

Pengembangan *Smart Urban Farming Matching* Dengan Pendidikan Sekolah Menengah Serta Memperkuat Ekonomi Daerah Menuju Swasembada Pangan Keluarga

Samudi

Universitas Islam Kediri

Email: samudi@uniska-kediri.ac.id

Abstract	Article Info
Abstract: <i>In an effort to meet increasing food needs, the agricultural sector needs to face challenges such as limited available land, climate change, and dependence on food imports. Limited agricultural land results in limitations in expanding food production. Meanwhile, climate change, such as unstable rainfall patterns and increasing temperatures, can affect agricultural productivity. In addition, dependence on food imports places the country in a vulnerable position to price fluctuations and supply uncertainty. The development of smart urban farming can help achieve family food self-sufficiency in Indonesia in several ways. First, smart farming technology can be used to increase crop productivity and quality by optimizing the use of resources such as water, fertilizer and pesticides. This can increase food production and reduce production costs. Second, urban farming can be carried out in urban areas close to consumers, thereby reducing transportation and distribution costs. Third, urban farming can be carried out on empty land in urban areas, thereby increasing the availability of agricultural land and reducing dependence on agricultural land in rural areas. Fourth, urban farming can increase family food independence and reduce dependence on food imports. Thus, the development of smart urban farming can help achieve family food self-sufficiency in Indonesia. The urban agriculture sector has the potential to provide employment and increase income. Urban farming can be a government effort to improve the community's economy and improve the city's ecology. Urban farming can be done on empty land in urban areas and can increase the availability of agricultural land. Urban farming can also be carried out in urban areas close to consumers, thereby reducing transportation and distribution costs. Urban farming can increase family food independence and reduce dependence on food imports. Apart from that, urban farming can increase farmers' income and reduce production costs. Urban farming can be done using techniques such as hydroponics, verticulture, fisheries and rooftop gardens. The Independent Agricultural and Rural Training Center (P4S) can also provide training and apprenticeships for farmers for farmers, thus encouraging farmers to be business-oriented and independent. Factors that influence the sustainability of smart urban farming include the use of technology such as artificial intelligence, remote sensing, and IoT (Internet of Things). Apart from that, an effective and efficient plant control and monitoring system is also needed, such as an Arduino Uno-based lighting, height and plant watering monitoring system with ESP8266-01 Wi-Fi communication module. In developing smart urban farming, there is also a need for training and apprenticeship for farmers to adopt technology and gain the necessary knowledge.</i>	Article History Received : 19-11-2023, Revised : 28-11-2023, Accepted : 30-12-2023 Keywords: <i>Smart Urban Farming, Education, Economy, food self-sufficiency</i> Kata kunci: <i>Smart Urban Farming, Pendidikan, Ekonomi, swasembada pangan</i>

Abstrak: Upaya untuk memenuhi kebutuhan pangan yang semakin tinggi, sektor pertanian perlu menghadapi tantangan seperti keterbatasan lahan yang tersedia, perubahan iklim, dan ketergantungan pada impor pangan. Keterbatasan lahan pertanian mengakibatkan keterbatasan dalam memperluas produksi pangan. Sementara itu, perubahan iklim, seperti pola curah hujan yang tidak stabil dan suhu meningkat, dapat mempengaruhi produktivitas pertanian. Selain itu, ketergantungan pada impor pangan menempatkan negara dalam posisi rentan terhadap fluktuasi harga dan ketidakpastian pasokan. Pengembangan smart urban farming dapat membantu mencapai swasembada pangan keluarga di Indonesia dengan beberapa cara. Pertama, teknologi smart farming dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan

kualitas tanaman dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, pupuk, dan pestisida. Hal ini dapat meningkatkan produksi pangan dan mengurangi biaya produksi. Kedua, urban farming dapat dilakukan di daerah perkotaan yang dekat dengan konsumen, sehingga dapat mengurangi biaya transportasi dan distribusi. Ketiga, urban farming dapat dilakukan di lahan-lahan kosong yang ada di daerah perkotaan, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan lahan pertanian dan mengurangi ketergantungan pada lahan pertanian di pedesaan. Keempat, urban farming dapat meningkatkan kemandirian pangan keluarga dan mengurangi ketergantungan pada impor pangan. Dengan demikian, pengembangan smart urban farming dapat membantu mencapai swasembada pangan keluarga di Indonesia. Sektor pertanian perkotaan memiliki potensi untuk memberikan lapangan kerja dan peningkatan pendapatan. Urban farming dapat menjadi upaya pemerintah untuk meningkatkan perekonomian masyarakat dan memperbaiki ekologi kota. Urban farming dapat dilakukan di lahan-lahan kosong yang ada di daerah perkotaan dan dapat meningkatkan ketersediaan lahan pertanian. Urban farming juga dapat dilakukan di daerah perkotaan yang dekat dengan konsumen, sehingga dapat mengurangi biaya transportasi dan distribusi. Urban farming dapat meningkatkan kemandirian pangan keluarga dan mengurangi ketergantungan pada impor pangan. Selain itu, urban farming dapat meningkatkan pendapatan petani dan mengurangi biaya produksi. Urban farming dapat dilakukan dengan teknik seperti hydroponics, verticulture, fisheries, dan rooftop garden. Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S) juga dapat memberikan pelatihan dan pemagangan bagi petani untuk petani, sehingga mendorong petani berorientasi bisnis dan mandiri. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberlanjutan smart urban farming meliputi penggunaan teknologi seperti artificial intelligence, remote sensing, dan IoT (Internet of Things). Selain itu, sistem kontrol dan monitoring tanaman yang efektif dan efisien juga diperlukan, seperti sistem pemantauan pencabayaan, ketinggian, dan penyiraman tanaman berbasis Arduino Uno dengan komunikasi modul Wi-Fi ESP8266-01. Dalam mengembangkan smart urban farming, perlu juga adanya pelatihan dan pemagangan bagi petani untuk mengadopsi teknologi dan memperoleh pengetahuan yang diperlukan.

