

Peningkatan Otonomi dan Keberlanjutan Pemenuhan Pangan pada Pondok Pesantren Melalui Smart Farming

Upscaling autonomy and sustainability in the food fulfillment in Islamic boarding schools through smart farming

Dwi Putro Sarwo Setyohadi^{1*}, Hendra Yufit Riskiawan¹, Syamsul Arifin¹, Hermawan Arief Putranto¹, Taufiq Rizaldi¹

¹ Department of Information Technology, Politeknik Negeri Jember

* p3m@polije.ac.id

ABSTRAK

Pondok Pesantren Al-Ifadah Sumberjo Jember, merupakan salah satu pesantren yang bertujuan untuk mencerdaskan anak bangsa dan meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar. Dengan letak geografis-sosiologis yang strategis, mempunyai potensi yang sangat besar untuk bersaing dengan pondok pesantren lainnya. Meski demikian, berada di tengah masyarakat petani bukan berarti AL-Ifadah memiliki lahan yang luas. Oleh karena itu, terbatasnya lahan pertanian menjadi tantangan bagi Al-Ifadah untuk menjadi pesantren mandiri. Selain itu, keinginan Al-Ifadah untuk merangkul santri dalam memasyarakatkan pertanian modern menjadi visi pesantren ini agar santri tidak melupakan jati diri bangsa, negara agraris. Tulisan ini mengusulkan untuk memberikan solusi, memperkenalkan sistem pertanian modern dengan memanfaatkan IoT sebagai sistem pemantauan pada beberapa parameter, antara lain pemantauan suhu, kelembaban dan kadar air pada ekosistem yang terjaga yaitu rumah kaca pintar dengan metode pertanian cerdas. Kegiatannya berupa pendalaman solusi terkait permasalahan yang terjadi di Pondok Pesantren Al-Ifadah dalam kaitannya dengan pemenuhan kebutuhan Smart Farming. Kemudian, pendataan luas lahan yang dimiliki, jenis tanaman yang ditanam, dan ketersediaan sumber daya sehingga dapat diterapkan secara mandiri dan dipelihara secara rutin oleh mahasiswa dan pengurus. Serta implementasi rancangan sistem smart farming dan sosialisasinya. Hasil dari kegiatan ini adalah peningkatan pemberdayaan Al-Ifadah melalui penerapan sistem dan kelembagaan smart farming untuk mencapai kemandirian dan pertanian yang berkelanjutan.

Kata kunci — Pondok Pesantren, Pertanian Keberlanjutan, IoT, Smart Greenhouse, Smart Farming

ABSTRACT

Pondok Pesantren Al-Ifadah Sumberjo Jember, is one of the boarding schools that aims to educate the nation's children and improve the standard of living of the surrounding community. With a strategic geographical-sociological location, it has enormous potential to compete with other Islamic boarding schools. However, being in the middle of a farming community does not mean that AL-Ifadah has a large area of land. Therefore, the limited agricultural land is a challenge for Al-Ifadah to become an independent boarding school. In addition, Al-Ifadah's desire to embrace students in popularizing modern agriculture is a vision for this boarding school so that students do not forget the identity of the nation, an agricultural country. This paper proposes to provide a solution, introducing a modern agricultural system by utilizing IoT as a monitoring system in several parameters, including monitoring temperature, humidity and water content in a maintained ecosystem, namely a smart greenhouse with a smart farming method. The activities consist of deepening of solutions related to the problems that occur at Al-Ifadah Islamic Boarding School in relation to meeting the needs of Smart Farming. Then, data collection on the area of land owned, the types of plants planted, and the availability of resources so it can applied independently and maintained regularly by students and administrators. Also, the implementation of the smart farming system design and its socialization. The expected results are the increased empowerment of Al-Ifadah through the application of the smart farming system and institutional to achieve independent and sustainability.

Keywords — Islamic boarding school (pondok pesantren), self-sustainability, IoT, smart greenhouse, smart farming.



