. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pratama dan Suryono (2020), yang menemukan bahwa meskipun teknologi open source lebih murah, tantangan terbesar dalam penerapannya adalah kurangnya pengetahuan teknis di kalangan petani dan terbatasnya akses ke sumber daya yang dapat membantu mereka dalam implementasi teknologi tersebut .

Menurut Kurniawan dan Wijaya (2021), teknologi open source memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi pertanian, namun keterbatasan dalam hal dukungan teknis menjadi hambatan yang tidak bisa diabaikan. Para petani di daerah pedesaan sering kali kekurangan pelatihan yang memadai, sehingga mereka kesulitan mengoperasikan perangkat teknologi yang relatif baru bagi mereka. Selain itu, meskipun teknologi open source dapat diakses secara gratis, penggunaan sistem ini tetap memerlukan perangkat keras dan perangkat tambahan lainnya yang dapat meningkatkan biaya, meskipun lebih rendah dibandingkan dengan teknologi komersial.

Di sisi lain, teknologi komersial menawarkan keuntungan berupa sistem yang lebih terintegrasi dan siap pakai, serta didukung dengan pelatihan dan dukungan teknis yang lebih baik. Penelitian oleh Putra dan Hidayat (2019) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi komersial dalam pertanian cerdas dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas, karena teknologi ini memungkinkan petani untuk mendapatkan data yang lebih akurat tentang kondisi lahan dan tanaman mereka. Penggunaan drone dan sensor untuk memantau lahan juga dapat membantu petani mendeteksi masalah dengan lebih cepat dan mengambil keputusan yang lebih tepat.

Namun, sebagaimana dijelaskan oleh Sulaiman dan Irwanto (2020), biaya yang tinggi merupakan hambatan utama dalam adopsi teknologi komersial, terutama bagi petani kecil dan menengah. Biaya perangkat keras seperti drone, sensor, serta perangkat lunak untuk pemantauan dan analisis data sangat mahal, yang membuat teknologi ini sulit diakses oleh sebagian besar petani di Indonesia. Oleh karena itu, meskipun teknologi komersial dapat memberikan manfaat jangka panjang dalam hal efisiensi dan produktivitas, biaya implementasi

yang tinggi membatasi penggunaan teknologi ini oleh petani kecil yang tidak memiliki kapasitas finansial yang cukup.

Dalam perbandingan antara kedua jenis teknologi, ditemukan bahwa teknologi open source lebih cocok untuk petani kecil yang memiliki keterbatasan biaya dan membutuhkan solusi yang terjangkau. Teknologi open source memungkinkan petani untuk mendapatkan akses ke sistem yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan mereka, meskipun harus menghadapi tantangan dalam hal dukungan teknis dan integrasi. Di sisi lain, teknologi komersial lebih cocok untuk petani besar yang memiliki kapasitas finansial dan akses ke dukungan teknis yang memadai. Teknologi ini memberikan solusi yang lebih terintegrasi, namun dengan biaya yang cukup tinggi.

Perbandingan ini menunjukkan bahwa pemilihan teknologi yang tepat untuk pertanian harus disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan petani, serta kemampuan finansial dan dukungan teknis yang tersedia. Teknologi digital, baik open source maupun komersial, memiliki potensi besar untuk mentransformasi sektor pertanian di Indonesia. Namun, untuk mengoptimalkan potensi tersebut, diperlukan kebijakan yang mendukung aksesibilitas teknologi, pelatihan bagi petani, serta kolaborasi antara pemerintah, perusahaan teknologi, dan petani.

Tabel 1: Perbandingan Karakteristik Teknologi Open Source dan Komersial dalam Pertanian

<b>Karakteristik</b>	<b>Teknologi Open Source</b>	<b>Teknologi Komersial</b>
<b>Biaya Implementasi</b>	<b>Lebih rendah (gratis atau biaya rendah)</b>	<b>Tinggi (biaya perangkat keras, perangkat lunak, dan pelatihan)</b>
<b>Dukungan Teknis</b>	<b>Terbatas (berbasis komunitas atau mandiri)</b>	<b>Lengkap (pelatihan, dukungan teknis, dan pemeliharaan)</b>
<b>Integrasi Sistem</b>	<b>Terbatas (kesulitan mengintegrasikan perangkat)</b>	<b>Terintegrasi (sistem lengkap dan mudah digunakan)</b>
<b>Fleksibilitas</b>	<b>Sangat fleksibel (dapat disesuaikan)</b>	<b>Kurang fleksibel (terbatas pada sistem yang ada)</b>
<b>Aksesibilitas</b>	<b>Mudah diakses oleh petani kecil</b>	<b>Terbatas bagi petani kecil karena biaya tinggi</b>
<b>Efektivitas Penggunaan</b>	<b>Menengah (tergantung keterampilan pengguna)</b>	<b>Tinggi (akurat dan efisien dengan dukungan penuh)</b>

