

Sistem Informasi Monitoring Lahan Pertanian dan Pengusiran Hama Berbasis *Internet of Thing*

Mugi Praseptiawan¹, Meida Cahyo Untoro^{2,*}, Leo Viranda Millennium³, Muhammad Affandi⁴

Teknik Informatika, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

¹mugi.praseptiawan@if.itera.ac.id; ²cahyo.untoro@if.itera.ac.id; ³leo.14117167@student.itera.ac.id

* penulis korespondensi

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Diterima: 18 April 2022

Direvisi: 15 Juli 2022

Diterbitkan: 15 Agustus 2022

Kata Kunci
Fuzzy Sugeno
Hama
Kelembapan
Naïve Bayes

ABSTRAK

Di negara agraris seperti Indonesia, pertanian merupakan bagian yang sangat penting dalam kehidupan. Bagi sebagian besar petani, peningkatan produksi tanaman padi sangat penting. Namun dalam proses budidaya padi ada kendala yang mempengaruhi penurunan hasil panen padi. *human error* atau kelalaian petani dalam menangani padi itu sendiri dan serangan berbagai hama. Penggunaan bahan kimia yang berlebihan dan penghilangan hama yang tidak tepat dapat menyebabkan kondisi lahan yang semakin merugikan. Teknologi berperan membantu menyelesaikan permasalahan dan membangun petani *modern*. Pemantauan menggunakan teknologi membantu petani memaksimalkan hasil panen. Perawatan lahan pertanian dapat direkomendasikan berdasarkan alat kelembaban dan pH tanah serta metode *fuzzy sugeno* dan *naïve bayes* dalam pengendalian hama padi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem monitoring dan kontroling lahan pertanian, pengusir hama serta melakukan pengiriman informasi kepada petani secara *real time*. Pengujian alat pengusir hama dilakukan dua mekanisme di dalam dan di luar ruangan tujuan dari pengujian ini untuk menentukan fungsionalitas alat. Hasil dari penjadwalan *naïve bayes* didapat probabilitas 67.8% dengan skema pengusiran hama pukul 06.00 - 10.00 dan 14.00 - 17.00. Pemantauan lahan pertanian dengan alat yang dirancang didapat error rate 2.89% dan akurasi dalam perekomendasi perawatan lahan 87.5% dengan metode *fuzzy sugeno*.

PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan pokok dari kehidupan manusia selain sandang dan papan. Terdapat sejumlah komoditas tanaman penghasil pangan, salah satunya padi. Padi (*Oryza Sativa*) menjadi komoditas pangan utama di Indonesia dan memegang peranan penting dalam kegiatan ekonomi di Indonesia [1]. Dalam melakukan penanaman padi tersebut para petani memiliki kendala yang dapat mempengaruhi penurunan hasil panen, baik segi kualitas dan kuantitas [2]. Penurunan kualitas disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya human error atau kesalahan petani dalam perawatan padi. Pemberian pupuk yang berlebihan akan menurunkan kualitas tanah dan pencemaran lingkungan [3]. Penurunan kuantitas padi terjadi karena adanya serangga [4] dan hama padi yang tidak terkontrol [5]. Dalam mengatasi penurunan kuantitas dan kualitas padi petani harus mengeluarkan biaya dan tenaga. Pada proses pertumbuhan tanaman padi memerlukan kondisi tanah dengan kandungan kadar pH dan kelembaban tertentu agar dapat tumbuh dengan baik [6]. Padi memiliki kerentanan terhadap serangan hama, mulai waktu tanam hingga panen [4].

Pemantauan kandungan mineral pada lahan pertanian yang masih manual serta pengendalian hama pertanian menggunakan bahan kimia pestisida menimbulkan pencemaran tanah [7], serta kurang efisien dalam pengerjaannya [8], dan berdampak pada

