



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 2 Tahun 2025 Page 1983-1993

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Aplikasi Mobile untuk Menentukan Tingkat Kesuburan Tanah dan Kesesuaian Tanaman dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan IoT

Henderikus Basilius Nong Muda^{1✉}, Lindiana Ermilinda², Maria Wihelmina Lodan³

Universitas Nusa Nipa

Email: henderikusmuda@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Di bidang pertanian, tanah memegang peranan yang sangat krusial dalam menentukan keberhasilan usaha tani. Untuk menilai kesesuaian suatu wilayah pertanian atau jenis tanaman tertentu, dapat dilakukan evaluasi kesesuaian lahan guna mengetahui apakah suatu daerah memiliki kondisi yang memadai bagi pertumbuhan atau kelangsungan hidup tanaman tersebut. Evaluasi kesesuaian lahan dapat berperan dalam pengelolaan lahan yang lebih baik. Pada penelitian ini akan dirancang sebuah perangkat pendeteksi tingkat kesuburan tanah yang mampu menampilkan kondisi tanah secara visual melalui fitur pemantauan. Perangkat ini juga dapat dioperasikan secara efisien melalui aplikasi mobile dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT). Proses pengambilan keputusan dalam memberikan rekomendasi jenis tanaman didasarkan pada data real-time yang diperoleh dari sensor pH tanah yang terintegrasi dengan mikrokontroler. Metode yang diterapkan adalah Fuzzy Logic, di mana aturan-aturan disesuaikan dengan jenis tanaman yang cocok berdasarkan nilai pH tanah yang terdeteksi oleh sensor pH. Dengan ditambahkannya sensor pH untuk mendeteksi suatu kadar pH tanah sehingga petani bisa mengetahui tanaman yang cocok sesuai nilai pH tanah pada sensor. Hasil dari penelitian ini adalah dapat membantu para petani menentukan tumbuhan apa yang sangat cocok untuk tanah yang akan ditanami tanaman sesuai tingkat kesuburan tanah.

Kata Kunci: *Tanaman, Kesuburan Tanah, Internet of Things (IoT), Mobile Application, Fuzzy Logic*

Abstract

In the agricultural sector, soil plays a crucial role in determining the success of farming endeavors. To assess the suitability of a particular agricultural area or specific crop type, a land suitability evaluation can be conducted to determine whether a region has adequate conditions for the growth or survival of the plants in question. Land suitability evaluation can contribute to better land management. In this study, a device for detecting soil fertility levels will be designed, capable of displaying soil conditions visually through a monitoring feature. This device can also be operated efficiently via a mobile application utilizing Internet of Things (IoT) technology. The decision-making process for providing crop recommendations is based on real-time data obtained from soil pH sensors integrated with a microcontroller. The method applied is Fuzzy Logic, where rules are adjusted according to the types of crops suitable for the soil pH values detected by the sensor. By incorporating a pH sensor to detect soil pH levels, farmers can identify crops that are compatible with the soil's pH value. The outcome of this research is to assist farmers in determining the most suitable plants for the soil to be cultivated, based on its fertility level.

Keywords: *Plants, Soil Fertility, Internet of Things (IoT), Mobile Application, Fuzzy Logic*

PENDAHULUAN

Pada sektor pertanian tanah merupakan faktor yang berperan sangat penting dalam menentukan usaha pertanian. Setiap daerah memiliki tingkat kesuburan tanah yang berbeda-beda, tergantung dari jenis tanah dan letak geografis suatu daerah. Jadi, kesuburan tanah merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan usaha pertanian (Daniel et al., 2020). Kabupaten Sikka, yang terletak di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT), merupakan bagian dari Pulau Flores dengan luas wilayah sebesar 1.731,92 km². Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sikka, penggunaan lahan di wilayah ini didominasi oleh semak belukar seluas 17.323,86 Ha atau sekitar 39,54% dari total luas wilayah. Secara iklim, Kabupaten Sikka memiliki iklim tropis kering yang ditandai dengan musim kemarau dan musim hujan yang jelas. Kondisi ini menyebabkan sebagian besar tanaman pangan sangat bergantung pada curah hujan. Rendahnya curah hujan, ditambah dengan anomali cuaca seperti El Niño, menjadikan Kabupaten Sikka sebagai salah satu daerah rawan pangan di Provinsi NTT. Data menunjukkan bahwa sekitar 80% lahan pertanian di wilayah ini bergantung pada sistem tadah hujan, dan anomali cuaca seperti musim kemarau panjang pada tahun 2022 menyebabkan penurunan produksi padi sebesar 15% (BPS Kabupaten Sikka, 2023) Meskipun pemerintah telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasi masalah ini, hasilnya belum optimal.

