

## Rancang Bangun Alat Pengukur Unsur Hara dan Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor NPK, Sensor Kelembaban Kapasitif, dan Mikrokontroler Arduino Nano

I Kadek Agus Riki Gunawan, S.T., M.T.<sup>1</sup>, Ni Putu Rahayu Artini, S.Si., M.Si.<sup>2</sup>, I Wayan Tanjung Aryasa, S.Si., M.Si.<sup>3</sup>, I Kadek Arya Sugianta, S.Kom., M.Kom.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik ELektromedik, Fakultas Ilmu-ilmu kesehatan, Universitas Bali Internasional

<sup>2,3</sup> Program Studi Teknik Laboratorium Medik, Fakultas Ilmu-ilmu kesehatan, Universitas Bali Internasional

<sup>4</sup> Program Studi Teknik Laboratorium Medik, Fakultas Bisnis, Sosial, Teknologi dan Humaniora, Universitas Bali Internasional

Jl. Seroja, Gang Jeruk No.9A, KelurahanTonja, Denpasar-Bali

e-mail: [agusriki3440@gmail.com](mailto:agusriki3440@gmail.com)<sup>1</sup>, [artinirahayu967@gmail.com](mailto:artinirahayu967@gmail.com)<sup>2</sup>, [tanjung.aryasa@gmail.com](mailto:tanjung.aryasa@gmail.com)<sup>3</sup>, [aryasugianta@iikmpbali.ac.id](mailto:aryasugianta@iikmpbali.ac.id)<sup>4</sup>

Received : June, 2024

Accepted : August, 2024

Published : August, 2024

### Abstract

*The rapid development of technology is driving innovation in the agricultural sector. In Indonesia, grain production is heavily influenced by soil fertility, but many farmers are unaware of the level of soils fertility. The research aims to design and implement a digital monitoring system to measure nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), and soil moisture to improve soil yields. The system uses an Arduino Nano microcontroller, a JXCT NPK sensor, and a capacitive soil humidity sensor. The data is displayed on two OLED displays. Experiments show that the device can detect NPK content than 80% accuracy and can measure soil Moisture effectively. The results of the research showed that shelf 2 had the highest nitrogen and potassium content, shelf 3 had the greatest variation in the nitrogen & phosphorus content, and shelf 1 had a stable but low element content. The soil humidity on the three of these basins is uniform at 100% of the optimal level. This research is expected to help farmers in managing their grasses more effectively, thereby increasing the productivity of grain.*

**Keywords:** soil nutrient monitoring, npk sensor, soil moisture, arduino nano, digital monitoring

### Abstrak

*Perkembangan teknologi yang pesat mendorong inovasi di sektor pertanian. Di Indonesia, produksi padi sangat dipengaruhi oleh kesuburan tanah, namun banyak petani yang tidak mengetahui tingkat kesuburan tanahnya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan sistem monitoring digital untuk mengukur nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan kelembaban tanah guna meningkatkan hasil padi. Sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Nano, sensor JXCT NPK, dan sensor kelembaban tanah kapasitif, dan data ditampilkan pada dua layar OLED. Eksperimen menunjukkan bahwa perangkat tersebut dapat mendeteksi kandungan NPK dengan akurasi 80% dan dapat mengukur kelembaban tanah secara efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sawah 2 mempunyai kandungan nitrogen dan kalium paling tinggi, sawah 3 mempunyai variasi kandungan nitrogen dan fosfor paling besar, dan sawah 1 mempunyai kandungan unsur hara yang stabil namun rendah. Kelembaban tanah pada ketiga*

sawah tersebut seragam pada 100% dari tingkat optimal. Penelitian ini diharapkan dapat membantu petani dalam mengelola lahannya dengan lebih efektif sehingga meningkatkan produktivitas padi.

**Kata Kunci:** monitoring unsur hara, npk sensor, kelembaban tanah, arduino nano, monitoring digital

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi yang berkembang pesat pada saat ini memicu pihak untuk mengembangkan bahkan menciptakan teknologi (baik software maupun hardware) yang memudahkan pekerjaan manusia. Teknologi tersebut tentu saja bermanfaat bagi manusia [1].