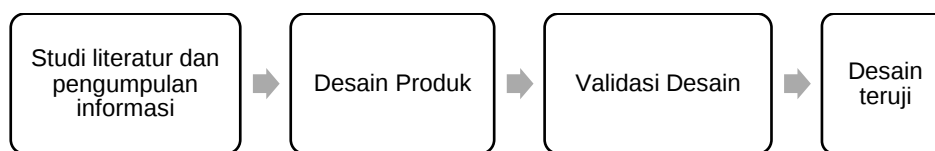
kesehatan petani [9] [10] membuat alat ukur monitoring tanah dengan pemanfaatan sensor pH, kelembaban, dan suhu, dengan nilai error suhu 0.22%, kelembaban 1.58%, dan pH 2.68%. Penggunaan sistem informasi dalam memantau tanaman cabai dan bawang merah secara digital memberikan kemudahan bagi para petani [11]. Metode *naïve bayes* digunakan untuk memberikan probabilitas fungsionalitas dari sensor pengusiran dan kontroling hama padi dengan nilai akurasi 89.45% [12]. Metode *fuzzy* mempermudah pembudi daya ikan tombro dalam memonitoring keadaan kolam tanpa melihat langsung [13]. sirkulasi air dengan penerapan metode *fuzzy* yang tepat pada tanaman hidroponik akan mempercepat pertumbuhan tanaman dan hasil yang optimal [14]. Metode *fuzzy* merupakan turunan dari *artificial intelligence* tentang kemampuan manusia untuk berfikir secara *logic* [15]. Metode *fuzzy* sugeno memiliki derajat keanggotaan ($\mu[x]$) dalam rentang 0 hingga 1 yang menunjukkan sejauh mana suatu nilai benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah [16]. Secara umum dalam logika *fuzzy* terdapat empat tahap, yaitu tahap basis kaidah (*rule base*), Tahap inferensi, Tahap fuzzifikasi (*fuzzification*), lalu tahap defuzzifikasi (*defuzzification*) [17].

Pada penelitian dilakukan pembuatan sistem yang dapat melakukan monitoring kadar pH dan kelembapan tanah sawah, dan pengusir atau pengontrolan hama padi secara *real-time* dengan metode *naïve bayes* serta memberikan rekomendasi perawatan lahan pertanian padi menggunakan metode *fuzzy* sugiono untuk mendapatkan hasil panen yang optimal.

METODE

Research and Development (R&D)

Research and Development (R&D) dimana metode ini merupakan penggambaran dari aktivitas yang dilakukan untuk menciptakan produk yang lebih baik. Dimulai dengan pencarian potensi dan masalah, mengumpulkan informasi, desain produk, validasi desain, uji coba produk dan perbaikan produk[24].



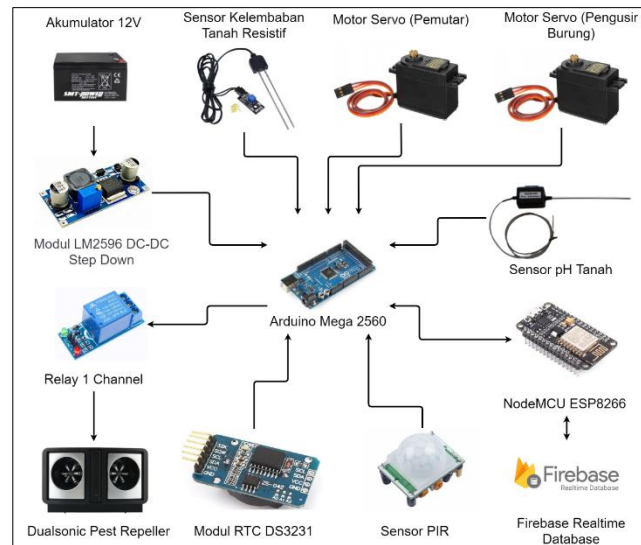
Gambar 1. Diagram alir Penelitian

Dalam tahap perumusan masalah menentukan apa saja faktor yang mempengaruhi aspek-aspek dalam pembuatan dan penyelesaian masalah yang terjadi. Perancangan perangkat lunak dimulai dari tampilan aplikasi *mobile* yang akan menampilkan informasi terkait kelembaban tanah dan ph. Fitur *controlling* perangkat keras dan perancangan *fuzzy* yang akan digunakan untuk menentukan rekomendasi perawatan lahan pertanian berdasarkan kelembaban dan pH tanah. Proses perangkaian komponen, melakukan *sketch* pada Arduino IDE, membuat proyek pada *firebase realtime database*. Tahap terakhir dalam diagram alir penelitian yaitu evaluasi dimana pada proses ini dilakukan pengkajian terhadap solusi.

