

LITERASI

LITERASI

ISSN: 2085-0344

e-ISSN: 2503-1864

Journal homepage: www.ejournal.almaata.ac.id/literasiJournal Email: literasi.almaata@gmail.com**Urgensi Penggunaan *Internet Of Things* (IOT) Dalam Pembelajaran Abad Ke-21 Berbasis Ketahanan Pangan di Smk Pertanian**¹Widya Puji Astuti, ²Dinn Wahyudin¹widya.astuti80@upi.edu, ²dinn_wahyudin@upi.edu^{1,2}Pascasarjana Pengembangan Kurikulum, Universitas Pendidikan Indonesia, Jawa Barat

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi adanya krisis pangan di Indonesia. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) bidang pertanian menjadi salah satu target pemerintah dalam rangka membantu meningkatkan ketahanan pangan di Indonesia. Salah satu cara dalam meningkatkan ketahanan pangan yaitu melalui penggunaan teknologi dalam sistem pertanian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji urgensi penggunaan IoT dalam pembelajaran di bidang pertanian yang dapat mendukung ketahanan pangan di Indonesia. Metode penelitian ini bersifat deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Teknik pengambilan sampel adalah *saturated sampling*. Adapun sampel yang di ambil adalah guru Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang mengajar di bidang pertanian sebanyak 30 guru. Teknik pengumpulan data menggunakan kuesioner dengan analisis data statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pentingnya penggunaan IoT dalam pembelajaran bidang pertanian dapat meningkatkan pembelajaran (baik secara kualitas maupun kuantitas) yang dapat menghasilkan lulusan dengan keterampilan teknologi sesuai dengan kebutuhan industri abad ke -21, yang nantinya juga berdampak pada hasil panen pertanian yang unggul. Implikasi penelitian menunjukkan kepada pemerintah sebagai pemangku kebijakan agar memfasilitasi prasarana dalam penyediaan IoT untuk media pembelajaran di SMK khususnya dalam bidang pertanian guna mendukung peningkatan ketahanan pangan di Indonesia.

KATA KUNCI : sekolah menengah kejuruan; pertanian; ketahanan pangan; *internet of things* (IoT)

ABSTRACT

This research is motivated by the food crisis in Indonesia. Vocational High School (SMK) in agriculture is one of the government's targets in order to help improve food security in Indonesia. One way to improve food security is through the use of technology in the agricultural system. The aim of this research is to examine the urgency of using IoT in learning in the agricultural sector which can support food security in Indonesia. This research method is descriptive with a quantitative approach. The sampling technique is saturated sampling. The samples taken were Vocational High School (SMK) teachers who taught in agriculture as many as 30 teachers. Data collection techniques using questionnaires with descriptive statistical data analysis. The results showed that the importance of using IoT in agricultural learning can improve learning (both in quality and quantity) which can produce graduates with technological skills in accordance with the needs of the 21st century industry, which will also have an impact on superior agricultural yields. The implication of the research shows that the government as a policy maker should facilitate infrastructure in the provision of IoT

for learning media in SMK, especially in agriculture to support the improvement of food security in Indonesia.

KEYWORDS: *vocational high school; agriculture; food security; internet of things (IoT)*

PENDAHULUAN

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) bidang pertanian telah menjadi salah satu fokus utama pemerintah dalam upaya meningkatkan ketahanan pangan, baik dari segi kualitas maupun kuantitas hasil pertanian melalui pendidikan. Namun, saat ini praktik pertanian konvensional masih mendominasi, terutama karena kurangnya pengetahuan dan penguasaan teknologi di kalangan generasi muda. Akibatnya, minat siswa untuk melanjutkan pendidikan di SMK pertanian cenderung rendah.

Penggunaan teknologi, khususnya Internet of Things (IoT), di bidang pertanian berpotensi meningkatkan kualitas dan kuantitas pembelajaran serta hasil pertanian. IoT dalam pertanian dapat menjadi solusi untuk memperbaiki ketahanan pangan di Indonesia, yang mencakup aspek ketersediaan, akses, pemanfaatan, dan stabilitas pangan, demi mencapai kehidupan yang bergizi, aktif, dan sehat (Carey & Sheridan, 2017). Shen et al. (2024). menekankan bahwa ketahanan pangan harus dilihat melalui enam dimensi utama: ketersediaan, akses, pemanfaatan, stabilitas pangan, keagenan, dan keberlanjutan, serta harus mengimplementasikan kerangka kerja yang memastikan semua dimensi ini dapat membantu membangun ketahanan dalam sistem pangan.

Kebijakan pemerintah Indonesia mencakup pembukaan SMK di bidang pertanian dengan harapan meningkatkan minat generasi muda untuk mempelajari

pertanian. Namun, pendekatan konvensional dalam pembelajaran pertanian tidak lagi memadai. Diperlukan pendekatan yang lebih menarik dan canggih, termasuk penerapan teknologi seperti IoT. Prediksi proses dalam pertanian, seperti peramalan permintaan, pengelolaan bahan baku dan produk, serta pengurangan limbah makanan pasca panen, menjadi penting untuk mengatasi tantangan dalam rantai pasokan pangan (Ema et al. 2024).