A. Pendahuluan

Anonim (2020) Data badan Pusat Statistik populasi penduduk di Indonesia mencapai lebih dari 270 juta jiwa. Pertumbuhan penduduk yang pesat di Indonesia secara umum telah menciptakan tantangan yang signifikan dalam mencapai ketahanan pangan. Dengan populasi yang terus bertambah, kebutuhan akan pangan juga meningkat secara eksponensial. Fenomena ini membuat tekanan besar pada sektor pertanian untuk meningkatkan produksi pangan guna memenuhi permintaan yang terus meningkat. Fenomena tersebut juga berdampak pada Kota Kediri, hal ini terlihat indeks ketahanan pangan Kota Kediri masih dalam pada angka 73,95 meskipun secara nasional masih pada peringkat 58 dari 98 kota di Indonesia. Hal ini menjadi tantangan tersendiri bagi pemerintah Kota Kediri untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat.

Upaya untuk memenuhi kebutuhan pangan yang semakin tinggi, sektor pertanian perlu menghadapi tantangan seperti keterbatasan lahan yang tersedia, perubahan iklim, dan ketergantungan pada impor pangan. Keterbatasan lahan pertanian mengakibatkan keterbatasan dalam memperluas produksi pangan. Sementara itu, perubahan iklim, seperti pola curah hujan yang tidak stabil dan suhu meningkat, dapat mempengaruhi produktivitas pertanian. Selain itu, ketergantungan pada impor pangan menempatkan negara dalam posisi rentan terhadap fluktuasi harga dan ketidakpastian pasokan.

Untuk menghadapi tantangan ini, sektor pertanian perlu mengadopsi strategi yang holistik dan berkelanjutan. Peningkatan produktivitas melalui penggunaan teknologi modern dan praktik pertanian yang efisien menjadi kunci dalam meningkatkan produksi pangan. Penerapan teknologi pertanian modern, seperti penggunaan alat dan mesin pertanian yang canggih, sistem irigasi yang efisien, dan penggunaan pupuk dan pestisida yang tepat, dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Penerapan praktik pertanian yang efisien, seperti penjadwalan penanaman yang tepat,

pengelolaan irigasi yang baik, pengendalian gulma yang efektif, dan manajemen pemupukan yang optimal, juga dapat meningkatkan produktivitas pertanian dengan menggunakan sumber daya seperti air, tanah, dan nutrisi secara efisien. Mengintegrasikan berbagai komponen pertanian, seperti pertanian tanaman, peternakan, dan akuakultur, dalam sistem pertanian terintegrasi, juga dapat memberikan manfaat sinergis dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK), seperti aplikasi pertanian berbasis mobile, sensor tanah, dan pemantauan cuaca, dapat membantu petani dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dengan menyediakan informasi yang akurat dan tepat waktu tentang kondisi tanah, cuaca, dan manajemen pertanian. Dengan kombinasi inovasi teknologi dan praktik pertanian yang efisien, peningkatan produktivitas tidak hanya akan meningkatkan produksi pangan, tetapi juga membantu dalam pengelolaan sumber daya yang lebih berkelanjutan dan mengurangi dampak lingkungan negatif. Dalam hal ini, inovasi teknologi dan praktik pertanian yang efisien memainkan peran penting dalam mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan di Indonesia secara umum dan khususnya Kota Kediri. Selain itu dalam peningkatan produktivitas melalui penggunaan teknologi modern dan praktik pertanian yang efisien memiliki keterkaitan yang penting dengan kurikulum pada sekolah menengah atas. Dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan dan memperkuat sektor pertanian, teknologi pertanian modern akan secara otomatis terintegrasi dengan konsep pertanian perkotaan yang sesuai kurikulum dan minat pada pendidikan SMA/SMK pada era merdeka belajar.

Inovasi yang akan dikembangkan yaitu Teknologi *Urban Smart Farming* yang merujuk pada penerapan teknologi modern dalam praktik pertanian di lingkungan perkotaan. Ini melibatkan penggunaan teknologi informasi, sensor, otomatisasi, dan sistem pengendalian yang cerdas untuk mengoptimalkan produksi tanaman dalam ruang terbatas seperti perkotaan. Salah satu teknologi yang umum digunakan dalam *Urban Smart Farming* adalah *Internet of Things* (IoT). Dengan memanfaatkan sensor dan perangkat terhubung, informasi tentang kondisi tanah, suhu, kelembaban, dan kebutuhan air tanaman dapat dikumpulkan secara real-time. Data ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan pengaturan lingkungan pertumbuhan tanaman, termasuk pengaturan irigasi, pencahayaan, dan sirkulasi udara, sehingga meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan sumber daya. Selain itu, teknologi hidroponik sering digunakan dalam *Urban Smart Farming*. Metode ini melibatkan pertumbuhan tanaman tanpa tanah dengan memanfaatkan larutan nutrisi yang disirkulasikan atau penyemprotan nutrisi ke akar tanaman. Hal ini memungkinkan pertumbuhan tanaman yang lebih cepat dan penggunaan air yang lebih efisien dibandingkan dengan pertanian konvensional. Penerapan teknologi otomatisasi juga merupakan bagian penting dari *Urban Smart Farming*. Sistem otomatis dapat mengendalikan proses seperti penyiraman, pemberian nutrisi, pencahayaan, dan pengaturan suhu secara otomatis berdasarkan parameter yang ditentukan. Dengan demikian, kebutuhan pemantauan dan intervensi manusia dapat dikurangi, sehingga meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas.

Penerapan teknologi *Urban Smart Farming* memiliki potensi untuk meningkatkan produksi pangan dalam lingkungan perkotaan yang terbatas, mengurangi ketergantungan pada impor pangan, dan menciptakan sistem pertanian yang lebih berkelanjutan. Selain itu, teknologi ini juga dapat menjadi sumber pendapatan baru dan menciptakan lapangan kerja di sektor pertanian perkotaan. Teknologi ini memiliki potensi besar untuk memperkuat ekonomi daerah dan mencapai swasembada pangan keluarga. Dengan menerapkan teknologi ini, produksi pangan lokal dapat ditingkatkan secara signifikan. Teknik seperti hidroponik, vertikultur, dan penanaman dalam ruangan memungkinkan penggunaan ruang yang terbatas untuk menanam tanaman, tanpa memerlukan lahan pertanian yang luas. Selain itu, teknologi *urban farming* juga dapat mengurangi biaya transportasi dan distribusi dengan menghasilkan pangan secara lokal, menghemat biaya impor, dan menjaga kualitas dan nutrisi produk pertanian. Selain manfaat ekonomi, pengembangan *urban farming* juga menciptakan lapangan kerja lokal di sektor pertanian dan sektor pendukungnya, meningkatkan pendapatan dan memperkuat perekonomian daerah. Dengan peningkatan produksi pangan lokal yang berkualitas tinggi, daerah dapat meningkatkan nilai tambah produk pertanian dan membuka peluang pemasaran dengan harga yang lebih tinggi. Dengan demikian, teknologi *urban farming* dapat menjadi solusi yang berkelanjutan dalam memperkuat ekonomi daerah menuju swasembada pangan keluarga.