Diagram Skematik

Perancangan sistem yang digambarkan dalam bentuk diagram skematik dan permodelan basis data (Gambar 2). Komponen yang digambarkan pada diagram skematik sistem terdiri dari 3 komponen, yaitu perangkat keras, basis data dan perangkat lunak. Perangkat keras dan lunak saling terhubung oleh basis data yang sama agar data yang ditampilkan pada perangkat lunak adalah data yang terbaru berdasarkan hasil pengenalan yang dilakukan oleh perangkat keras. Apabila terdeteksi ada hama sensor akan mulai menggerakkan motor servo A dan ada

hama yang terdeteksi Kembali dalam waktu cukup lama, maka arduino akan memulai menggerakkan servo B dan menyalakan sensor ultrasonik A dan ultrasonik B. Ketika terdeteksi ada hama, arduino yang terhubung ke *nodemcu* ESP8266 akan mengirim data melalui jalur komunikasi UART yaitu RX dan TX. *Nodemcu* yang sudah terhubung ke internet akan dikirimkan ke *firebase realtime database*.



Gambar 2. Diagram Skematik

Perancangan dan Pengujian Sistem

Perancangan sistem kontrol dan monitoring hama berbasis aplikasi mobile. Aplikasi yang dibuat memberikan informasi terkait kondisi lahan pertanian dan perawatan apa saja yang harus dilakukan petani untuk membuat tanah tetap terjaga kesuburannya dengan menggunakan metode *fuzzy sugeno*. *Naïve bayes* diterapkan pada alat untuk memberikan probabilitas terhadap kontrol dan monitoring hama tanaman padi dengan beberapa skema [18] dari suatu kejadian, dengan cara menghitung peluang bersyarat serta penjadwalan alat secara otomatis (Persamaan 1).

$$P(c|X) = \frac{P(x|c)P(c)}{P(x)} \quad (1)$$

Ketentuan :

$P(c|x)$: Probabilitas masuknya karakteristik sampel c dengan syarat adanya x (*Posterior Probability*).

$P(x|c)$: Probabilitas munculnya karakteristik sampel x dengan syarat adanya c (*likelihood*)

$P(c)$: Probabilitas munculnya sampel sebelum sampel tersebut masuk (*Prior Probability*)

$P(x)$: Probabilitas kemunculan karakteristik sampel secara menyeluruh (*evidence*)

Hasil pengujian alat untuk mengetahui peluang keberhasilan alat dalam melakukan pendeteksian dan pengusiran hama burung yang telah dilakukan, dengan rincian sampel data yang digunakan. Data yang digunakan, dapat menggunakan Persamaan 2.

$$P(BT|Pir = High) = \frac{P(pir = High|BT)P(BT)}{P(Pir = High)} \times 100\% \quad (2)$$

Ketentuan :

BT : Bergerak Terbang

$P(c|x)$: $P(\text{"Bergerak Terbang"} | \text{PIR} = \text{HIGH})$

Pengujian alat ketika melakukan pendeteksian dan pengusiran hama serangga khususnya hama belalang dengan jumlah ± 10 ekor diletakkan pada sebuah kotak wadah

dengan jarak peletakkan alat dengan hama belalang bervariasi yaitu ± 1 meter dan ± 2 meter dan dilakukan selama ± 40 menit secara terus menerus (Tabel 1).

Pengujian 1 sampai 7 menunjukkan hasil hama belalang relatif bergerak walaupun sudah terpapar gelombang ultrasonik, akan tetapi pada pengujian ke 8 sampai 10 didapatkan bahwa hama belalang sudah relatif tidak bergerak. Berikut merupakan gambar yang menunjukkan hama belalang sebelum dan sesudah dilakukan pengujian alat. Setelah dilakukan pengujian selama ± 40 menit, dapat diketahui bahwa hama belalang mengalami perubahan pola reaksi menjadi relatif tidak bergerak Gambar 5