1. Pendahuluan

Pondok pesantren, sebagai lembaga pendidikan Islam tradisional, telah lama memainkan peran penting dalam mendidik generasi muda dan turut andil dalam pembangunan masyarakat. Dalam beberapa dekade terakhir, banyak pesantren yang berupaya mengembangkan sektor pertanian sebagai bagian dari kemandirian ekonomi dan ketahanan pangan [1][2]. Meski demikian, sektor pertanian yang dikelola oleh pesantren tidak lepas dari sejumlah tantangan signifikan yang menghambat upaya mereka untuk menjadi bagian dari sistem pangan yang berkelanjutan.

Pondok Pesantren Al-Ifadah Sumberjo Jember merupakan salah satu pondok pesantren yang terletak di Jember, Jawa Timur, dan telah didirikan sejak tahun 2014. Sejak itu, pondok pesantren ini terus mengalami perkembangan yang pesat. Dengan jumlah santri yang mencapai lebih dari 500 orang, pondok pesantren Al-Ifadah Sumberjo Jember memiliki fokus dalam mengembangkan pendidikan agama Islam yang moderat dan toleran, serta menanamkan nilai-nilai keagamaan yang mengedepankan perdamaian dan toleransi antar umat beragama. Dengan jumlah santri yang cukup banyak, pondok pesantren ini dituntut untuk dapat menyediakan bahan pangan yang cukup dan bergizi dengan harga yang terjangkau. Oleh karena itu, pihak pondok harus pandai dalam mengelola potensi dan sumber daya yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Selain itu, untuk mencegah kejenuhan santri, perlu diciptakan aktivitas baru yang dapat meningkatkan minat dan bakat, seperti pengembangan pertanian dalam model agribisnis[4].

Salah satu tantangan utama dalam pengenalan aktivitas baru ini adalah keterbatasan sumber daya, baik dalam bentuk teknologi maupun pengetahuan pertanian modern[5][6]. Al Ifadah adalah satu pesantren yang masih mengandalkan metode pertanian tradisional yang kurang efisien, seperti irigasi manual, pemantauan cuaca dan hama yang dilakukan secara kasat mata, serta tidak menggunakan teknik budidaya yang dapat memaksimalkan hasil. Kondisi ini sering kali mengakibatkan rendahnya produktivitas lahan, inefisiensi dalam penggunaan air dan pupuk,

serta ketergantungan yang besar terhadap perubahan cuaca.

Selain itu, keterbatasan finansial sering kali menjadi kendala dalam pengadaan teknologi modern yang dibutuhkan untuk meningkatkan produksi dan menjaga keberlanjutan lingkungan. Kebanyakan pesantren memiliki anggaran terbatas untuk investasi dalam peralatan pertanian yang lebih canggih, seperti sistem irigasi otomatis atau perangkat untuk pemantauan kondisi lahan secara real-time. Hal ini mempersulit pesantren dalam mengadopsi teknologi modern.

Di sisi lain, keterbatasan sumber daya manusia yang terampil juga menjadi tantangan tersendiri. Meski santri memiliki semangat tinggi untuk belajar, mereka sering kali kurang memiliki pengetahuan dan pelatihan khusus dalam bidang pertanian yang berbasis teknologi. Akibatnya, potensi besar pondok pesantren untuk terlibat aktif dalam sistem pangan yang berkelanjutan belum sepenuhnya tergali.

Untuk mengatasi berbagai tantangan ini, penerapan teknologi dalam pertanian modern menjadi sangat penting. Pertanian berbasis teknologi memungkinkan pengelolaan yang lebih efisien, terukur, dan berkelanjutan, serta dapat meningkatkan hasil produksi secara signifikan [7][8]. Teknologi modern seperti sistem irigasi otomatis, sensor kelembapan tanah, dan perangkat pengendalian cuaca dalam greenhouse dapat membantu petani mengelola sumber daya alam dengan lebih bijak, mengurangi limbah, dan meningkatkan produktivitas.

Selain efisiensi, penerapan teknologi juga mendukung upaya pertanian yang lebih ramah lingkungan. Teknologi dapat membantu meminimalisir penggunaan air dan pupuk yang berlebihan, mengurangi emisi karbon, serta mendukung praktik pertanian organik [9]. Dalam konteks pondok pesantren, ini berarti pesantren dapat berkontribusi pada pengembangan sistem pangan yang lebih berkelanjutan dan mendukung kemandirian pangan yang tidak hanya bergantung pada hasil pertanian konvensional.