Kajian teoritis menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran abad ke-21 di SMK pertanian sangat relevan. Agenda UNESCO dalam menghadapi industri 4.0 menuntut pembelajaran yang sejalan dengan perkembangan zaman, yakni pembelajaran abad ke-21 yang berfokus pada literasi *digital* dan media. Penggunaan teknologi dan media *digital* dalam pembelajaran secara efektif dan etis menjadi salah satu cara untuk mencapai tujuan ini (Seevaratnam et al., 2023).

Penekanan pada pembelajaran abad ke-21 di bidang pertanian serta pengembangannya menjadi salah satu faktor yang meningkatkan minat generasi muda untuk masuk ke SMK pertanian. Menghadapi perubahan dunia yang semakin cepat dan perkembangan teknologi yang pesat, sistem pendidikan harus membekali siswa dengan keterampilan yang diperlukan untuk berhasil di abad ke-21 (Varas et al. 2023). Voogt and Pareja Roblin (2010) dalam (Zhong et al. 2022) mengidentifikasi keterampilan abad

ke-21 yang meliputi komunikasi, kolaborasi, literasi TIK, serta keterampilan sosial dan budaya. Penelitian lebih lanjut tentang penerapan IoT di kalangan praktisi pertanian sangat disarankan, terutama studi empiris yang terkait dengan ketahanan pangan berbasis IoT (Furstenau et al. 2023). Penelitian mengenai ketahanan pangan berbasis *Internet of Things* (IoT) di bidang pertanian bertujuan untuk mengatasi berbagai tantangan yang ada dalam sektor tersebut (Sayem et al. 2023). Banyak penelitian masih meneliti kesenjangan dalam ketahanan pangan dengan mengevaluasi efek dari dimensi-dimensi seperti ketersediaan, akses, pemanfaatan, dan stabilitas secara komprehensif (Garrity et al. 2024).

Pembelajaran yang menggunakan IoT dalam pertanian memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan hasil panen yang mendukung ketahanan pangan (Morchid et al., 2024). Peningkatan kualitas hasil pertanian sangat terkait dengan strategi pengembangan teknologi yang berdampak pada ketahanan pangan. Salah satu teknologi yang sesuai dengan pembelajaran abad ke-21 adalah penggunaan IoT. Implementasi IoT dalam bidang pertanian di Indonesia masih belum signifikan, dengan banyak petani yang masih menggunakan sistem pertanian tradisional. Bahkan, penggunaan teknologi IoT dalam pembelajaran di SMK bidang pertanian masih sangat sedikit, sehingga diperlukan lebih banyak data empiris untuk membuktikan pentingnya penggunaan IoT di bidang pertanian pada SMK.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji urgensi penggunaan IoT dalam pembelajaran di bidang pertanian yang dapat mendukung ketahanan pangan di Indonesia.

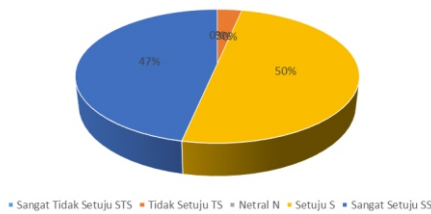
Penelitian ini diawali dengan analisis persepsi guru mengenai urgensi penggunaan IoT dalam pembelajaran di SMK pertanian. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan strategi pembelajaran yang inovatif dan sesuai dengan tuntutan abad ke-21.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif. Populasi yang digunakan adalah guru SMK pertanian di SMKN 1 Pacet Cianjur. Teknik sampling yang digunakan adalah sampling jenuh, yakni suatu teknik penentuan sampel apabila seluruh anggota populasi diambil menjadi sampel penelitian (Sugiyono, 2015). Data dikumpulkan menggunakan teknik pengumpulan data kuesioner yang disusun dengan skala *Likert*, dimana responden menyatakan persepsinya dalam kuesioner yang disebarluaskan secara *online* untuk memudahkan responden menjawab pernyataan penelitian. Analisis data yang telah terkumpul dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan cara mendeskripsikan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa membuat kesimpulan yang digeneralisasi, dan data ini disajikan dalam diagram lingkaran.

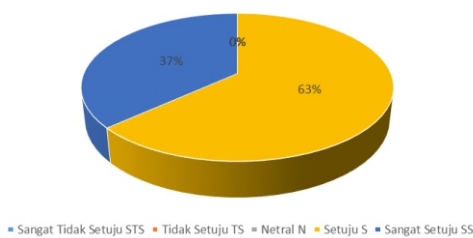
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa berdasar pada persepsi guru penggunaan IoT dalam pembelajaran sangat penting guna menunjang hasil produk pertanian berbasis ketahanan pangan dalam pembelajaran bidang pertanian. Adapun penjelasan hasil kuesioner adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Penggunaan IoT Dapat Mempermudah Pembelajaran di Pertanian
 Sumber: Diolah Penulis (2024)

Berdasarkan **Gambar 1**, dari 30 guru yang menjawab kuesioner pada pertanyaan “Penggunaan IoT dapat mempermudah pembelajaran di bidang pertanian,” 15 guru (50%) menyatakan “Setuju,” 14 guru (46,66%) menyatakan “Sangat Setuju,” dan 1 guru (3,33%) menyatakan “Tidak Setuju.” Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar guru setuju bahwa penggunaan IoT dapat membantu pembelajaran, khususnya dalam konteks pembelajaran abad ke-21.