Tabel 1. Pengujian Hama Serangga

Value Sensor PIR	Reaksi Belalang Sebelum	Aksi Motor Servo	Reaksi Belalang Sesudah
High	Bergerak	Bergerak	Bergerak
High	Tidak Bergerak	Bergerak	Bergerak
High	Bergerak	Bergerak	Bergerak
Low	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak
High	Bergerak	Bergerak	Bergerak
Low	Bergerak	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak
High	Bergerak	Bergerak	Bergerak
High	Tidak Bergerak	Bergerak	Tidak Bergerak
High	Tidak Bergerak	Bergerak	Tidak Bergerak
High	Tidak Bergerak	Bergerak	Tidak Bergerak



Gambar 5. Pengujian Hama Serangga terhadap sensor ultrasonik



Gambar 6. Pengujian sensor terhadap hama burung

Pengujian alat untuk pengusiran hama burung dilakukan dengan menggunakan satu ekor burung sebagai sampel burung yang diletakkan pada sangkar burung dengan jarak peletakkan alat dengan burung ± 2 meter (Gambar 6 dan Gambar 6). Tabel 2 merupakan

sebagian data hasil pengujian alat ketika melakukan pendeteksian dan pengusiran hama burung.

Tabel 2. Pengujian Hama Burung

Value Sensor PIR	Reaksi Burung Sebelum	Aksi Motor Servo	Reaksi Burung Sesudah
HIGH	Bergerak	Bergerak	Bergerak Terbang
HIGH	Bergerak	Bergerak	Bergerak Terbang
LOW	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak
HIGH	Bergerak	Bergerak	Bergerak Terbang
LOW	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak

Hasil penjadwalan kontroling alat dengan *naïve bayes* Sampel rincian data hasil pengujian alat terhadap pengusiran burung bisa dimasukkan ke persamaan *naïve bayes*

$$P("BT"|PIR = High) = \frac{(14 \times 17) \times (14 \times 20)}{(17/20)} \times 100\% \quad (4)$$

Dari hasil pengolahan data hasil pengujian alat untuk melakukan pengusiran hama burung didapatkan hasil presentase peluang keberhasilan alat sebesar 67.8% (4). Terdapat permasalahan yang dapat diketahui dari pengujian yang telah dilakukan, yaitu pendeteksian hama akan menjadi malfungsi. Penggunaan sensor PIR HC-SR501 harus dihindari dari lingkungan yang banyak cahaya dan angin untuk menghindari adanya interferensi terhadap nilai yang dibaca oleh sensor [21].

Dari batasan sensor tersebut, penulis memberikan alternatif solusi untuk melakukan pengusiran hama secara berkala dengan penjadwalan pengaktifan pendeteksian hama berdasarkan data aktivitas hama yang telah diolah dengan menggunakan algoritma Naïve Bayes. Hama padi seperti hama burung akan cenderung datang ke daerah persawahan pada pagi hari yaitu sekitar pukul 06.00 – 10.00 dan sore hari pada pukul 14.00 – 18.00 (

Tabel 3).

Tabel 3. Data Training Aktivitas Hama

Waktu	Spesifik Waktu	Aktivitas Hama	Status
Pagi	06.00	Tinggi	Menyala
Pagi	07.00	Tinggi	Menyala
Pagi	08.00	Tinggi	Menyala
Pagi	09.00	Tinggi	Menyala
Pagi	10.00	Tinggi	Menyala
Siang	14.00	Tinggi	Menyala
Sore	15.00	Tinggi	Menyala
Sore	16.00	Tinggi	Menyala
Sore	17.00	Tinggi	Menyala
Sore	18.00	Tinggi	Tidak Menyala

Untuk mendapatkan jadwal yang optimal dilakukan testing terhadap model yang sudah dibentuk oleh *naïve bayes* dalam mengatasi permasalahan [18] yang ada Tabel 4.