Lebih dari itu, teknologi pertanian modern memberikan kesempatan bagi pondok pesantren untuk mendidik santri tentang pentingnya inovasi dan keterampilan teknologi dalam dunia



kerja masa depan. Dengan memanfaatkan teknologi, santri dapat belajar tentang bagaimana teknologi bisa diterapkan untuk mengatasi masalah-masalah praktis di lapangan, seperti bagaimana memantau kondisi tanaman secara real-time atau mengelola produksi pangan dengan lebih cermat dan efisien..

2. Target dan Luaran

Target dari kegiatan pengabdian ini berupa peningkatan keberdayaan mitra melalui penerapan sistem smart farming, sehingga dapat terwujud sentral agribisnis terpadu di pondok pesantren ini serta dapat mencapai pemenuhan kebutuhan pangan yang mandiri dan berkelanjutan.

Selain itu juga diusulkan luaran dari kegiatan pengabdian ini yaitu berupa artikel ilmiah yang termuat dalam Prosiding seminar pengabdian masyarakat (NaCosVi), publikasi pada media masa cetak/on line Radar Jember, Video kegiatan yang di upload di Youtube P3M. Luaran tambahan berupa KI (berupa Hak Cipta) atas nama Polije berupa Video atau Modul dan Jurnal Pengabdian (Submitted) dan Sertifikat Kegiatan PkM di Mitra yang mengetahui Ka P3M.

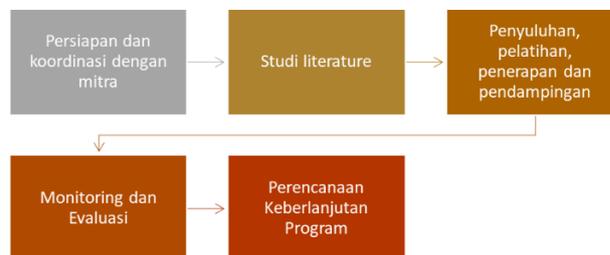
3. Metodologi

Sebagai solusi untuk permasalahan yang sudah dijelaskan sebelumnya, salah satu teknologi paling potensial yang dapat diterapkan adalah pengembangan greenhouse di pondok pesantren berbasis Internet of Things (IoT). IoT menawarkan solusi yang terintegrasi untuk mengoptimalkan sistem pertanian, terutama dalam konteks greenhouse, yang memungkinkan kontrol otomatis terhadap berbagai elemen yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Dengan IoT, pondok pesantren dapat memanfaatkan sensor-sensor yang ditempatkan di dalam greenhouse untuk memantau berbagai parameter penting seperti suhu, kelembapan, tingkat pencahayaan, dan kondisi tanah secara real-time. Lebih jauh lagi, IoT memungkinkan pesantren untuk mengelola sumber daya dengan lebih efisien, mengurangi pemborosan air dan energi, serta meminimalkan penggunaan pupuk dan pestisida. Dengan data yang akurat dan otomatis, pesantren dapat melakukan pertanian

yang lebih presisi, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan hasil panen.

Untuk memastikan kegiatan pengabdian ini berjalan dengan lancar, diusulkan beberapa tahapan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Pelaksanaan Kegiatan

3.1 Persiapan dan koordinasi dengan mitra

Pada tahap persiapan, tim melakukan diskusi dan FGD dengan mitra untuk mencapai kesepakatan mengenai solusi yang akan dilaksanakan dalam program pengabdian. Hal ini mencakup target dan sasaran yang akan dituju, serta peran dan tugas yang akan diemban oleh tim pengabdian dan mitra. Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua pihak yang terlibat dalam program pengabdian tersebut dan memiliki pemahaman yang sama mengenai tujuan dan tanggung jawab masing-masing. Dengan demikian, program pengabdian dapat berjalan dengan lancar dan efektif dalam mencapai hasil yang diharapkan.