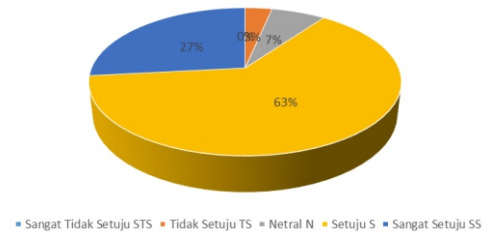


Gambar 2. Penggunaan IoT Dapat Mempermudah Proses Bertani
 Sumber: Diolah Penulis (2024)

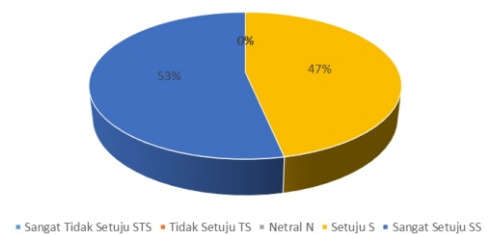
Dari 30 guru yang menjawab kuesioner pada pertanyaan “Penggunaan IoT dapat mempermudah proses bertani,” 19 guru (63,33%) menyatakan “Setuju,” dan 11 guru (36,66%) menyatakan “Sangat Setuju.” Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas guru setuju bahwa penggunaan IoT mempermudah proses bertani.

Berdasarkan **Gambar 3**, dari 30 guru yang menjawab kuesioner pada pertanyaan “Penggunaan IoT dapat meningkatkan kualitas panen,” 19 guru (63,33%)

menyatakan "Setuju," 8 guru (26,66%) menyatakan "Sangat Setuju," 2 guru (6,66%) menyatakan "Netral," dan 1 guru (3,33%) menyatakan "Tidak Setuju." Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas guru setuju bahwa penggunaan IoT dapat meningkatkan kualitas panen.



Gambar 3. Penggunaan IoT Dapat Meningkatkan Kualitas Panen
 Sumber: Diolah Penulis (2024)

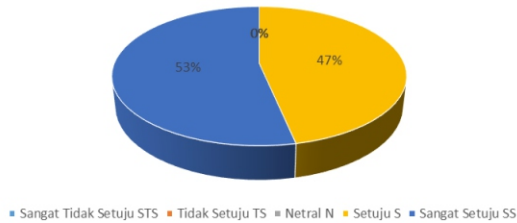


Gambar 4. Penggunaan IoT Dapat Mempermudah Pengendalian Tumbuh Kembang Tanaman
 Sumber: Diolah Penulis (2024)

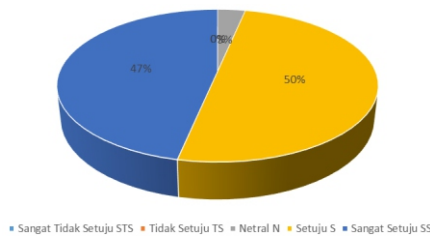
Berdasarkan **Gambar 4**, dari 30 guru yang menjawab kuesioner pada pertanyaan “Penggunaan IoT mempermudah pengendalian tumbuh kembang tanaman,” 16 guru (53,33%) menyatakan "Sangat Setuju," dan 14 guru (46,66%) menyatakan "Setuju." Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas guru sangat setuju bahwa penggunaan IoT dapat mempermudah pengendalian tumbuh kembang tanaman.

Berdasarkan **Gambar 5**, dari 30 guru yang menjawab kuesioner pada pertanyaan “Penggunaan IoT mempermudah akses pekerjaan dalam pembelajaran di bidang pertanian,” 15 guru (50%) menyatakan

"Setuju," 14 guru (46,66%) menyatakan "Sangat Setuju," dan 1 guru (3,33%) menyatakan "Netral." Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas guru setuju bahwa penggunaan IoT mempermudah akses pekerjaan dalam pembelajaran di bidang pertanian.