Rumusan Masalah

Bagaimana penerapan teknologi *smart urban farming* dapat diimplementasi untuk memperkuat ekonomi daerah dan mencapai swasembada pangan keluarga, terutama lingkungan perkotaan.

Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan teknologi *smart urban farming* yang dapat diimplementasikan di perkotaan sehingga dapat berdampak pada ekonomi daerah dengan swasembada pangan keluarga.
2. Membuka lapangan kerja sehingga baru melalui produksi pertanian perkotaan.
3. Menarik minat masyarakat khususnya anak muda dengan model *smart urban farming* yang mendukung kurikulum merdeka yang ada di sekolah.

B. Metodologi

1. Studi Literatur

- a. Melakukan tinjauan literatur yang komprehensif tentang konsep *smart urban farming*, integrasi dengan pendidikan sekolah menengah, dan kontribusi terhadap ekonomi daerah.
- b. Mengumpulkan informasi mengenai *best practices*, kebijakan, dan program-program yang telah ada dalam pengembangan *smart urban farming* dan pendidikan di daerah-daerah terkait.

2. Survei dan Wawancara

- a. Melakukan survei terhadap sekolah menengah, masyarakat, dan pemerintah daerah untuk memahami pemahaman, persepsi, dan kebutuhan terkait pengembangan smart urban farming.
- b. Mengumpulkan data melalui wawancara dengan ahli, pendidik, dan pemangku kepentingan terkait untuk mendapatkan pandangan dan masukan yang lebih mendalam.

3. Observasi dan Pengumpulan Data Lapangan

- a. Mengamati dan mengumpulkan data lapangan tentang implementasi *smart urban farming* yang telah dilakukan di sekolah menengah dan daerah terkait.
- b. Mengukur dan memantau indikator-indikator kinerja seperti produktivitas pertanian, penggunaan sumber daya, efisiensi, dan dampak ekonomi.

4. Analisis Data

- a. Menganalisis data yang telah dikumpulkan melalui survei, wawancara, observasi, dan pengumpulan data lapangan.
- b. Menggunakan metode analisis statistik dan/atau analisis kualitatif untuk mengidentifikasi pola, tren, dan temuan yang relevan.

C. Hasil Dan Pembahasan

Design Teknologi Urban Farming

Keberhasilan sektor pertanian dipengaruhi oleh berbagai variabel eksternal. Variabel kondisi tanah dinilai dari temperatur, kelembaban, hingga mineral yang terkandung di dalamnya. variabel cuaca dinilai dari suhu hingga kelembaban udara. Variabel sistem pengairan/irigasi dinilai dari jumlah, tingkat keasaman, hingga tingkat kepekatan air. Variabel cahaya matahari dinilai dari lamanya paparan sinar matahari. Monitoring dan control merupakan salah satu cara guna memastikan variabel-variabel tersebut berada pada kondisi optimal. Melalui upaya monitoring dan control, diharapkan sektor pertanian dapat mencapai hasil maksimal dengan kerja minimal.

1. *Soil*

Berdasarkan kajian Lavanaya, tanah tidak akan menyerap unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan tanaman, jika tingkat keasaman tanah terlalu tinggi. Monitoring digunakan untuk memastikan nilai keasaman tanah tidak terlalu tinggi atau rendah. Suhu dan

kelembaban tanah dapat mempengaruhi proses fisik, kimia, dan mikrobiologis yang terjadi di dalam tanah. Perubahan suhu tanah mempengaruhi penyerapan unsur hara. Pertumbuhan sistem biologis juga dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban tanah. Jika kelembaban tanah terlalu tinggi, kemungkinan tanaman terserang penyakit menjadi lebih besar. Tetapi, jika kelembaban tanah terlalu rendah, proses transpirasi dan fotosintesis akan terhambat, sehingga pertumbuhan tanaman mengalami perlambatan serta hasil dan kualitas tanaman mengalami penurunan.

2. *Weather*

Chowdhury, et.al. menyatakan bahwa suhu merupakan salah satu faktor penentu dalam proses perkecambahan biji, perkembangan fisik, pembentukan bunga, dan hasil. Suhu tinggi mendorong pertumbuhan lebih cepat dan produksi buah lebih besar. Tetapi, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tingkat transpirasi yang tinggi.

Kelembaban lingkungan sekitar juga secara langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Jika kelembaban udara tinggi, maka konsentrasi nutrisi pada tanaman cenderung meningkat. Namun kelembaban udara tinggi, dapat menghambat proses transpirasi, sehingga mengakibatkan pembusukan hingga kerusakan tanaman. Sehingga suhu dan kelembaban lingkungan di sekitar tanaman perlu dipantau secara hati-hati

3. *Water*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Guimarães, et. al. pH air mengubah pH larutan tanah. Pada umumnya penyerapan unsur hara oleh akar tanaman terjadi melalui larutan tanah. Selain itu, konsentrasi ion, ketersediaan, dan penyerapan nutrisi oleh tanaman berhubungan langsung dengan pH air. pH air juga memiliki pengaruh terhadap mikrobiologi tanah. Nilai yang mendekati pH netral meningkatkan ketersediaan nutrisi (nutrisi makro) dan memfasilitasi penyerapannya oleh akar tanaman. Pada tanaman tertentu, pH air pada kisaran 6 hingga 6,5 lebih baik untuk proses penyerapan. Pada tanaman lain, pH air pada kisaran pH 7 hingga 7,5, memungkinkan kekurangan atau berkurangnya kandungan nutrisi pada jaringan tanaman.