Iklim menjadi faktor utama yang membatasi kesesuaian lahan dan jenis tanaman, karena cuaca memiliki dampak signifikan terhadap kondisi tanah, pertumbuhan tanaman, serta penyebaran hama dan penyakit (Taiyeb, 2017). Selain itu, kesuburan tanah juga memegang peran krusial dalam menentukan produktivitas dan kualitas tanaman. Menurut (Nooriman et al., 2021) penggunaan pupuk dan bahan organik harus dilakukan secara seimbang dan tepat waktu untuk menjaga kesuburan tanah. Analisis tanah merupakan alat penting bagi petani untuk meningkatkan produktivitas, karena pengujian tanah dapat memberikan informasi tentang nutrisi yang tersedia dan kondisi tanah secara keseluruhan (Madhumathi et al., 2020). Pengujian tanah yang tepat akan membantu petani mendapatkan hasil panen yang optimal (Raut, 2021). Tanah sebagai sumber nutrisi utama bagi tanaman memiliki pengaruh besar terhadap siklus pertumbuhan dan kualitas tanaman (Kamelia et al., 2019).

Namun, petani di Kabupaten Sikka masih mengandalkan metode konvensional dalam bertani dan belum memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Tanah yang digunakan untuk bertani seringkali tidak dirotasi atau diuji kesuburannya, sehingga petani tidak mengetahui kondisi tanah yang sebenarnya. Padahal, evaluasi kesesuaian lahan merupakan langkah penting dalam merancang sistem pengelolaan lahan yang berkelanjutan. Menurut (Baly Woda et al., 2019), tidak semua jenis tanaman, terutama tanaman pangan, dapat tumbuh di berbagai jenis lahan. Evaluasi kesesuaian lahan dapat membantu mengurangi penurunan kualitas lahan dan merancang pola penggunaan lahan yang lebih optimal (Nurfadila dkk., 2020).

Oleh karena itu, diperlukan sebuah alat pendeteksi kesuburan tanah yang dilengkapi dengan fitur pemantauan visual dan dapat dikontrol melalui aplikasi mobile berbasis *Internet of Things* (IoT). Dengan menggunakan IoT memungkinkan perangkat seperti sensor pH untuk terhubung ke internet dan mengirim data secara *real-time* ke aplikasi mobile. Dalam konteks pertanian, IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi tanah, cuaca, dan pertumbuhan tanaman secara otomatis, sehingga memudahkan petani dalam mengambil keputusan (Ratnaparkhi et al., 2020). Alat ini akan menggunakan metode fuzzy logic untuk menentukan aturan yang sesuai dengan jenis tanaman berdasarkan nilai pH tanah yang dihasilkan oleh sensor pH. Fuzzy logic adalah sistem logika yang mampu menangani ketidakpastian dan kekaburan dalam data, sehingga cocok digunakan untuk menganalisis kondisi tanah yang dinamis (Daniel et al., 2020). Dengan adanya sensor pH, petani dapat mengetahui kadar pH tanah dan memilih tanaman yang paling sesuai untuk ditanam.

Dalam konsep IoT, aplikasi mobile dan sensor pH bekerja secara terintegrasi untuk membantu petani memantau dan mengelola kondisi tanah secara efisien. Sensor pH yang ditempatkan di tanah mengukur tingkat keasaman atau kebasaan tanah, lalu mengirimkan data secara real-time ke aplikasi mobile melalui jaringan IoT seperti Wi-Fi. Aplikasi mobile ini menganalisis data tersebut dan memberikan rekomendasi praktis, seperti jenis tanaman yang cocok atau kebutuhan pemupukan. Dengan alat ini, petani dapat memantau kondisi tanah dari jarak jauh, menghemat waktu, dan meningkatkan produktivitas.