Gambar 5. IoT Mempermudah Akses Pekerjaan dalam Pembelajaran di Bidang Pertanian
Sumber: Diolah Penulis (2024)

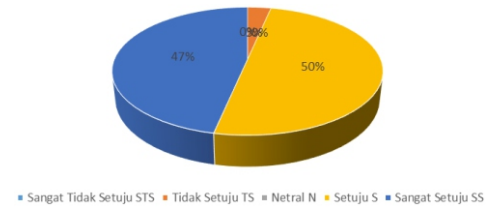


Gambar 6. IoT Mempermudah Akses Pengontrolan Tanaman
Sumber: Diolah Penulis (2024)

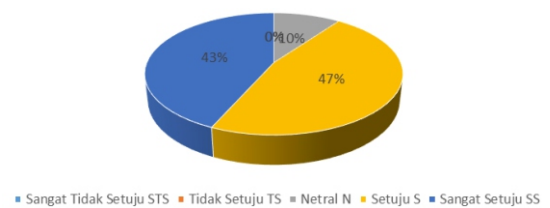
Berdasarkan **Gambar 6**, dari 30 guru yang menjawab kuesioner pada pertanyaan "Penggunaan IoT mempermudah akses pengontrolan tanaman," 15 guru (50%) menyatakan "Sangat Setuju," 14 guru (46,66%) menyatakan "Setuju," dan 1 guru (3,33%) menyatakan "Netral." Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas guru sangat setuju bahwa penggunaan IoT mempermudah akses pengontrolan tanaman.

Berdasarkan **Gambar 7**, dari 30 guru yang menjawab kuesioner pada pertanyaan "Penggunaan IoT mempermudah akses keamanan tanaman," 15 guru (50%) menyatakan "Setuju," 12 guru (40%)

menyatakan "Sangat Setuju," dan 3 guru (10%) menyatakan "Netral." Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas guru setuju bahwa penggunaan IoT mempermudah akses keamanan tanaman.



Gambar 7. IoT Dapat Mempermudah Akses Keamanan Tanaman
Sumber: Diolah Penulis (2024)

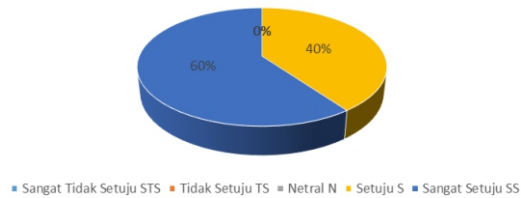


Gambar 8. IoT Dapat Mempermudah Pembelajaran Sesuai dengan Capaian Pembelajaran
Sumber: Diolah Penulis (2024)

Berdasarkan **Gambar 8**, dari 30 guru yang menjawab kuesioner pada pertanyaan "Penggunaan IoT diharapkan dapat mempermudah pencapaian tujuan pembelajaran," 15 guru (50%) menyatakan "Setuju," 14 guru (46,66%) menyatakan "Sangat Setuju," dan 1 guru (3,33%) menyatakan "Tidak Setuju." Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas guru setuju bahwa penggunaan IoT diharapkan dapat mempermudah pencapaian tujuan pembelajaran.

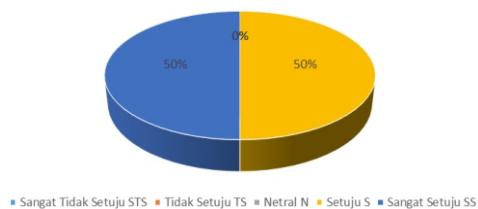
Berdasarkan **Gambar 9**, dari 30 guru yang menjawab kuesioner pada pertanyaan "Penggunaan IoT diharapkan dapat mempermudah pengembangan metode pembelajaran di bidang pertanian," 18 guru (60%) menyatakan "Sangat Setuju," dan 12 guru (40%) menyatakan "Setuju." Hasil ini

menunjukkan bahwa mayoritas guru sangat setuju bahwa penggunaan IoT diharapkan dapat mempermudah pengembangan metode pembelajaran di bidang pertanian.



Gambar 9. IoT Dapat Mempermudah dan Mengembangkan Metode Pembelajaran di Pertanian

Sumber: Diolah Penulis (2024)



Gambar 10. Persepsi Guru dalam Tantangan Menggunakan IoT di Bidang Pertanian

Sumber: Diolah Penulis (2024)

Berdasarkan **Gambar 10**, dari 30 guru yang menjawab kuesioner pada pertanyaan "Penggunaan IoT dapat memberikan tantangan baru dalam memahami dan menggunakan teknologi di bidang pertanian," 15 guru (50%) menyatakan "Sangat Setuju," dan 15 guru (50%) menyatakan "Setuju." Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas guru sangat setuju bahwa penggunaan IoT dapat memberikan tantangan baru dalam memahami dan menggunakan teknologi di bidang pertanian.

Penelitian menunjukkan bahwa guru dengan latar belakang pertanian sangat setuju bahwa penggunaan Internet of Things (IoT) dalam bidang pertanian akan sangat membantu, baik dalam pembelajaran

maupun dalam pengendalian tanaman hingga menghasilkan panen berkualitas. Menurut persepsi guru pertanian, penggunaan IoT memberikan dampak positif dan manfaat ganda dalam pekerjaan mereka, khususnya dalam pembelajaran di bidang pertanian yang menghasilkan komoditas berkualitas.