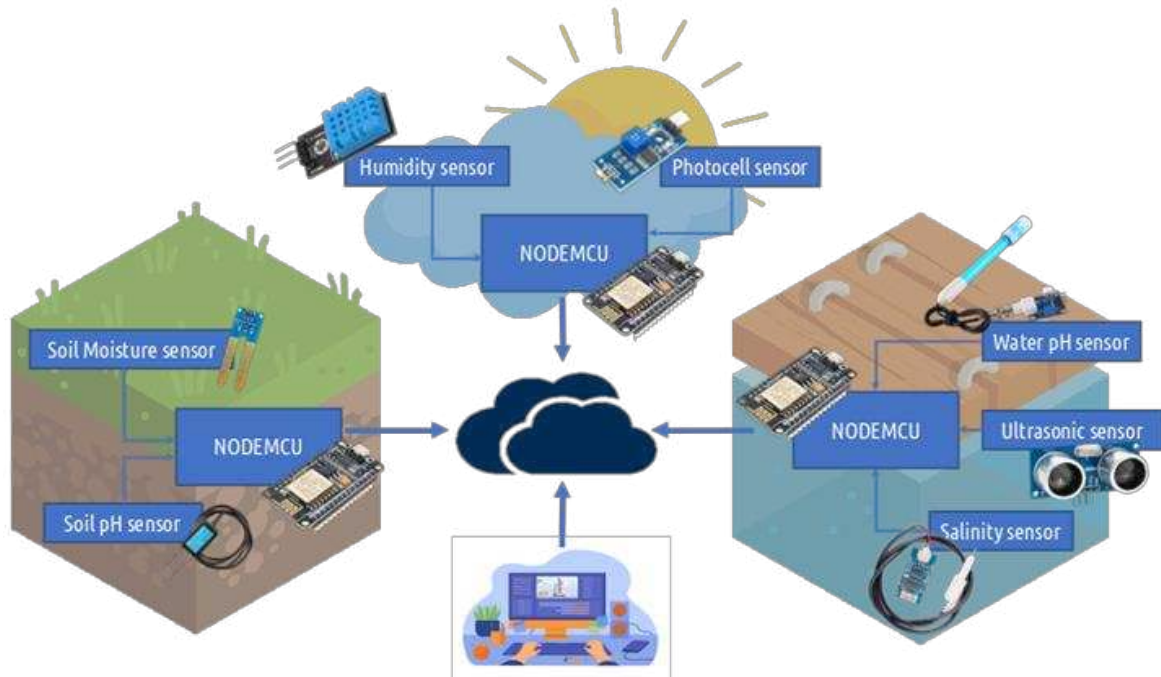
Air dengan salinitas tinggi memiliki resiko racun bagi tanaman dan menimbulkan bahaya salinitas lainnya. Konsentrasi garam yang tinggi dalam tanah dapat mengakibatkan kondisi kekeringan “fisiologis”. Artinya, meskipun lahan tampak lembab, tanaman layu karena akar tidak mampu menyerap air. Salinitas air biasanya diukur dengan TDS (Total Dissolved Solids). TDS kadang-kadang disebut sebagai salinitas total dan diukur atau dinyatakan dalam parts per million (ppm) atau dalam satuan miligram per liter (mg/L).

4. *Sun Lights*

Yavari dalam analisis penelitiannya menunjukkan dengan jelas dampak signifikan kualitas cahaya terhadap pertumbuhan luas daun, kandungan biomassa, hingga akumulasi pigmen (klorofil, karotenoid, dan antosianin). Hasilnya menunjukkan bahwa kualitas cahaya secara signifikan mempengaruhi hasil fotosintesis secara konsisten. Tentu panjang gelombang cahaya yang dibutuhkan masing-masing jenis tanaman bergantung pada jenis tanaman itu sendiri.

5. *Design*

Berdasarkan analisis kebutuhan, peneliti mengajukan Design teknologi *smart urban farming* seperti pada Gambar 1.