METODE PENELITIAN

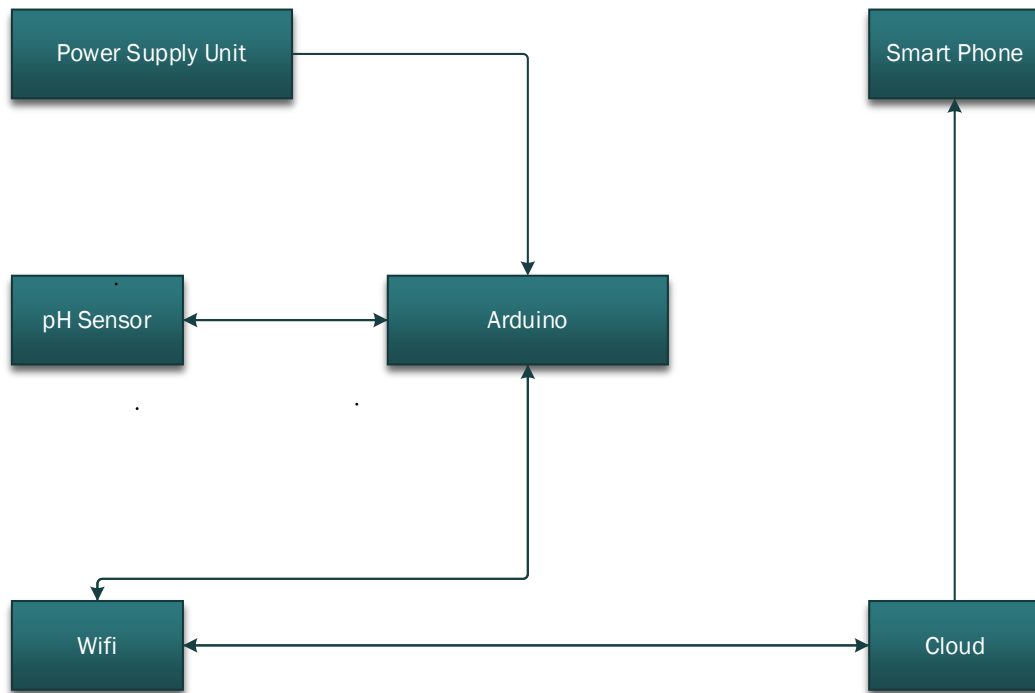
Fuzzy Logic

Fuzzy Logic adalah teknik komputasi yang menggunakan informasi yang tidak tepat untuk membuat prediksi atau inferensi yang tepat dan tepat. Ini memperhitungkan ketidakpastian dalam keputusan manusia untuk membuat prediksi tertentu dan itu paralel dengan kemampuan luar biasa dari pikiran manusia untuk menalar dan belajar dalam lingkungan ketidakpastian dan ketidaktepatan (Jang et al., 2005). Pikiran manusia dengan mudah bernalar dengan cara yang tidak pasti, dengan cara yang tepat dan cara penalaran ini tidak dapat diungkapkan secara tepat bahkan dengan metode statistik atau probabilitas tetapi *fuzzy* secara efisien memetakan ketidakpastian dan ketidaktepatan ini (Ogunleye et al., 2018).

Dalam penelitian ini, sistem pendeteksi tingkat kesuburan tanah menggunakan parameter pH tanah sebagai indikator utama untuk menentukan kesesuaian jenis tanaman dengan menerapkan metode fuzzy logic. Salah satu faktor penting yang memengaruhi kesuburan tanah adalah tingkat keasaman (pH), yang diukur dalam skala 1 hingga 14. Nilai pH tanah netral adalah 7, di mana nilai di bawah 7 menunjukkan kondisi asam dan di atas 7 menunjukkan kondisi basa. Sebagian besar tanaman dapat tumbuh dan berkembang optimal pada tanah dengan pH sedikit asam hingga sedikit basa, yaitu dalam rentang 5,5–7,5, tergantung pada jenis tanaman tertentu (Yuwono, 2002)

Arsitektur Sistem

Model arsitektur sistem yang akan di bangun adalah sebagai berikut:

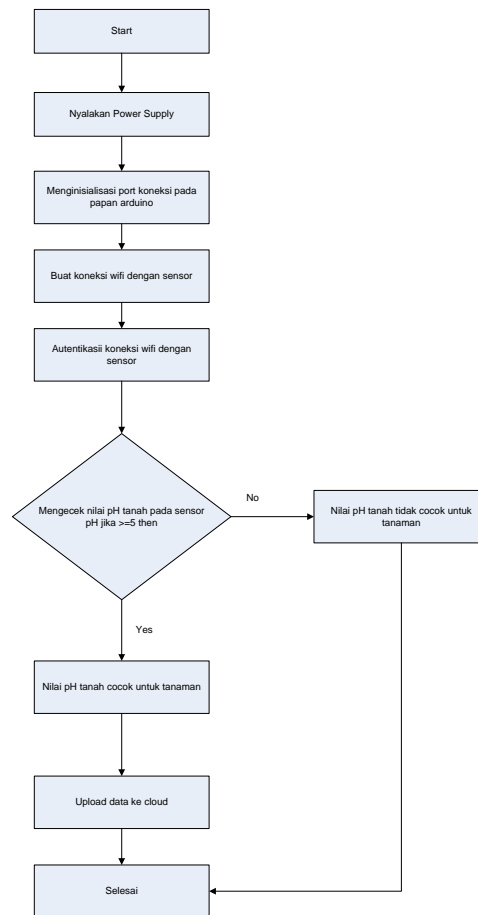


Gambar 1. Arsitektur Sistem

Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1, semua operasi sistem dikendalikan oleh Arduino sebagai monitoring dan pengendalian. Arduino adalah platform prototyping open-source. Arduino akan menerima input dan mengubahnya menjadi output yang konsisten (Sipani et al., 2018). Unit yang terhubung ke Arduino adalah unit *power supply*, unit sensor pH, unit wifi, dan *smartphone*. Arduino akan menerima daya dari *power supply* dan dari sensor pH. Selanjutnya, data diprogram ditampilkan pada *smartphone* karena memantau kesuburan tanah menggunakan wifi. Proses ini dikompilasi oleh papan Arduino Uno dan menjadi kontrol utama. Kesuburan tanah diukur dengan sensor pH tanah.

Flowchart Sistem

Flowchart sistem yang akan di bangun adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Flowchart Sistem

Gambar 2 menunjukkan flowchart dari perancangan sistem. Power supply dihidupkan dan akan menginisialisasi koneksi dengan papan arduino. Setelah inisialisasi, hubungkan dengan modul wifi terbentuk otentikasi yang diperlukan untuk koneksi dengan sensor. Sistem akan memeriksa nilai pH tanah dan menentukan tanaman yang cocok sesuai nilai pH tanah.

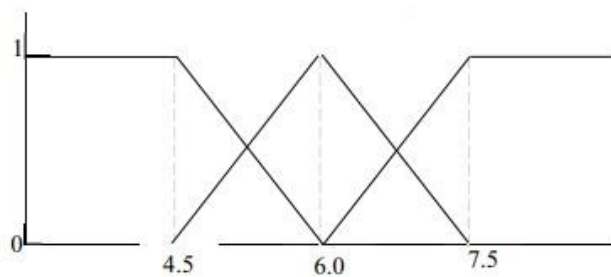
HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel pH Tanah

Tabel 1. Variabel pH Tanah

Himpunan	Domain
-	[4,5, 4,9]
Kentang, padi, jagung, lobak	[5,0, 6,5]
Bayam, kacang merah, kacang tanah, selada, bawang merah, timun, tomat, wortel, terong	[6,6, 7,5]

Fungsi derajat keanggotaan dari pH tanah didefinisikan pada gambar di bawah ini:



Pada gambar di atas, untuk menghitung nilai x pH Tanah, dapat dinyatakan dalam persamaan di bawah ini.

$$\mu_x = \begin{cases} 1, & x = 0 \\ \frac{4,5 - x}{4,5 - 0}, & 0 < x < 4,5 \\ 0, & x \geq 4,5 \end{cases}$$

$$\mu_x = \begin{cases} 0, & x \leq 4,5 \\ \frac{x - 4,5}{6,0 - 4,5}, & 4,5 < x < 6,0 \\ 1, & x = 6,0 \\ \frac{7,5 - x}{7,5 - 6,0}, & 6,0 < x < 7,5 \\ 0, & x \geq 7,5 \end{cases}$$

$$\mu_x = \begin{cases} 0, & x \leq 6,0 \\ \frac{x - 6,0}{7,5 - 6,0}, & 6,0 < x < 7,5 \\ 1, & x \geq 7,5 \end{cases}$$