Bukti ini ditunjukkan oleh aspek fungsionalitas (FC), di mana penggunaan IoT mempermudah pembelajaran pertanian. Pembelajaran kolaboratif yang didukung komputer memberi siswa kesempatan untuk mengembangkan struktur berpikir baru yang terkait secara sosial, memungkinkan partisipasi dalam pengembangan pengetahuan di lingkungan pembelajaran (Ahmed Alismail, 2023). Kemampuan belajar siswa harus komprehensif, bukan hanya pada tingkat kognitif, tetapi juga dalam penggunaan teknologi IoT di bidang pertanian. Penelitian sebelumnya memperkuat hal ini, dengan menyatakan bahwa siswa harus dievaluasi tidak hanya melalui kemampuan menjawab pertanyaan, tetapi juga berdasarkan tingkat pengetahuan dan kemampuan mereka dalam menerapkan keterampilan abad ke-21 (Xu & Zhou, 2022). Integrasi teknologi memainkan peran penting dalam pengembangan keterampilan dan kompetensi abad ke-21 dalam pengajaran dan pembelajaran, khususnya di bidang pertanian. Kesempatan ini harus dimanfaatkan untuk mendorong pengajaran dan pembelajaran yang bermakna guna membawa perubahan transformatif dalam masyarakat melalui integrasi teknologi dan penanaman keterampilan yang diperlukan (Ramaila & Molwele, 2022).

Penggunaan IoT juga mempermudah proses bertani, terutama di era pertanian

digital saat ini, untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi kegiatan pertanian (Rudrakar and Rughani 2023). Banyak aspek dalam proses bertani yang dapat menggunakan IoT, termasuk aksesibilitas sensor dalam sistem IoT seperti *drone*, kendaraan pintar AG, sensor tanah, pemantauan tanaman, dan sensor irigasi yang menyajikan sistem irigasi cerdas menggunakan teknologi mutakhir seperti komputasi awan, sistem *embedded*, dan IoT. Sensor irigasi ini menunjukkan bagaimana strategi inovatif ini dapat secara efektif mengelola sumber daya air dan mendukung ketahanan pangan melalui teknologi pertanian mutakhir (Thaivalappil et al., 2023).

Penggunaan IoT juga meningkatkan kualitas panen. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan IoT dalam pertanian memiliki potensi besar untuk meningkatkan ketahanan pangan secara berkelanjutan (Morchid et al., 2024), dan hasil pertanian berbasis IoT lebih unggul dibandingkan dengan pertanian tradisional (Anand and Sharma 2022). Penggunaan IoT diperlukan untuk meningkatkan pasokan hasil panen yang terintegrasi dari hulu ke hilir, sehingga rantai pasokan hasil panen dapat terpantau dengan baik, sebagai solusi untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas ketahanan pangan (Mantravadi & Srail, 2022).

Penggunaan IoT mempermudah pengendalian pertumbuhan tanaman dan akses pemantauan tanaman (J et al., 2022). Proses pertanian membutuhkan pendekatan holistik untuk mengatasi isu iklim dan ketahanan pangan, termasuk pertanian berkelanjutan, pengelolaan air, infrastruktur tahan iklim, jaring pengaman sosial, dan

produksi pangan lokal. Subsidi dan insentif pemerintah serta kolaborasi antar pemangku kepentingan dalam bentuk investasi sangat diperlukan untuk memperkuat pertanian domestik (Khurshid & Abid, 2024).

Pada aspek aksesibilitas (A), penelitian menunjukkan bahwa IoT mempermudah akses pekerjaan dalam pembelajaran di bidang pertanian. Hubungan antara ketahanan pangan dan kerawanan pangan bersifat dinamis, timbal balik, dan tergantung pada interaksi antara tekanan kerawanan pangan dan strategi penanggulangannya (Peng & Berry, 2018). Sistem IoT selain mempermudah pekerjaan juga merinci protokol pemantauan tanaman demi keamanan perlindungan tanaman (Najmi et al., 2021). IoT juga mempermudah akses pengendalian tanaman pada dimensi ketersediaan dan aksesibilitas pangan, dan dapat menjadi estimasi dalam memastikan peran penting perubahan iklim dalam pangan berkelanjutan di wilayah tersebut (Oyelami et al., 2023).

Penggunaan IoT mengoptimalkan pemantauan pertumbuhan tanaman secara *real-time*, menjadikan petani lebih pintar dalam bidang pertanian (Ting & Chan, 2024). Inovasi dalam sektor pertanian dengan menggunakan IoT dapat menghilangkan kelaparan dan meningkatkan ketahanan pangan daerah, serta membantu para praktisi dan pemimpin kebijakan dalam menentukan strategi yang tepat di sektor pertanian untuk mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) yang relevan (Melesse et al. 2023).