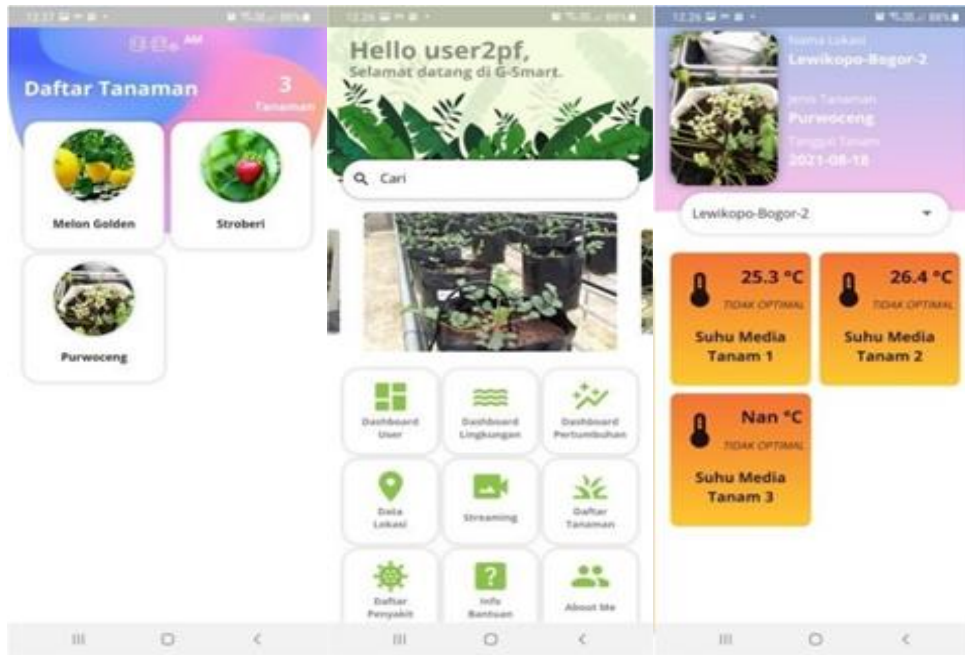


Gambar 1. Rancangan Alat

Smart urban farming menggunakan *photocell* sensor untuk mendapatkan nilai intensitas sinar matahari dalam satuan candela. Suhu dan kelembaban lingkungan diperoleh menggunakan sensor DHT22 dalam satuan celcius. Untuk memperoleh nilai salinitas air menggunakan TDS sensor dalam satuan ppm. *Water pH* sensor digunakan untuk mendapatkan nilai ph air. *Ultrasonic sensor* digunakan untuk memastikan jumlah air yang tersimpan dalam tandon air. Suhu dan kelembaban tanah diukur menggunakan Sensor DS18B20 dalam satuan celcius. ph Tanah diperoleh dari soil ph sensor. Data pada masing-masing variabel tanah, air, dan environment akan dikelola oleh NodeMCU sebagai electronic board yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi). Data dikirim ke aplikasi IoT-Agri pada masing-masing *smartphone* petani. Data dikirim sebagai bentuk kegiatan monitoring petani secara *real time* dan presisi. Kontrol dilakukan petani untuk mengalirkan air dan campuran pupuk ke tanaman-tanaman di lahan pertanian. kegiatan kontrol dilakukan oleh masing-masing petani juga melalui aplikasi smart urban farming.

6. Rancangan aplikasi

Aplikasi *smart urban farming* berbasis android menjadikan proses monitoring dan control makin mudah dan efisien bagi para petani. Semua data dan control dapat dengan mudah tampil dalam satu tampilan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Aplikasi Smart Urban Farming

4.1 Selain membangun perangkat IoT-Agri yang langsung diaplikasikan di lahan pertanian, aplikasi IoT-Agri dibuat untuk melengkapi perangkat IoT-Agri. aplikasi ini dibangun berbasis android. Tampilan utama aplikasi IoT-Agri adalah "lahan". Masing-masing lahan pertanian (diasumsikan satu lahan pertanian ditanami satu jenis tanaman) memiliki sub menu data tanah, environment data, data air, dan data histori (data aktivasi sistem irigasi). Masing-masing sub menu menampilkan data berupa grafik yang mudah dibaca dan dipahami petani.

4.2 Konsep *Urban Farming*

Smart urban farming adalah konsep pertanian perkotaan yang menggunakan teknologi dan inovasi untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam menghasilkan makanan di lingkungan perkotaan. Konsep ini dapat dihubungkan dengan pendidikan sekolah menengah karena dapat dijadikan sebagai bahan ajar dalam pelajaran biologi atau pertanian. Selain itu, siswa dapat terlibat dalam kegiatan pertanian perkotaan sebagai bagian dari program ekstrakurikuler atau kegiatan pengabdian masyarakat. Hal ini dapat meningkatkan kesadaran siswa tentang pentingnya pertanian perkotaan dan memberikan pengalaman langsung tentang cara menghasilkan makanan secara mandiri.

Selain itu, *smart urban farming* juga dapat berdampak positif pada ekonomi daerah. Dengan meningkatkan produktivitas pertanian di lingkungan perkotaan, masyarakat dapat memproduksi makanan sendiri dan mengurangi ketergantungan pada pasokan makanan dari luar kota. Hal ini dapat membantu meningkatkan ketahanan pangan dan mengurangi biaya pengiriman makanan dari luar kota. Selain itu, *smart urban farming* juga dapat menciptakan lapangan kerja baru di sektor pertanian perkotaan dan meningkatkan pendapatan masyarakat setempat.

Dalam hal ini, pendidikan sekolah menengah dapat berperan dalam mengembangkan konsep *smart urban farming* dan mengintegrasikannya ke dalam kurikulum pendidikan. Dengan demikian, siswa dapat memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengembangkan pertanian perkotaan dan berkontribusi pada pembangunan ekonomi daerah.

Pada penerapan *urban farming* pada pertanian perkotaan yang menggunakan teknologi dan inovasi untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam menghasilkan makanan di lingkungan perkotaan. Konsep ini dapat diaplikasikan di daerah perkotaan dengan memanfaatkan lahan kosong atau lahan sempit yang ada di sekitar rumah atau bangunan perkotaan. Beberapa teknik pertanian yang dapat digunakan dalam *smart urban farming* antara lain *greenhouse*, *vertical farming*, dan hortikultura.

Greenhouse adalah teknik pertanian yang menggunakan struktur kaca untuk menanam tanaman di dalamnya. Teknik ini memungkinkan tanaman tumbuh dengan optimal karena dapat mengatur suhu, kelembaban, dan cahaya yang diterima tanaman. *Vertical farming* adalah teknik pertanian yang menanam tanaman secara vertikal dengan menggunakan rak atau sistem hidroponik. Teknik ini memungkinkan penggunaan lahan yang lebih efisien dan dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Hortikultura adalah teknik pertanian yang menanam tanaman hias atau tanaman buah-buahan di dalam pot atau wadah kecil. Teknik ini cocok untuk diterapkan di lingkungan perkotaan yang memiliki lahan sempit.

Smart urban farming dapat memberikan banyak manfaat, antara lain meningkatkan ketersediaan pangan di daerah perkotaan, mengurangi ketergantungan pada pasokan makanan dari luar kota, meningkatkan ketahanan pangan, menciptakan lapangan kerja baru di sektor pertanian perkotaan, dan meningkatkan pendapatan masyarakat setempat. Selain itu, *smart urban farming* juga dapat membantu mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan, seperti penggunaan pestisida dan pupuk kimia yang berlebihan.

Smart urban farming memiliki banyak manfaat bagi lingkungan dan masyarakat di daerah perkotaan. Beberapa manfaat tersebut antara lain:

1. Mengurangi ketergantungan pada pasokan makanan dari luar kota dan meningkatkan ketersediaan pangan di daerah perkotaan.
2. Meningkatkan ketahanan pangan dan mengurangi biaya pengiriman makanan dari luar kota.
3. Menciptakan lapangan kerja baru di sektor pertanian perkotaan dan meningkatkan pendapatan masyarakat setempat.
4. Meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan dengan mengurangi polusi dan emisi karbon.
5. Meningkatkan kesehatan masyarakat dengan menyediakan makanan segar dan organik.
6. Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pertanian perkotaan dan memberikan pengalaman langsung tentang cara menghasilkan makanan secara mandiri.
7. Menambah nilai tambah pada sektor ekonomi, sosial, kesehatan, dan pariwisata di daerah perkotaan.