3.2 Studi literature

Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan hasil riset berkaitan dengan Sistem smart monitoring pada budidaya vertiminaponik guna memudahkan pengelolaan dan pemantauan pertumbuhan tanaman secara realtime, Sistem pemasaran yang terintegrasi dan Penguatan kelembagaan dalam mendukung terciptanya sentral agribisnis terpadu di pondok ini dapat tercapai secara mandiri dan berkelanjutan. Adapaun rencana modul yang dibuat berkaitan dengan penerapan sistem agribisnis terpadu berbasis smart-Vertiminaponik

3.3 Penyuluhan, pelatihan, penerapan dan pendampingan

Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan kegiatan penyuluhan dengan materi SOP penerapan dan pengoperasional sistem smart pada budidaya vertiminaponik. Penyuluhan dan pelatihan ini dilaksanakan agar pengurus pondok pesantren dan para santri dapat memahami fungsi tiap komponen dalam smart greenhouse serta dapat melakukan sendiri setiap pemeliharaan terhadap system dan tanaman yang dirawat. Selepas penyuluhan, tim kemudian melakukan pendampingan kepada mitra dalam rangka mengoperasikan sistem-vertiminaponik yang telah diterapkan. Pendampingan dilakukan secara berkelanjutan agar mitra betul-betul mampu dan ahli dalam membudidayakan sistem smart-vertiminaponik. Kegiatan pendampingan terus dilakukan walaupun batas waktu program sudah selesai agar kegiatan tetap dapat dilanjutkan dan memberi manfaat yang signifikan bagi pengembangan agribisnis di pondok.

3.4 Tahap Monitoring dan Evaluasi

Tahap monitoring dan evaluasi adalah tahap akhir dari program pengabdian kepada masyarakat dan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kegiatan tersebut. Monitoring dan evaluasi juga merupakan bentuk akuntabilitas dari pelaksanaan kegiatan, yang mencakup aspek input, proses, dan output. Dalam tahapan ini, dilakukan penilaian melalui pertanyaan kepada mitra mengenai kendala, masalah, dan harapan mereka terkait rangkaian kegiatan yang telah dilakukan. Hal ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai respon dan dampak kegiatan pengabdian terhadap mitra.

3.5 Perencanaan Keberlanjutan Program

Setelah program selesai dilaksanakan, perlu direncanakan keberlanjutan agar manfaatnya dapat terus dirasakan oleh mitra. Beberapa rencana untuk keberlanjutan program ini antara lain adalah penambahan instalasi vertiminaponik, penjualan paket budidaya, pemasangan panel surya sebagai sumber energi, dan pembuatan outlet/kios untuk memasarkan produk hasil panen. Selain itu, mitra juga didorong untuk berkoordinasi dengan pihak

desa dan dinas pertanian setempat untuk mengembangkan program ini menjadi Pondok Pesantren berbasis Agribisnis Pertama di Jember, yang akan memberikan manfaat yang lebih luas bagi masyarakat.

4. Pembahasan

Implementasi dan pemanfaatan sistem monitoring greenhouse di pondok pesantren membawa dampak signifikan terhadap efektivitas dan efisiensi pengelolaan pertanian. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi lingkungan di dalam greenhouse, seperti suhu, kelembaban, pencahayaan, dan tingkat CO₂, secara real-time menggunakan sensor-sensor yang terhubung dengan perangkat lunak pengelolaan berbasis Internet of Things (IoT).



Gambar 2. Sistem Monitoring Smart Greenhouse

Dengan adanya sistem monitoring ini, pengelola greenhouse di pondok pesantren dapat mengawasi kondisi tanaman secara lebih akurat dan cepat. Misalnya, jika suhu atau kelembaban melebihi batas optimal, sistem akan memberikan peringatan dini, memungkinkan tindakan korektif diambil lebih cepat, seperti mengaktifkan kipas, penyiraman otomatis, atau pengaturan ventilasi. Hal ini membantu menjaga stabilitas lingkungan tumbuh, yang pada akhirnya meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen.

Selain itu, sistem monitoring ini memberikan keuntungan dari sisi penghematan sumber daya. Dengan data yang terus diperbarui, pengelola dapat memprediksi kebutuhan air, energi, dan nutrisi tanaman secara lebih tepat, mengurangi pemborosan. Pemanfaatan energi menjadi lebih efisien karena penggunaan alat-alat seperti lampu dan kipas

angin bisa diatur sesuai kebutuhan, bukan berdasarkan jadwal tetap yang mungkin kurang sesuai dengan kondisi riil di lapangan.