Tabel 4. Data Testing

Waktu	Spesifik Waktu	Aktivitas Hama
Siang	11:00	Rendah
Siang	12:00	Rendah
Siang	13:00	Rendah

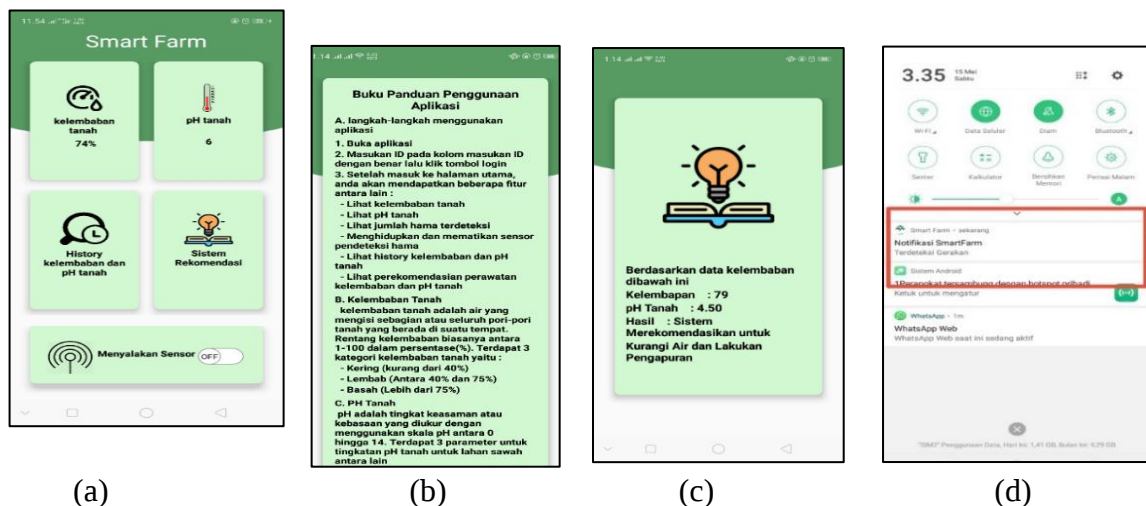
Didapatkan hasil perbandingan dari probabilitas masing-masing kelas dan dapat diketahui bahwa probabilitas dari kelas P(Tidak Menyala) lebih tinggi dibandingkan probabilitas kelas P(Menyala) dengan nilai 0.0016 dan 0.0010 untuk ketiga data testing yang ada. Maka alat akan mati pada waktu yang terdapat pada data testing (Penjadwalan alat secara otomatis pada siang hari akan dilakukan pada 06.00 – 10.00 dan sore hari pada pukul 14.00 – 17.00) dengan masing-masing 40 menit.

Aplikasi Mobile Smart Farm

Metode pengujian yang digunakan pada pengujian fungsionalitas dan perangkat lunak adalah metode *black box testing* [22]. Hasil pengujian ini berupa pengimplementasian rancangan perangkat lunak dan menghasilkan bahwa semua masukan yang dibutuhkan oleh sistem dan memberikan keluaran yang benar [23].

Aplikasi *smart farm* untuk memonitoring dan pengusiran hama tanaman pada lahan pertanian. Memberikan notifikasi secara real time kepada petani terkait kondisi lahan dan serangan hama (Gambar 7)[5].

Hasil perbandingan nilai *fuzzy sugeno* antara MATLAB dengan sistem dapat dilihat pada Tabel 4.6. Untuk mencari persentase nilai error antara perhitungan nilai fuzzy aplikasi dengan nilai fuzzy matlab menggunakan persamaan 5. Dengan nilai asli pada persamaan (3) merupakan nilai *fuzzy matlab* [15], dan untuk nilai ukur merupakan nilai *fuzzy*.

Gambar 7. Aplikasi *smart farm*

Gambar 7 Aplikasi *smart farm*. 6.a. Panduan Penggunaan aplikasi. 6.b. Hasil monitoring lahan pertanian. 6.c. Rekomendasi Tindakan terhadap lahan pertanian. 6.d. Notifikasi pengguna

Proses pengujian *fuzzy* di aplikasi dengan *fuzzy* dengan MATLAB. Pengujian dilakukan ke semua kondisi kelembapan dan pH tanah yang telah didapatkan. Pada pengujian

didapatkan nilai rata-rata selisih antara matlab dengan aplikasi 0.0625 dan nilai *error* 12.5% Tabel 5.