Sistem pertanian berbasis IoT dapat menjadi solusi inovatif berbasis ketahanan pangan yang berkelanjutan (Morchid et al.,

2024). Dalam aspek *Learning Goal Orientation* (LGO) melalui penggunaan *Internet of Things* (IoT), guru berpendapat bahwa hal ini dapat mempermudah pencapaian tujuan pembelajaran sesuai dengan capaian yang diharapkan. Keterampilan siswa di bidang pertanian, sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21, mencakup keterampilan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam pencarian dan penggunaan sumber belajar, khususnya teknologi komputasi (Alam et al., 2023). Keterampilan operasional, keterampilan sosial, dan gaya belajar kolaboratif menunjukkan bahwa kerja dan sekolah harus membantu siswa mengembangkan keterampilan teknologi yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja saat ini (Khan et al. 2022). Hal ini sesuai dengan capaian pembelajaran di bidang pertanian yang memenuhi kebutuhan industri, dalam hal ini para pengusaha di bidang pertanian. Industri abad ke-21 tidak hanya mencari lulusan dengan hard skill yang sesuai dengan kebutuhan industri, tetapi juga lulusan yang memiliki *soft skill* seperti tanggung jawab, kepercayaan diri, keterampilan sosial dan komunikasi, fleksibilitas, semangat tim, sikap kerja yang baik, motivasi diri, manajemen diri dalam menangani konflik interpersonal, membuat keputusan bijaksana, serta kemampuan untuk memecahkan masalah kompleks (Musa et al., 2012).

Dalam aspek pengembangan metode pembelajaran, guru berpendapat bahwa penggunaan IoT mempermudah pengembangan metode pembelajaran di bidang pertanian. Keterampilan dalam pembelajaran abad ke-21 dapat dilakukan

dengan pendekatan berpikir kritis, literasi ilmiah, dan hasil belajar (Ilma et al., 2023), sehingga memfasilitasi peningkatan keterampilan belajar siswa. Selain itu, guru dapat mengembangkan model pembelajaran seperti model pembelajaran kooperatif dan kelas terbalik, yang keduanya efektif dalam mengembangkan keterampilan guru (Aslan, 2022). Hubungan penggunaan IoT dengan pengembangan metode pembelajaran di bidang pertanian dapat membuat pembelajaran lebih menarik dan menantang bagi siswa, yang perlu berpikir secara terstruktur karena memerlukan keterampilan lain dalam menggunakan teknologi IoT. Akuisisi media digital dan keterampilan literasi teknologi juga penting dalam inovasi sekolah dan program untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, berpikir kreatif, dan kerja sama (Dilekçi & Karatay, 2023). Tidak hanya siswa yang tertantang dalam penggunaan teknologi untuk pengembangan pembelajaran, tetapi juga guru. Kualitas guru dalam mengajar dengan menguasai teknologi sebagai media pembelajaran menjadikan pembelajaran lebih menarik dan metakognitif.

Keterampilan guru dalam penguasaan teknologi adalah kunci kesuksesan pembelajaran yang disampaikan kepada siswa, dan kesenjangan antara guru dan penguasaan teknologi harus diminimalisir melalui pelatihan TIK untuk mencapai pembelajaran abad ke-21 (Aluko & Ooko, 2022; Polat & Erişti, 2022). Di abad ke-21, pendidikan perlu beradaptasi dengan cara hidup dan belajar yang baru. Guru harus mengambil peran sebagai pembimbing dan mendukung siswa saat mereka bertanggung

jawab atas pembelajaran mereka sendiri, mendukung keinginan siswa untuk menghasilkan produk, rasa ingin tahu mereka, dan aktif membimbing dengan solusi berbeda ketika diperlukan (Kıyasoğlu, 2019)(Hark Soylemez, 2023).

Kesimpulan dari berbagai penelitian di atas menunjukkan bahwa, melalui pengembangan keterampilan tersebut, guru prajabatan dan guru dalam jabatan dapat lebih memahami kurikulum dengan baik dan memiliki sikap yang lebih positif terhadap profesi mereka (KULOĞLU, 2022). Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) mengharuskan negara-negara mencapai pola konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab tanpa melebihi batas lingkungan yang aman dalam penggunaan sumber daya alam. Hal ini sangat relevan dengan sistem pertanian pangan global, yang merupakan kontributor utama terhadap pelampauan batas lingkungan seperti lahan pertanian. Peraturan yang ketat dan kebijakan yang lebih baik diperlukan untuk mengurangi pelampauan batas lingkungan berbasis konsumsi dan produksi serta menghindari pelampauan batas planet dalam perubahan sistem lahan global(Ema et al., 2024).

Kebijakan tentang kerangka koherensi yang menyelaraskan tujuan kebijakan, rencana implementasi, dan mekanisme pemantauan serta evaluasi harus bekerja secara terkoordinasi untuk mencapai ketahanan pangan yang diinginkan. Pemerintah memainkan peran penting dalam menyusun kebijakan dengan memperkenalkan dan meningkatkan strategi efisien yang mendorong diversifikasi produk pertanian oleh petani (Zembe et al., 2023). Proses pertanian harus mempertimbangkan jenis

produk pangan, fluktuasi harga, serta produksi hasil pertanian untuk memenuhi permintaan masyarakat akan ketahanan pangan. Lonjakan harga pangan secara tiba-tiba dapat memicu krisis ketahanan pangan, sehingga perlu memastikan pemenuhan kebutuhan dari berbagai segmen pertanian untuk mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) pada tahun 2030 (Shen et al., 2024).