Dalam jangka panjang, *smart urban farming* dapat membantu meningkatkan kualitas hidup masyarakat di daerah perkotaan dan mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan. Oleh karena itu, pemerintah dan masyarakat perlu mendukung dan mengembangkan konsep *smart urban farming* untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan keberlanjutan lingkungan.

Kegiatan *smart urban farming* dapat membantu mengurangi dampak perubahan iklim di daerah perkotaan dengan beberapa cara. Pertama, teknologi smart farming memungkinkan petani untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, tanah, dan pupuk sehingga mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh pertanian konvensional. Kedua, urban farming dapat membantu mengurangi polusi udara dan memperbaiki kualitas lingkungan perkotaan karena tanaman dapat menyerap emisi karbon dan mengeluarkan oksigen. Ketiga, urban farming dapat membantu mengurangi ketergantungan pada pasokan makanan dari luar kota dan mengurangi biaya pengiriman makanan dari luar kota, sehingga mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh transportasi makanan. Terakhir, urban farming dapat membantu meningkatkan ketahanan pangan dan mengurangi kerentanan terhadap perubahan iklim dengan menyediakan sumber daya pangan yang lebih beragam dan dapat tumbuh di lingkungan yang lebih ekstrem. Oleh karena itu, kegiatan *smart urban farming* dapat membantu mengurangi dampak perubahan iklim di daerah perkotaan dan meningkatkan keberlanjutan lingkungan.

Beberapa teknologi yang dapat digunakan dalam *smart urban farming* untuk mengurangi dampak perubahan iklim di daerah perkotaan antara lain adalah teknologi *artificial intelligence*, *remote sensing*, dan *digital mapping* untuk memantau dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, tanah, dan pupuk. Selain itu, teknologi *greenhouse*, *vertical farming*, dan hortikultura juga dapat digunakan untuk memenuhi permintaan masyarakat yang semakin meningkat akan produk pertanian yang sehat dan organik. Teknologi monitoring produksi dan pemasaran seperti aplikasi smart farming juga dapat membantu petani dalam memudahkan jual beli, promosi, dan monitoring produksi pertanian. Dalam penelitian di Kabupaten Bener Meriah, teknologi *smart farming* digunakan untuk meningkatkan produksi kentang dengan pengelolaan pertanian yang inovatif dan berbasis teknologi yang menggunakan mesin dan peralatan pertanian serta teknologi digital pada sektor

pertanian dalam berusahatani untuk meningkatkan produktivitas, nilai tambah, daya saing, kompetitif dan juga dapat menguntungkan secara berkelanjutan. Oleh karena itu, teknologi yang digunakan dalam *smart urban farming* dapat membantu petani meningkatkan efektivitas produksi pertanian organik serta mempermudah pemasaran digital kepada konsumen dalam meningkatkan profit usaha pertanian organik.

4.3 Prinsip *Smart Urban Farming*

Smart urban farming merupakan pengelolaan pertanian yang inovatif dan berbasis teknologi yang menggunakan mesin dan peralatan pertanian serta teknologi digital pada sektor pertanian dalam berusahatani untuk meningkatkan produktivitas, nilai tambah, daya saing, kompetitif dan juga dapat menguntungkan secara berkelanjutan di daerah perkotaan. Ruang lingkup *smart urban farming* meliputi penggunaan teknologi seperti *artificial intelligence*, *remote sensing*, *digital mapping*, *greenhouse*, *vertical farming*, dan hortikultura untuk memantau dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, tanah, dan pupuk. Selain itu, *smart urban farming* juga dapat membantu meningkatkan ketahanan pangan negara, meningkatkan perekonomian masyarakat, memperbaiki ekologi kota, dan mempertahankan nilai sosial dan budaya Indonesia. *Smart urban farming* juga dapat mengurangi masalah lingkungan seperti pengurangan polusi dalam kota, karena tanaman dapat mengambil emisi karbon dan mengeluarkan oksigen. Oleh karena itu, *smart urban farming* dapat menjadi solusi yang menjanjikan untuk memenuhi permintaan masyarakat akan produk pertanian yang sehat dan organik serta membantu mengurangi dampak perubahan iklim di daerah perkotaan.

Tantangan dalam mengembangkan kegiatan *smart urban farming* di daerah perkotaan antara lain adalah kurangnya pengetahuan dan keterampilan petani dalam menggunakan teknologi digital dan kurangnya akses terhadap sumber daya seperti air, tanah, dan pupuk. Selain itu, masalah lingkungan seperti polusi udara dan tanah, serta perubahan iklim juga dapat mempengaruhi keberhasilan kegiatan *smart urban farming*. Kendala lain yang dihadapi adalah serangan hama dan penyakit tanaman, kurangnya modal untuk mengembangkan usaha pertanian, dan kurangnya pengalaman dan pengetahuan dalam pertanian perkotaan. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan upaya pemerintah dalam memberikan pelatihan dan pendidikan kepada petani mengenai penggunaan teknologi digital dan pengelolaan sumber daya pertanian yang efektif. Selain itu, pemerintah juga dapat memberikan akses terhadap sumber daya pertanian seperti air, tanah, dan pupuk dengan harga yang terjangkau. Dalam mengatasi masalah lingkungan, dapat dilakukan dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk, serta mengurangi penggunaan pestisida dan bahan kimia lainnya. Selain itu, dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi seperti drone untuk memantau kondisi tanaman dan lingkungan. Dalam mengatasi kendala lain seperti serangan hama dan penyakit tanaman, petani dapat menggunakan teknologi seperti *remote sensing* dan *artificial intelligence* untuk memantau dan mengendalikan serangan hama dan penyakit tanaman. Selain itu, pemerintah juga dapat memberikan bantuan modal dan pelatihan kepada petani dalam mengembangkan usaha pertanian.