Penyusunan Rule

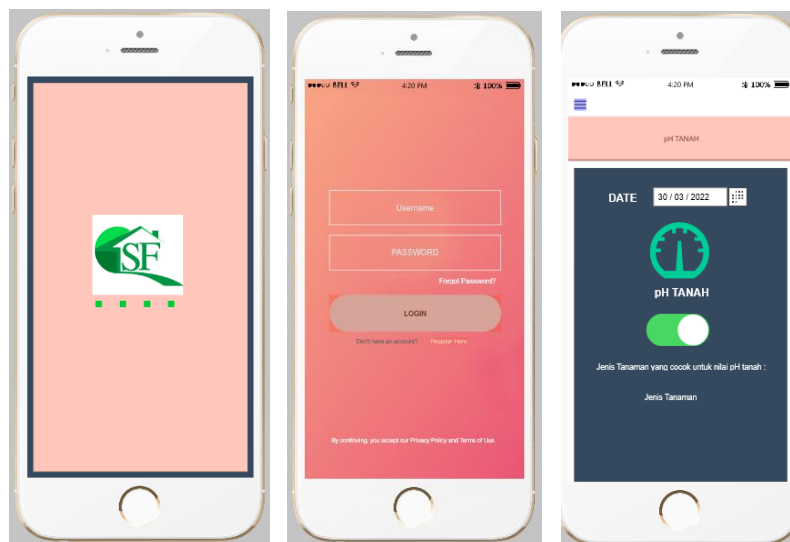
Aturan (*rule*) ini berfungsi sebagai alat bantu untuk menentukan jenis tanaman yang sesuai berdasarkan kondisi tanah yang akan dianalisis. Aturan tersebut dirumuskan dalam bentuk logika (IF-THEN), di mana data aturan yang digunakan dalam proses analisis

mengacu pada metode fuzzy logic. Berikut adalah tabel yang menggambarkan aturan tersebut.

Tabel 2. Rule

Rule		pH tanah		Jenis Tanaman
1.	IF	5.0 pH - 6.5 pH	THEN	Kentang
2.	IF	5.0 pH - 6.5 pH	THEN	Padi
3.	IF	5.0 pH - 6.5 pH	THEN	Jagung
4.	IF	5.0 pH - 6.5 pH	THEN	Lobak
5.	IF	6.6 pH - 7.5 pH	THEN	Bayam
6.	IF	6.6 pH - 7.5 pH	THEN	Kacang merah
7.	IF	6.6 pH - 7.5 pH	THEN	Kacang tanah
8.	IF	6.6 pH - 7.5 pH	THEN	Selada
9.	IF	6.6 pH - 7.5 pH	THEN	Bawang merah
10.	IF	6.6 pH - 7.5 pH	THEN	Timun
11.	IF	6.6 pH - 7.5 pH	THEN	Tomat
12.	IF	6.6 pH - 7.5 pH	THEN	Wortel
13.	IF	6.6 pH - 7.5 pH	THEN	Terong

Perancangan Antar Muka Sistem



(a) (b) (c)
Gambar 3. Desain Antarmuka Pengguna

Kontribusi aplikasi desain yang diusulkan adalah untuk menambahkan *smartphone* sebagai aplikasi antarmuka untuk mengetahui pH tanah dan menentukan tanaman yang cocok sesuai nilai pH tanah. Komponen terhubung melalui *smartphone* sebagai antarmuka,

seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Sensor terkubur di tanah dan akan mengirim informasi tentang nilai pH tanah. Pada saat sensor mengirim informasi nilai pH tanah, maka akan menampilkan tanaman yang cocok sesuai nilai pH tanah. Informasi yang dipantau dan dikendalikan ditransmisikan ke smartphone melalui modul wifi. Studi oleh (Tzounis et al., 2017) mengemukakan bahwa integrasi *Internet of Things* (IoT) dalam pertanian, termasuk penggunaan modul WiFi untuk transmisi data, dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian. Studi oleh (Kamilaris et al., 2017) menunjukkan bahwa aplikasi mobile yang dirancang untuk pertanian cerdas dapat meningkatkan aksesibilitas dan kemudahan penggunaan teknologi bagi petani. Dengan antarmuka yang user-friendly, aplikasi ini dapat menjadi alat yang efektif untuk petani skala kecil maupun besar. Sistem yang diusulkan dalam aplikasi ini sejalan dengan temuan ini, di mana data dari sensor pH tanah dikirim ke smartphone melalui modul WiFi untuk analisis lebih lanjut. Penelitian oleh (Zhang et al., 2020) menguji keandalan sensor tanah dan transmisi data melalui jaringan nirkabel. Hasilnya menunjukkan bahwa sensor yang terhubung dengan modul WiFi dapat memberikan data yang akurat dan konsisten, asalkan kalibrasi dan pemeliharaan sensor dilakukan secara berkala.