Di pondok pesantren, penerapan teknologi ini juga memberikan kesempatan belajar bagi para santri. Mereka diajarkan bagaimana mengoperasikan sistem teknologi pertanian modern, menganalisis data dari sensor, dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah ke dalam praktik sehari-hari di greenhouse. Dengan demikian, sistem monitoring tidak hanya mendukung ketahanan pangan pondok pesantren, tetapi juga memberikan pendidikan berbasis teknologi kepada santri, mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan pertanian modern di masa depan.



Gambar 3. Pemasangan modul monitoring

Secara keseluruhan, pemanfaatan sistem monitoring greenhouse di pondok pesantren membawa peningkatan yang signifikan dalam hal produktivitas pertanian, pengelolaan sumber daya yang lebih efisien, dan pengembangan keterampilan teknologi bagi para santri.

Proses pengembangan dan implementasi sistem monitoring berbasis IoT di pondok pesantren melibatkan beberapa tahapan penting, yaitu:

- 1) Pemasangan Sensor dan Perangkat IoT: Sensor-sensor untuk mengukur suhu, kelembaban, cahaya, dan kadar CO₂ dipasang di dalam greenhouse. Semua sensor tersebut terhubung dengan perangkat IoT yang dikendalikan

melalui aplikasi berbasis web dan mobile.

- 2) Pengolahan Data: Data yang dikumpulkan oleh sensor dikirim secara real-time ke server dan disimpan dalam basis data. Sistem kemudian menganalisis data tersebut untuk menentukan tindakan yang diperlukan.
- 3) Pemberian Notifikasi: Jika ditemukan anomali atau kondisi lingkungan yang tidak sesuai, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi melalui aplikasi sehingga pengelola dapat segera mengambil tindakan.
- 4) Otomatisasi Proses Pengelolaan: Berdasarkan data dari sistem monitoring, beberapa proses pengelolaan seperti penyiraman dan pengaturan ventilasi dapat diotomatisasi.
- 5) Pelatihan Santri: Santri dilatih untuk mengoperasikan sistem ini dan memahami bagaimana IoT diterapkan dalam pertanian.

Setelah sistem monitoring berbasis IoT ini diterapkan selama 4 bulan, diperoleh beberapa hasil yang signifikan, di antaranya:

- a) Peningkatan Produktivitas: Kondisi lingkungan greenhouse yang lebih terpantau dengan baik telah berkontribusi pada peningkatan produktivitas. Dibandingkan sebelum penerapan sistem, hasil panen meningkat hingga 25% karena tanaman tumbuh dalam kondisi optimal secara konsisten.
- b) Penghematan Sumber Daya: Penggunaan air untuk irigasi dan energi untuk sistem ventilasi dan pencahayaan menjadi lebih efisien. Data menunjukkan penghematan air hingga 20% karena penyiraman dilakukan hanya ketika kadar kelembaban tanah menunjukkan kebutuhan. Begitu pula dengan energi listrik, yang bisa dikurangi hingga 15% karena penggunaan alat-alat berbasis jadwal digantikan dengan sistem berbasis kebutuhan.
- c) Pengurangan Risiko Kegagalan Panen: Dengan adanya notifikasi dan sistem otomatisasi, risiko kegagalan panen akibat kondisi lingkungan yang tidak ideal berkurang secara signifikan. Sistem

peringatan dini memungkinkan tim pengelola melakukan tindakan preventif sebelum masalah berkembang menjadi besar.

- d) Peningkatan Kualitas Hasil Panen: Kualitas tanaman meningkat dengan lebih sedikit kerusakan pada daun dan buah. Tanaman tumbuh lebih sehat, yang juga berdampak pada kualitas hasil panen yang lebih baik, seperti ukuran, warna, dan rasa yang lebih optimal.
- e) Pembelajaran Teknologi untuk Santri: Santri di pondok pesantren mendapatkan pengalaman langsung dalam mengoperasikan sistem berbasis IoT. Mereka tidak hanya belajar teori pertanian, tetapi juga memahami cara kerja teknologi modern yang dapat diterapkan di masa depan, menjadikan mereka lebih siap menghadapi perkembangan industri pertanian.