Penerapan kerangka ketahanan pangan enam dimensi memungkinkan pembangunan sistem pangan yang lebih baik, dari rantai lahan pedesaan hingga perkotaan (Mockshell & Nielsen Ritter, 2024). Empat dimensi ketahanan pangan adalah: ketersediaan (pasokan dan donasi), aksesibilitas (ekonomi, fisik, dan sosial), akseptabilitas (preferensi dan kesehatan), dan keagenan (infrastruktur dan efikasi diri)(Saboori et al., 2023). Implementasi dimensi-dimensi ketahanan pangan harus dijalankan secara menyeluruh untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. Dimensi ketahanan pangan ini telah diidentifikasi pada berbagai tingkatan: 1) Ketersediaan pada tingkat nasional, 2) Aksesibilitas pada tingkat rumah tangga, 3) Pemanfaatan pada tingkat individu, dan 4) Stabilitas yang dapat dianggap sebagai dimensi waktu yang mempengaruhi semua tingkatan (Tilahun et al., 2023).

Teknologi telah menjadi faktor utama dalam perubahan di berbagai sektor kehidupan. Era Revolusi Industri 4.0 menandai transformasi komprehensif pada seluruh aspek produksi industri dengan memanfaatkan teknologi *digital* dan internet (Indarta et al., 2022). Penguasaan teknologi oleh guru akan sangat mendukung pembelajaran abad ke-21 dalam menyong-

song era *digital*. Tantangan dalam inovasi dan transformasi teknologi pasti ada, namun pendidik dan peserta didik harus berani dan siap mengambil langkah baru untuk menghadapi era Revolusi Industri 4.0 (Maulidia et al., 2023).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *Internet of Things* (IoT) dalam bidang pertanian memiliki potensi besar untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, diversifikasi produk pertanian, dan ketahanan pangan secara keseluruhan. IoT mempermudah proses pembelajaran dengan mendukung keterampilan abad ke-21, seperti keterampilan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), serta mengembangkan metode pembelajaran yang lebih interaktif dan kolaboratif. Penggunaan teknologi ini juga mendukung diversifikasi produk pertanian dan meningkatkan kualitas serta kuantitas hasil panen, yang pada akhirnya mendukung ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Pemerintah berperan penting dalam menyusun kebijakan yang mendukung integrasi teknologi dalam pertanian dan pendidikan, serta dalam memfasilitasi pelatihan dan pengembangan keterampilan bagi guru dan siswa. Berdasar pada simpulan ini maka penelitian lebih lanjut perlu difokuskan pada pengembangan dan implementasi teknologi IoT yang lebih canggih dan terjangkau untuk mendukung pertanian dan pendidikan. Selain itu, disarankan bagi pemangku kebijakan untuk mengembangkan dan menyelaraskan kebijakan yang mendukung penggunaan IoT dalam pertanian dan pendidikan, termasuk

perencanaan implementasi dan mekanisme pemantauan serta evaluasi yang terkoordinasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed Alismail, H. (2023). Teachers' perspectives of utilizing distance learning to support 21st century skill attainment for K-3 elementary students during the COVID-19 pandemic era. *Heliyon*, 9(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19275>
- Alam, M. F. Bin, Tushar, S. R., Zaman, S. M., Gonzalez, E. D. R. S., Bari, A. B. M. M., & Karmaker, C. L. (2023). Analysis of the drivers of Agriculture 4.0 implementation in the emerging economies: Implications towards sustainability and food security. *Green Technologies and Sustainability*, 1(2), 100021. <https://doi.org/10.1016/j.grets.2023.100021>
- Aluko, R., & Ooko, M. (2022). Enhancing the Digital Literacy Experience of Teachers to Bolster Learning in the 21st Century. *Journal of Learning for Development*, 9(3), 420–435. <https://doi.org/10.56059/jl4d.v9i3.662>
- Aslan, S. (2022). Using Cooperative Learning and the Flipped Classroom Model with Prospective Teachers To Increase Digital Literacy Self-Efficacy, Technopedagogical Education, and 21st-Century Skills Competence. *International Journal of Progressive Education*, 18(3), 121–137. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2022.439.9>
- Carey, R., & Sheridan, J. (2017). Australia's City Food Bowls: Fertile Ground for Investigating Biomes and Food