KESIMPULAN

Aplikasi monitoring lahan pertanian dan pengusir hama berbasis Internet of Things didapat hasil pengujian alat terkait pengusiran hama dengan 2 skema pengujian, dalam ruangan dengan *naïve bayes* dengan presentase keberhasilan 67,8% dan diluar ruangan sebesar 0%. Serta memiliki ke-efektifan sejauh 7 meter. Memberikan rekomendasi terkait keadaan lahan pertanian dengan *fuzzy* berdasarkan kelembaban dan pH tanah. Pengujian fungsionalitas *fuzzy* didapat nilai kesalahan 0,0625 untuk 20 kali percobaan dan 12,5% untuk nilai *error*.

Tabel 5. Pengujian fuzzy pada aplikasi *mobile* dan MATLAB

Kondisi	Fuzzy Matlab	Fuzzy aplikasi	Selisih fuzzy	nilai Persentase error	nilai
	0,5	0,5	0	0%	
	0,5	0,5	0	0%	
	0,875	0,875	0	0%	
	0,875	0,875	0	0%	
	0,5	0,375	0,125	25%	
	0,875	0,875	0	0%	
	0,875	0,875	0	0%	
	0,875	0,875	0	0%	
	0,5	0,5	0	0%	
	0,5	0,5	0	0%	
	0,875	0,875	0	0%	
	0,5	0,75	0,25	50%	
	0,875	0,875	0	0%	
	0,5	0,375	0,125	25%	
	0,875	0,875	0	0%	
	0,5	0,75	0,25	50%	
	0,5	0,75	0,25	50%	
	0,875	0,875	0	0%	
	0,875	0,875	0	0%	
	0,5	0,75	0,25	50%	
Rata-rata			0,0625	12,5%	

REFERENSI

- [1] C. D. M. Y. Y. M. Mergono Adi Ningrat, "Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Berbagai Sistem Tanam di Kampung Desay, Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari," in Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian, Manokwari, 2021..
- [2] J. Manueke, B. H. Assa, and E. A. Pelealu, "HAMA-HAMA PADA TANAMAN PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.) DI KELURAHAN MAKALONSOW KECAMATAN TONDANO TIMUR KABUPATEN MINAHASA," *Eugenia*, vol. 23, no. 3, pp. 120–127, 2018, doi: 10.35791/eug.23.3.2017.18964.
- [3] M. C. Untoro, M. . Praseptiawan, I. F. Ashari, E. N. Yunira, and R. Hanifah, "Sistem Kontroling Dan Monitoring Hama Padi Berbasis Internet of Thing Di Kelompok Tani Bina Karya Pringsewu, Lampung", Universitas Jambi, vol. 5, no. 3, pp. 677-682, Dec. 2021
- [4] S. Sopialena, A. Sahid, and N. S. T. Rugian, "PENGENDALIAN HAMA PENTING TANAMAN PADI MENGGUNAKAN JAMUR *Beauveria bassiana* Bals," *Agrifor*, vol. 20, no. 1, p. 25, 2021, doi: 10.31293/agrifor.v20i1.4875.