Prinsip-prinsip dasar yang terkait dengan *smart urban farming* antara lain adalah penggunaan teknologi seperti *artificial intelligence*, *remote sensing*, *digital mapping*, *greenhouse*, *vertical farming*, dan hortikultura untuk memantau dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, tanah, dan pupuk. Selain itu, *smart urban farming* juga harus memperhatikan aspek lingkungan seperti pengurangan polusi dalam kota, pengurangan emisi karbon, dan penggunaan pestisida dan bahan kimia lainnya. Prinsip dasar lainnya adalah pengembangan produk pertanian yang inovatif dan berkelanjutan, serta pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan produktivitas dan nilai tambah produk pertanian. Selain itu, *smart urban farming* juga harus memperhatikan aspek sosial dan budaya, seperti mempertahankan nilai sosial dan budaya Indonesia serta meningkatkan kesejahteraan petani dan masyarakat di daerah perkotaan.

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa IoT (*Internet of Things*) merupakan teknologi yang sudah banyak diterapkan dalam smart farming. Teknologi IoT digunakan untuk mengumpulkan data dari berbagai sensor seperti suhu, kelembaban, curah hujan, kelembaban tanah, dan kadar nutrisi. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan algoritma AI (*Artificial Intelligence*) untuk membuat keputusan cerdas dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Selain IoT, teknologi dan metode lain yang digunakan dalam smart farming antara lain hidroponik,

otomatisasi, dan penggunaan robot. Teknologi tersebut digunakan untuk mengotomatisasi berbagai proses dalam bercocok tanam seperti penanaman, penyiraman, dan pemanenan.

4.4 Integrasi *Smart Urban Farming* dalam Pendidikan

Pengenalan dua pertanian dalam pendidikan sekolah menengah memiliki banyak manfaat. Pertama, dengan menggabungkan teknologi dan metode *smart farming* ke dalam model pembelajaran, seperti hidroponik, otomatisasi, dan penggunaan robot, siswa dapat mempelajari teknologi terbaru dalam pertanian dan meningkatkan keterampilan mereka dalam mengelola lahan pertanian. Kedua, siswa dapat belajar tentang keberlanjutan, ekologi, dan nilai-nilai sosial dan budaya melalui pertanian perkotaan. Ketiga, penggunaan teknologi IoT (*Internet of Things*) dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum untuk mengontrol dan memantau lahan pertanian dengan perangkat elektronik dan jaringan komunikasi yang terhubung dengan Wi-Fi. Dengan mengintegrasikan *smart urban farming* dalam kurikulum pendidikan sekolah menengah, siswa dapat mengembangkan penghargaan terhadap pentingnya pertanian berkelanjutan dan menjadi advokat perubahan di masyarakat mereka.

Terdapat beberapa pendekatan dan strategi yang dapat digunakan untuk mengintegrasikan konsep dan praktik *smart urban farming* dalam pendidikan. Salah satunya adalah dengan menggabungkan teknologi dan metode *smart farming* ke dalam kurikulum, seperti hidroponik, otomatisasi, dan penggunaan robot. Selain itu, pendekatan lain yang dapat digunakan adalah memberikan pelatihan dan pengetahuan tentang penggunaan teknologi kepada siswa dan guru, serta menyediakan sumber daya yang tersedia dengan harga yang terjangkau. Selain itu, pertanian perkotaan dapat digunakan sebagai alat untuk mengajarkan siswa tentang keberlanjutan, ekologi, dan nilai-nilai sosial dan budaya. Penggunaan teknologi IoT (*Internet of Things*) juga dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum untuk mengontrol dan memantau lahan pertanian dengan perangkat elektronik dan jaringan komunikasi yang terhubung dengan Wi-Fi. Dengan mengintegrasikan pendekatan-pendekatan tersebut, siswa dapat mengembangkan penghargaan terhadap pentingnya pertanian berkelanjutan dan menjadi advokat perubahan di masyarakat mereka.

4.5 Kontribusi *Smart Urban Farming* terhadap Ekonomi Daerah

Pengembangan *smart urban farming* dapat memberikan dampak ekonomi yang positif dalam konteks swasembada pangan keluarga. Dalam pengembangan urban farming, teknologi digital seperti *smart farming* dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman. Hal ini dapat meningkatkan pendapatan petani dan mengurangi biaya produksi. Selain itu, urban farming juga dapat meningkatkan ketersediaan pangan di daerah perkotaan dan mengurangi biaya transportasi dan distribusi. Dalam jangka panjang, pengembangan *smart urban farming* dapat meningkatkan kemandirian pangan keluarga dan mengurangi ketergantungan pada impor pangan.

D. Kesimpulan

Pengembangan *smart urban farming* dapat membantu mencapai swasembada pangan keluarga di Indonesia dengan beberapa cara. Pertama, teknologi *smart farming* dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, pupuk, dan pestisida. Hal ini dapat meningkatkan produksi pangan dan mengurangi biaya produksi. Kedua, *urban farming* dapat dilakukan di daerah perkotaan yang dekat dengan konsumen, sehingga dapat mengurangi biaya transportasi dan distribusi. Ketiga, *urban farming* dapat dilakukan di lahan-lahan kosong yang ada di daerah perkotaan, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan lahan pertanian dan mengurangi ketergantungan pada lahan pertanian di pedesaan. Keempat, *urban farming* dapat meningkatkan kemandirian pangan keluarga dan mengurangi ketergantungan pada impor pangan. Dengan demikian, pengembangan *smart urban farming* dapat membantu mencapai swasembada pangan keluarga di Indonesia.