Gambar 4. Evaluasi penempatan modul dilapangan oleh tim pengabdian.

Dalam implementasi ini, terdapat beberapa kendala yang ditemukan:

- a) Keterbatasan Infrastruktur Internet: Pada awal implementasi, konektivitas internet yang tidak stabil menjadi kendala utama, namun hal ini diatasi dengan peningkatan kualitas jaringan melalui pemasangan perangkat tambahan seperti router dan penguat sinyal.
- b) Pemeliharaan Sensor: Beberapa sensor memerlukan perawatan rutin untuk memastikan keakuratan data. Kendala ini diatasi dengan menyediakan pelatihan teknis bagi staf untuk melakukan pemeliharaan berkala.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, beberapa rekomendasi yang dapat disampaikan adalah:

- Pengembangan Fitur Tambahan: Sistem monitoring bisa dikembangkan dengan penambahan modul prediksi cuaca atau sistem pemupukan otomatis.
- Kerjasama dengan Institusi Pendidikan: Pondok pesantren dapat menjalin kerja sama dengan lembaga pendidikan tinggi untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam penerapan teknologi IoT di bidang pertanian.
- Perluasan Implementasi: Sistem ini bisa diterapkan di unit usaha pertanian lainnya di pondok pesantren atau dikembangkan lebih lanjut untuk skala pertanian masyarakat sekitar.

5. Kesimpulan

Pengembangan dan pemanfaatan sistem monitoring greenhouse berbasis IoT di pondok pesantren Al-Ifadah telah memberikan dampak positif yang signifikan terhadap produktivitas pertanian dan efisiensi operasional. Sistem ini juga membantu mengurangi risiko kegagalan panen dan menghemat sumber daya, baik dari segi air maupun energi. Selain itu, sistem ini memperkaya pengalaman belajar santri dengan keterampilan teknologi yang dapat mereka aplikasikan di berbagai sektor pertanian modern. Kedepannya, sistem ini diharapkan terus ditingkatkan dan dikembangkan agar semakin memberikan manfaat bagi pondok pesantren dan masyarakat sekitarnya.

6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Jember atas sumber dana PNBK bidang Pengabdian Kepada Masyarakat, Pondok Pesantren Al-Ifadah sebagai mitra, serta TEFA JTI Innovation Politeknik Negeri Jember dan Jurusan Teknologi Informasi yang sudah membantu terselenggaranya kegiatan.

7. Daftar Pustaka

- [1] Santoso, D. (2021). "The Integration of Smart Farming and Sustainable Agricultural Practices." Proceedings of the International Conference on Agricultural Technology.

- [2] Suharto, A. (2020). "Optimizing Pesantren's Role in National Development through Agricultural Modernization." Proceedings of the National Seminar on Islamic Education and Community Development.
- [3] Fitriani, A. (2019). "Empowering Pesantren for Sustainable Community Development in Indonesia." Journal of Indonesian Development, 12(2), 123-137.
- [4] Hamidi, M. E. (2018). "The Role of Islamic Boarding Schools (Pesantren) in Empowering Community Economic Development." Journal of Islamic Economics, 9(2), 45-59.
- [5] Al Makin, A. (2016). "Challenging Islamic Orthodoxy: Accounts of Lia Eden and Other Prophets in Indonesia." Journal of Indonesian Islam, 10(1), 1-28.
- [6] Nakasone, E., Torero, M., & Minten, B. (2014). "The Power of Information: The ICT Revolution in Agricultural Development." Annual Review of Resource Economics, 6(1), 533-550.
- [7] Raja, R., & Ashok, A. (2020). "Artificial Intelligence and IoT for Smart Agriculture and Pest Control." Computers and Electronics in Agriculture, 176, 105643.
- [8] Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). "Big Data in Smart Farming – A Review." Agricultural Systems, 153, 69-80.
- [9] Griepentrog, H. W., Bill, R., & Christiansen, T. (2019). "Autonomous Vehicles for Smart Farming." Biosystems Engineering, 183, 46-55.