SIMPULAN

Penelitian mengenai pengembangan aplikasi mobile untuk menentukan tingkat kesuburan tanah dan kesesuaian tanaman menggunakan metode Fuzzy Logic dan teknologi IoT telah berhasil menciptakan alat inovatif yang membantu petani dalam membuat keputusan pertanian yang lebih baik. Dengan mengintegrasikan sensor pH tanah yang terhubung ke mikrokontroler, sistem ini menyediakan data real-time tentang kondisi tanah, yang kemudian diproses menggunakan Fuzzy Logic untuk menentukan tanaman yang paling sesuai berdasarkan tingkat kesuburan tanah. Aplikasi mobile menawarkan antarmuka yang mudah digunakan untuk memantau dan mengontrol sistem, memungkinkan petani mengelola lahan mereka secara efisien. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi dapat secara efektif membantu petani mengidentifikasi tanaman terbaik untuk dibudidayakan, mengoptimalkan produktivitas pertanian, dan mendukung praktik pengelolaan lahan yang berkelanjutan. Penelitian ini menegaskan potensi kombinasi IoT dan Fuzzy Logic dalam mengatasi tantangan di bidang pertanian, khususnya dalam meningkatkan proses pengambilan keputusan untuk pemilihan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Baly Woda, Y. W., Hermadi, I., & Marimin, M. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Cerdas Kesesuaian Lahan Dengan Jenis Tanaman Pangan: Studi Kasus Kabupaten Sikka. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 29(1), 62–71. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2019.29.1.62>
- BPS Kabupaten Sikka. (2023). <https://sikkakab.bps.go.id/id>
- Daniel, L. E. P., Mahmudin, A., & Auliasari, K. (2020). Penerapan Iot (Internet Of Thing) Terhadap Sistem Pendeteksi Kesuburan Tanah Pada Lahan Perkebunan Jati. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 4(2), 207–213. <https://doi.org/10.36040/jati.v4i2.2678>
- Jang, J. S. R., Sun, C. T., & Mizutani, E. (2005). Neuro-Fuzzy and Soft Computing-A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence [Book Review]. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 42(10), 1482–1484. <https://doi.org/10.1109/tac.1997.633847>
- Kamelia, L., Nugraha, Y. S., Effendi, M. R., & Priatna, T. (2019). The IoT-Based Monitoring Systems for Humidity and Soil Acidity Using Wireless Communication. *Proceeding of 2019 5th International Conference on Wireless and Telematics, ICWT 2019*, 3–6. <https://doi.org/10.1109/ICWT47785.2019.8978243>
- Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143(January), 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>
- Madhumathi, R., Arumuganathan, T., & Shruthi, R. (2020). Soil NPK and Moisture analysis using Wireless Sensor Networks. *2020 11th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT49239.2020.9225547>
- Nooriman, W. M., Abdullah, A. H., Rahim, N. A., & Tan, E. S. M. M. (2021). Fuzzy logic based prediction of micronutrients demand for harumanis mango growth cycles. *Journal of Physics: Conference Series*, 2107(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2107/1/012048>
- Ogunleye, G. O., Fashoto, S. G., Mashwama, P., Arekete, S. A., Olaniyan, O. M., & Omodunbi, B. A. (2018). Fuzzy logic tool to forecast soil fertility in Nigeria. *Scientific World Journal*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/3170816>

- Ratnaparkhi, S., Khan, S., Arya, C., Khapre, S., Singh, P., Diwakar, M., & Shankar, A. (2020). Smart agriculture sensors in IOT: A review. *Materials Today: Proceedings*, *xxxx*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.138>
- Raut, S. S. (2021). Soil Monitoring and Testing using IoT for Fertility Level and Crop Prediction. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, *9(VI)*, 687–692. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.34884>
- Sipani, J. P., Patel, R. H., Upadhyaya, T., & Desai, A. (2018). Wireless sensor network for monitoring & control of environmental factors using Arduino. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, *12(2)*, 15–26. <https://doi.org/10.3991/ijim.v12i2.7415>
- Taiyeb, A. (2017). EVALUASI KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN KEMIRI (Aleurites moluccana WILLD.) PADA SISTEM LAHAN SALO SALUWAN DI KOTA PALU. *Jurnal Forest Sains*, *14(2)*, 98–107. [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%202.pdf)
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, *164*, 31–48. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007>
- Yuwono, A. R. & N. W. (2002). *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius.
- Zhang, D., Wu, H., Zhao, P., Liu, X., Cui, Y., Chen, L., & Zhang, T. (2020). New approach of multi-path reliable transmission for marginal wireless sensor network. *Wireless Networks*, *26(2)*, 1503–1517. <https://doi.org/10.1007/s11276-019-02216-y>