- Security. *Geographical Education*, 30, 16–23.
- Dilekçi, A., & Karatay, H. (2023). The effects of the 21st century skills curriculum on the development of students' creative thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, 47(December 2022), 101229. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101229>
- Ema, N. R., Mithu, M. A. H., & Sayem, A. (2024). Exploring driving factors in employing waste reduction tools to alleviate the global food security and sustainability. *Heliyon*, 10(7), e28192. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28192>
- Hark Soylemez, N. (2023). Teacher and Student in the 21st Century: A Mixed Design Research. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 10(3), 758–772. <https://doi.org/10.52380/ijpes.2023.10.3.1128>
- Ilma, A. Z., Wilujeng, I., Widowati, A., Nurtanto, M., & Kholifah, N. (2023). A Systematic Literature Review of STEM Education in Indonesia (2016-2021): Contribution to Improving Skills in 21st Century Learning. *Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi*, 13(2), 134–146. <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.02.17>
- J, L., S, L. S. V., R, M., & R, M. (2022). Automated food grain monitoring system for warehouse using IOT. *Measurement: Sensors*, 24(July), 100472. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2022.100472>
- Khurshid, N., & Abid, E. (2024). Unraveling the complexity! Exploring asymmetries in climate change, political globalization, and food security in the case of Pakistan. *Research in Globalization*, 8(January), 100220. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2024.100220>
- KULOĞLU, A. (2022). The Relationship Between 21st Century Learner Skills and Program Literacy Levels of Pre-Service Teachers. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 9(3), 624–632. <https://doi.org/10.33200/ijcer.1083782>
- Mantravadi, S., & Srai, J. S. (2022). How Important are Digital Technologies for Urban Food Security? A Framework for Supply Chain Integration using IoT. *Procedia Computer Science*, 217(2022), 1678–1687. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.368>
- Maulidia, L., Nafaridah, T., Ahmad, Ratumbuang, Monry FN, & Sari, E. M. (2023). Analisis Keterampilan Abad Ke 21 melalui Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di SMA Negeri 2 Bajarsari. *Seminar Nasional (PROSPEK II)*, *Prospek Ii*, 127–133.
- Mockshell, J., & Nielsen Ritter, T. (2024). Applying the six-dimensional food security framework to examine a fresh fruit and vegetable program implemented by self-help groups during the COVID-19 lockdown in India. *World Development*, 175(December 2023), 106486. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106486>
- Morchid, A., El Alami, R., Raezah, A. A., & Sabbar, Y. (2024). Applications of internet of things (IoT) and sensors

- technology to increase food security and agricultural Sustainability: Benefits and challenges. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(3). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102509>
- Musa, F., Mufti, N., Latiff, R. A., & Amin, M. M. (2012). Project-based Learning (PjBL): Inculcating Soft Skills in 21st Century Workplace. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59(2006), 565–573. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.315>
- Najmi, K. Y., Alzain, M. A., Masud, M., Jhanjhi, N. Z., Al-Amri, J., & Baz, M. (2021). A survey on security threats and countermeasures in IoT to achieve users confidentiality and reliability. *Materials Today: Proceedings*, 81(2), 377–382. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.417>
- Oyelami, L. O., Edewor, S. E., Folorunso, J. O., & Abasilim, U. D. (2023). Climate change, institutional quality and food security: Sub-Saharan African experiences. *Scientific African*, 20, e01727. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01727>
- Peng, W., & Berry, E. M. (2018). The concept of food security. In *Encyclopedia of Food Security and Sustainability* (Vol. 2). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22314-7>
- POLAT, M., & ERİŞTİ, B. (2022). Science Mapping the International Knowledge Base on the 21st Century Skills. *Kuramsal Eğitim Bilim*, 15(3), 504–525. <https://doi.org/10.30831/akukeg.1054567>
- Ramaila, S., & Molwele, A. J. (2022). The Role of Technology Integration in the Development of 21st Century Skills and Competencies in Life Sciences Teaching and Learning. *International Journal of Higher Education*, 11(5), 9. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v11n5p9>
- Saboori, B., Alhattali, N. A., & Gibreel, T. (2023). Agricultural products diversification-food security nexus in the GCC countries; introducing a new index. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12(December 2022), 100592. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100592>
- Shen, Y., Chen, Y., Shi, X., An, Y., Yang, M., & Qi, Y. (2024). Assessing the role of global food commodity prices in achieving the 2030 agenda for SDGs. *IScience*, 27(2), 108832. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.108832>
- Sugiyono, P. D. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. ALFABETA.
- Thaivalappil, A., Young, I., Lam, S., & Papadopoulos, A. (2023). Enhancing quality of qualitative evidence in food safety and food security. *Food and Humanity*, 1(February), 28–31. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.03.002>
- Tilahun, G., Bantider, A., & Yayeh, D. (2023). Impact of adoption of climate-smart agriculture on food security in the tropical moist montane ecosystem: The case of Geshy watershed, Southwest Ethiopia. *Heliyon*, 9(12), e22620. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22620>
- Ting, Y.-T., & Chan, K.-Y. (2024). Optimising performances of LoRa based IoT enabled wireless sensor network for

- smart agriculture. *Journal of Agriculture and Food Research*, 101093. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101093>
- Xu, S. R., & Zhou, S. N. (2022). the Effect of Students' Attitude Towards Science, Technology, Engineering, and Mathematics on 21St Century Learning Skills: a Structural Equation Model. *Journal of Baltic Science Education*, 21(4), 706–719. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.706>
- Zembe, A., NemaKonde, L. D., & Chipangura, P. (2023). A policy coherence framework for food security, climate change adaptation and disaster risk reduction in South Africa. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 95(July), 103877. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103877>