- [5] M. F. Riyanto, R. P. Astutik, and D. Irawan, "Sistem Informasi Perangkap Hama Serangga Dan Kondisi Perairan Di Persawahan Berbasis Internet Of Things," <https://ejournal.fortei7.org/index.php/SinarFe7/article/view/200>, vol. 3, no. 1, pp. 206–211, 2020.
- [6] F. Efratha, S. E. Pakasi, T. Titah, and J. Najoan, "Pemetaan Sifat Fisik dan Kimia Tanah Pada Lahan Persawahan Di Kecamatan Kotamobagu Timur Mapping Physical and Chemical Properties of Soil on Rice Fields in Kotamobagu Timur District," *Unsrat*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2020.
- [7] D. I. D. Layoa, K. E. C. Gantarangkeke, and K. A. B. Bantaeng, "Edukasi Mengenai Dampak Pestisida Berbahaya Bagi Petani," *Pros. Semin. Nas. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2019, no. 1, pp. 405–409, 2019.
- [8] M. Y. Hardian, "Jurnal abdiPengusiran Hama Burung Pemakan Padi Otomatis Dalam Menunjang Stabilitas Pangan Nasional," *J. Abadi*, vol. 2, no. 1, pp. 86–103, 2020.
- [9] G. V. Souisa, B. Talarima, and Z. Rehena, "Peningkatan Perilaku Pencegahan Dampak Pestisida Pada Kesehatan Petani," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 26, no. 3, p. 109, 2020, doi: 10.24114/jpkm.v26i3.16845.
- [10] A. Jupri, A. Muid, and - Muliadi, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu, Kelembaban, dan pH pada Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega328P," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 76–81, 2017, doi: 10.26418/jp.v3i2.21210.
- [11] A. Sumarudin, W. P. Putra, E. Ismantohadi, S. Supardi, and M. Qomarrudin, "Sistem Monitoring Tanaman Hortikultura Pertanian Di Kabupaten Indramayu Berbasis Internet of Things," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 45–54, 2019, doi: 10.34010/jati.v9i1.1447.
- [12] I. M. Noor, H. Fitriyah, and R. Maulana, "Sistem Pengusir Hama Burung pada Sawah dengan Menggunakan Sensor PIR dan Metode Naïve Bayes," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 9, pp. 9328–9333, 2019.
- [13] D. Ariefianto, A. Sasmito, and A. Wahid, "Pemanfaatan Metode Fuzzy Untuk Budidaya Ikan Tombro Bebasis Iot (Internet of Thing)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 1, pp. 138–145, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3303.
- [14] W. Kurniawan, S. Adi Wibowo, and D. Rudhistiar, "Implementasi Iot Pada Vertical Garden Dengan Menggunakan Fuzzy Untuk Memelihara Tanaman Kangkung," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 2, pp. 800–805, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i2.3775.
- [15] S. Khodijah, R. M. Rumani, and U. Sunarya, "Perancangan Dan Implementasi Alat Ukur Untuk Penentuan Kualitas Air Berbasis Logika Fuzzy Metode Sugeno," *e-Proceeding Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 2207–2212, 2017.
- [16] S. Komariyah, R. M. Yunus, and S. F. Rodiansyah, "Logika Fuzzy Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa," *Proceeding Stima 2.0*, pp. 61–68, 2016.
- [17] F. H. Tawarai, F. Fauziah, and A. Andrianingsih, "Web-Based Rice Disease Diagnosis Expert System Using Fuzzy Tsukamoto Method and K-Nearest Neighbor Algorithm," *J. Comput. Networks, Archit. High Perform. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 153–160, 2021, doi: 10.47709/cnahpc.v3i2.980.
- [18] R. A. Santoso, D. Syaquy, and M. H. H. Ichsan, "Pengembangan Sistem Prediksi Hama Wereng Berdasarkan Data Cuaca Sensor Dan Cuaca Online Menggunakan Metode Naive Bayes," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 10, pp. 4002–4010, 2018.
- [19] N. K. Annisa Laila Oktivira, "Prototype Sistem Pengusir Hama Burung Dengan Catu Daya Hybrid Berbasis IOT," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 735–741, 2017.
- [20] A. R. R. Odi Nurdian, Irfan Ali, Cep Lukman Rohmat, "Sistem Kendali Sensor Tanah Sebagai Pemonitor Tingkat Kelembaban Media Tanam Padi," *Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 1, pp. 0–4, 2020.
- [21] A. D. Boursianis *et al.*, "Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in smart farming: A comprehensive review," *Internet of Things*, no. xxxx, p. 100187, 2020, doi: 10.1016/j.iot.2020.100187.
- [22] I. T. M. Daeng, N. . Mewengkang, and E. R. Kalesaran, "Penggunaan Smartphone Dalam Menunjang Aktivitas Perkuliahan Oleh Mahasiswa Fispol Unsrat Manado Oleh," *e-journal "Acta Diurna"*, vol. 6, no. 1, pp. 1–15, 2017.
- [23] R. T. Bangun and H. Fahmi, "Perancangan Sistem Perangkap Hama Tanaman Petani Otomatis Menggunakan Modul Mikrokontroler Arduino," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, vol. 4, no. 1, pp. 26–31, 2021, doi: 10.32672/jnkti.v4i1.2663.
- [24] Prof. Dr. Sugiyono, *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif , Kualitatif Dan R&D*. 2015.