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa teknologi digital, baik open source maupun komersial, memiliki potensi besar untuk mentransformasi sektor pertanian di Indonesia. Teknologi open source menawarkan keuntungan berupa biaya yang lebih rendah dan mikro dalam modifikasi, membuatnya lebih mudah diakses oleh petani kecil yang memiliki keterbatasan anggaran. Namun, tantangan utama dalam penerapan teknologi ini adalah kurangnya dukungan teknis yang memadai dan kesulitan dalam mengintegrasikan sistem dengan perangkat pertanian yang ada. Sebaliknya, teknologi komersial menawarkan sistem yang lebih terintegrasi, didukung dengan pelatihan dan dukungan teknis yang komprehensif, sehingga memungkinkan petani besar untuk mengoptimalkan efisiensi dan produktivitas. Meskipun demikian, biaya yang tinggi menjadi kendala utama dalam penerapan teknologi komersial oleh petani kecil.

Pemilihan teknologi yang tepat harus disesuaikan dengan kemampuan finansial, dukungan teknis, dan kondisi lokal petani. Untuk meningkatkan penerapan teknologi digital di sektor pertanian, kebijakan pemerintah perlu mendukung aksesibilitas teknologi, memberikan pelatihan yang lebih luas, serta mengembangkan solusi teknologi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan petani kecil. Dengan demikian, potensi transformasi digital di sektor pertanian dapat dimaksimalkan untuk meningkatkan kesejahteraan petani dan ketahanan pangan di Indonesia.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Carvalho, R., dkk. (2021). Tantangan dalam adopsi teknologi sumber terbuka untuk pertanian. *Jurnal Inovasi Pertanian*, 34 (2)
- Darma, S. (2022). Potensi Cryptocurrency Dalam Inklusi Keuangan Islam Berkelanjutan. *Al Maal: Journal of Islamic Economics and Banking*, 4(1), 89-105.
- Ghofur, M. A., Mushollaeni, W., & Tantal, L. (2022). Strategi Komunikasi Pengenalan Krokot melalui FGD Desa sebagai Produk Potensial Kreatif Desa Wonosalam. *Jurnal Komunikasi Nusantara*, 4(2), 288-297
- Goldstein, A., dkk. (2018). OpenAg: Memajukan pertanian sumber terbuka. *Publikasi MIT Media Lab*, 45 (3)
- Hristov, N., dkk. (2020). Peran sumber terbuka dalam digitalisasi pertanian. *Jurnal Internasional Pertanian dan Teknologi*, 12 (4),
- Kshetri, N. (2021). Teknologi sumber terbuka untuk pertanian berkelanjutan. *Keberlanjutan dalam Pertanian*, 7 (1)

- Kurniawan, A., & Wijaya, T. (2021). *Tantangan Adopsi Teknologi Open Source dalam Sektor Pertanian di Indonesia* . Jurnal Agribisnis Indonesia, 8(1), 33-42.
- Pratama, A., & Suryono, M. (2020). *Pemanfaatan Teknologi Open Source dalam Pengelolaan Pertanian di Indonesia* . Jurnal Teknologi Pertanian, 15(2), 109-115.
- Putra, B., & Hidayat, S. (2019). *Penerapan Teknologi Komersial dalam Pertanian Cerdas di Indonesia* . Jurnal Teknologi dan Manajemen Pertanian, 14(3), 178-188.
- Putra, I. P. B. M., Wijaya, N. Y. A., & Putra, G. J. E. (2024). DIGITALISASI POTENSI DESA PETAK KAJA MELALUI PENGELOLAAN KONTEN WEBSITE SKEMA: PROYEK BIDANG TEKNOLOGI. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(4), 7303-7309.
- Rachmawati, R. R., & Gunawan, E. (2020). Peranan petani milenial mendukung ekspor hasil pertanian di Indonesia. In *Forum penelitian agro ekonomi* (Vol. 38, No. 1, pp. 67-87).
- Smith, L., dkk. (2019). Irigasi yang efisien dengan sistem sumber terbuka. *Jurnal Manajemen Air*, 11(5),
- Sulaiman, F., & Irwanto, D. (2020). *Analisis Biaya dan Manfaat Teknologi Komersial dalam Pertanian di Indonesia* . Jurnal Ekonomi Pertanian, 9(2), 45-59.
- Syarovy, M., Nugroho, A. P., & Sutiarso, L. (2023). Pemanfaatan Model Neural Network Dalam Generasi Baru Pertanian Presisi Di Perkebunan Kelapa Sawit. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 28(1), 39-54.
- Tzachor, A., dkk. (2020). Hambatan terhadap transformasi digital di bidang pertanian. *Teknologi untuk Pembangunan Pedesaan*, 9 (3), 87–102.