Sektor pertanian perkotaan memiliki potensi untuk memberikan lapangan kerja dan peningkatan pendapatan. *Urban farming* dapat menjadi upaya pemerintah untuk meningkatkan perekonomian masyarakat dan memperbaiki ekologi kota. *Urban farming* dapat dilakukan di lahan-lahan kosong yang ada di daerah perkotaan dan dapat meningkatkan ketersediaan lahan pertanian. *Urban farming* juga dapat dilakukan di daerah perkotaan yang dekat dengan konsumen, sehingga dapat mengurangi biaya transportasi dan distribusi. *Urban farming* dapat meningkatkan kemandirian pangan keluarga dan mengurangi ketergantungan pada impor pangan. Selain itu, *urban farming* dapat

meningkatkan pendapatan petani dan mengurangi biaya produksi. *Urban farming* dapat dilakukan dengan teknik seperti *hydroponics*, *verticulture*, *fisheries*, dan *rooftop garden*. Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S) juga dapat memberikan pelatihan dan pemagangan bagi petani untuk petani, sehingga mendorong petani berorientasi bisnis dan mandiri.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberlanjutan *smart urban farming* meliputi penggunaan teknologi seperti artificial intelligence, remote sensing, dan IoT (*Internet of Things*). Selain itu, sistem kontrol dan monitoring tanaman yang efektif dan efisien juga diperlukan, seperti sistem pemantauan pencahayaan, ketinggian, dan penyiraman tanaman berbasis *Arduino Uno* dengan komunikasi modul Wi-Fi ESP8266-01. Dalam mengembangkan *smart urban farming*, perlu juga adanya pelatihan dan pemagangan bagi petani untuk mengadopsi teknologi dan memperoleh pengetahuan yang diperlukan.

E. Daftar Pustaka

- FAO of the United State, “*The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges*”, Rome:2017.
- Priya, O.V. and Sudha, R., “*Impact of Internet of Things (IoT) in Smart Agriculture*,” IOS Press: *Creative Commons Attribution Non-Commercial License 4.0 (CC BY-NC 4.0)*, 2021.
- Utama, Y.A.K., Widiyanto, Y., Hari, Y. Habiburrahman, M., “*Design of Weather Monitoring Sensors and soil Humidity in Agriculture Using Internet of Things (IoT)*,” *Transactions on Machine Learning and Artificial Intelligence*, vol. 7, issue. 1, Feb, 2019.
- Rodrigues G.C., “*Precision Agriculture: Strategies and Technology Adoption*,” *Agriculture* 2022, 12, 1474.
- Nalendra, A.K., Priyawaspada, H., Fuad, M.N. Mujiono, M., Wabyudi, D., “*Monitoring System IoT-Broiler Chicken Cage Effectiveness of Seeing Reactions from Chickens*,” *Journal of Physics: Conference Series* 1933, 2021.
- Nalendra, A.K., “*Rapid Application Development (RAD) model method for creating an agricultural irrigation system based on internet of things*,” *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 1098 , 2021.
- Branch R.M., “*Instructional Design: The ADDIE Approach*” USA: Springer. 2009.
- Sumual, H., Seke, F.R. “*Control System based Photocell, Timer, and Temperature Sensor*,” *Journal of Physics: Conference Series*: 1387, 2019.
- Kaburuan, E.R., Jayadi, R., and Harisno, “*A Design of IoT-based Monitoring System for Intelligence Indoor Micro-Climate Horticulture Farming in Indonesia*,” *Procedia Computer Science*, 2019, 157, 459–464.
- Nyumba, T.O., Wilson, K., Derrick, C.J., Mukherjee, N., “*The Use of Focus Group Discussion Methodology: Insights from Two Decades of Application in Conservation*,” *Transactions on Machine Learning and Artificial Intelligence*, vol. 7, issue. 1, Feb, 2019.
- Lavanaya, M., Parameswari, R., “*Soil Nutrients Monitoring For Greenhouse Yield Enhancement Using Ph Value with IoT and Wireless Sensor Network*,” *Second International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)*, 2018, pp 547-554.
- Singh, J., Pandey, P., and Pandey P.K., “*Decision-Making System for Crop Selection Based on Soil*,” *AI, Edge and IoT-based Smart Agriculture*, Elsevier, 2022.
- Chowdury, M. et.al, “*Effects of Temperature, Relative Humidity, and Carbon Dioxide Concentration on Growth and Glucosinolate Content of Kale Grown in a Plant Factory*,” *Foods*, 10, 1524, 2021.
- Guimaraes, J., Sousa, F., Roman, R., Pai, Al., Rodrigues, S., Sarnighausen, V. “*Effect of irrigation water pH on the agronomic development of hops in protected cultivation*,” *Agricultural Water Management* 253 : 106924, 2021.
- Fipps, G., “*Irrigation Water Quality Standards and Salinity Management*,” Texas Cooperative Extension, Texas A&M University System, 2013.
- Yavari, N. Tripathi, R., Wu, B. Pherson, S.M., Singh, J., Lefsrud, M. “*The effect of light quality on plant physiology, photosynthetic, and stress response in Arabidopsis thaliana leaves*, *PLoS ONE* 16(3): e0247380, 2021.
- Ehyounsi, A. and Kalashnikov, A.N., “*Evaluating Suitability of a DS18B20 Temperature Sensor for Use in an Accurate Air Temperature Distribution Measurement Network*,” *Engineering Proceedings*, 10, 56, 2021.
- Bhatnagar, V., and Chandra, R., “*IoT-Based Soil Health Monitoring and Recommendation System*,” *Internet of Things and Analytics for Agriculture, Volume 2, Studies in Big Data* 67, 2020.

- Saba, H.N., Roy, R., Chakraborty, M., Sarkar, C., “Crop management system using IoT,” *AI, Edge, and IoT-based Smart Agriculture*, Elsevier, 2022.
- Adhivibowo, W., Daru, A.F., Hirzan A.M., “Temperature and Humidity Monitoring Using DHT22 Sensor and Cayenne API,” *TRANSFORMATIKA Vol. 17, No. 2, Jan 2020*: 209 – 214.
- Setya, W., Ramadhana, A., Putri, H.R., Santoso, A., Malik A., and Chusni, M.M., “Design and development of measurement of measuring light resistance using Light Dependent Resistance (LDR) sensors,” *Journal of Physics: Conference Series*:1402, 2019.
- Irawan, Y., Febriani, A., Wahyuni, R., Yesica, D., “Water Quality Measurement and Filtering Tools Using Arduino Uno, PH Sensor and TDS Meter Sensor,” *Journal of Robotics and Control (JRC), Volume 2, Issue 5, Sept 2021*.
- Nagei, F.A., “Ultrasonic Sensors,” *Jeddah College of Technology: Department of Electronic Technology*, 2020..