Di Indonesia, produksi gabah di sawah manapun bisa meningkat atau menurun. Hal ini bergantung pada banyak faktor, salah satunya adalah faktor tanah. Unsur Hara nitrogen mempengaruhi kualitas pada tanah persawahan. Tanah merupakan media pertumbuhan alami yang menyediakan makanan (nutrisi) bagi tanaman untuk kelangsungan hidupnya. Kualitas tanah harus dijaga agar dapat menghasilkan tanaman yang baik. Kesalahan budidaya dapat menyebabkan kerusakan tanah dan menurunkan produktivitas tanaman. Produksi hasil pertanian sangat bergantung pada kemampuan tanah untuk menyediakan unsur hara. Karena perubahan kesuburan tanah, sulit bagi petani untuk mengetahui seberapa subur tanahnya. [2].

Beras adalah makanan pokok bagi sebagian besar penduduk di Indonesia, dan padi menjadi sumber utama mata pencaharian bagi banyak petani, terutama di daerah pedesaan. Oleh karena itu, budidaya padi memerlukan perhatian khusus untuk meningkatkan hasil panen yang optimal. Salah satu faktor kunci yang mempengaruhi produktivitas padi adalah kemampuan tanah untuk menyediakan unsur hara yang cukup dan seimbang.

Untuk menghasilkan kualitas beras yang baik, tanaman padi membutuhkan unsur hara tertentu dalam jumlah yang cukup. **Nitrogen (N)**, misalnya, sangat penting untuk pertumbuhan vegetatif, terutama dalam pembentukan daun dan batang. Kadar nitrogen yang ideal di dalam tanah untuk padi adalah sekitar 80-120 kg/ha. Jika kadar nitrogen ini terpenuhi, tanaman padi akan tumbuh dengan

baik, dengan daun hijau yang sehat, batang yang kuat, dan anakan yang banyak.

Selain nitrogen, **Fosfor (P)** juga merupakan unsur hara esensial yang diperlukan oleh tanaman padi. Fosfor berperan dalam pengembangan sistem akar yang kuat, serta dalam pembentukan biji padi yang berkualitas. Nilai ambang fosfor yang ideal adalah sekitar 25-35 kg/ha. Fosfor yang cukup akan meningkatkan hasil panen dengan biji yang lebih padat dan berat.

**Kalium (K)** adalah unsur hara lain yang sangat penting, dengan nilai ambang yang disarankan sekitar 50-75 kg/ha. Kalium membantu dalam regulasi air dalam sel tanaman, memperkuat batang, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Kekurangan kalium dapat menyebabkan kualitas beras menurun, dengan risiko beras yang mudah pecah saat dimasak.

Unsur hara lainnya seperti **Magnesium (Mg)** dan **Sulfur (S)** juga berperan penting, masing-masing dengan nilai ambang sekitar 20-30 kg/ha. Magnesium berfungsi dalam proses fotosintesis, sementara sulfur berperan dalam sintesis protein dan enzim tanaman.

Dengan memahami nilai ambang unsur hara ini, petani dapat mengatur pemupukan secara lebih tepat untuk memastikan bahwa tanaman padi mendapatkan nutrisi yang cukup. Hasilnya adalah peningkatan produksi padi yang optimal dengan kualitas beras yang baik, yang tidak hanya memenuhi kebutuhan konsumsi tetapi juga memberikan keuntungan ekonomi bagi petani. [3].

Kelembaban tanah merujuk pada kandungan air yang menutup sebagian atau seluruh pori-pori tanah di atas lapisan air tanah. Kelembaban tanah juga dapat didefinisikan sebagai jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah dan sangat dinamis karena proses penguapan dan infiltrasi yang terjadi di permukaan tanah. Tingginya kelembaban tanah

dapat menimbulkan berbagai masalah, karena kondisi tanah yang terlalu basah dapat menyulitkan pelaksanaan kegiatan pertanian atau kehutanan jangka panjang dengan menggunakan peralatan mekanis. [4]

### 1.2 Pendekatan Pemecahan Masalah

Dalam penelitian ini, metode berikut digunakan untuk memecahkan masalah:

1. Penggunaan sensor untuk pemantauan tanah telah diteliti dalam berbagai penelitian sebelumnya. Misalnya, Huisman dkk. (2022) menyoroti pentingnya jaringan sensor nirkabel untuk pemantauan kelembaban tanah secara real-time guna mendukung penelitian ilmiah dan pengelolaan pertanian [2]
2. Pada penelitian ini, digunakan beberapa bahan, yaitu mikrokontroler Arduino Nano, layar OLED 0,9 inci, sensor JXCT NPK, sensor kelembaban tanah kapasitif, modul step-down, baterai, dan sistem manajemen baterai.
3. Pembuatan sistem pemantauan unsur hara (n.p.k) dan kelembaban tanah berbasis digital. Arduino Nano sebagai pusat kendali. Sensor N P K mendeteksi unsur hara dalam tanah, dan sensor kelembaban tanah kapasitif mengukur kelembaban tanah dengan rentang pembacaan 0% hingga 100 µn. Data yang diperoleh dari kedua sensor ini ditampilkan pada layar OLED.
4. Tanamkan probe sensor NPK JXCT 7 cm ke dalam tanah dan tempatkan sensor kelembaban tanah di dekat sensor NPK untuk mengukur nilai unsur hara tanah dan kelembaban tanah menggunakan sensor NPK JXCT serta sensor kelembaban tanah kapasitif. Setelah kedua sensor ini dipasang dalam tanah yang akan diukur, nyalakan alat untuk mendapatkan data nilai NPK dan

kelembaban tanah. Pengujian dilakukan tiga kali untuk setiap parameter, sehingga total dilakukan empat pengujian.

5. Juga akan dilakukan pengujian unsur hara tanah di Balai Penelitian Botani Universitas Udayana untuk membandingkan hasil pengujian laboratorium dengan alat yang diproduksi.

### 1.3 State Of The Art

Beberapa studi terbaru menunjukkan perkembangan signifikan dalam teknologi monitoring tanah. Misalnya, sistem berbasis IoT (Internet of Things) yang menggabungkan sensor tanah dengan jaringan nirkabel untuk memantau kondisi tanah secara real-time telah diusulkan dan diuji coba di berbagai lokasi pertanian. Sistem ini memungkinkan pengumpulan data yang kontinu dan pengambilan keputusan yang lebih baik terkait irigasi dan pemupukan[3].

Ada juga penelitian Ratna, dkk (2023) menyajikan desain dan implementasi pengukur unsur hara tanah menggunakan sensor NPK (nitrogen, fosfor, kalium) dalam jaringan sensor nirkabel. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem untuk mendeteksi unsur hara dasar tanah (nitrogen, fosfor, dan kalium) menggunakan sensor NPK yang penting untuk pertumbuhan tanaman dan kesuburan tanah. Penelitian ini dilakukan pada dua sektor pertanian berbeda dan dipantau melalui dashboard Thingsboard. Dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32, perangkat memproses data dari sensor NPK dan menampilkan hasilnya pada layar LCD OLED dan dashboard Thingsboard [9].

Tabel 1: State Of The Art penelitian Smart Farming

Peneliti	Tahun	Metode/Alat	Parameter yang Diukur	Hasil
Garcia et al.	2021	Jaringan sensor nirkabel berbiaya rendah	Kelembaban tanah	Membantu petani mengoptimalkan irigasi; menunjukkan hasil menjanjikan dalam akurasi dan biaya [3] [5].
Rustan et al.	2022	Sensor NPK digital, Arduino Mega	NPK (Nitrogen, Fosfor, Kalium)	Data sensor sesuai dengan hasil laboratorium untuk sembilan jenis pupuk [6].

Asari et al.	2022	Raspberry Pi, sensor YL-69 (Kelembaban),	NPK, Kelembaban tanah	Sistem berhasil mengukur kadar NPK dan kelembaban dengan akurasi hingga 80% [7].
Peneliti	Tahun	Metode/Alat	Parameter yang Diukur	Hasil
		modul sensor NPK		
Devianti	2019	Near-infrared spectroscopy (NIRS)	NPK (Nitrogen, Fosfor, Kalium)	Teknik NIRS menggunakan sinar inframerah untuk memprediksi kandungan NPK dalam tanah dengan metode penghalusan yang ditingkatkan [8].

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau Research and Development (R&D). Penelitian ini bersifat berorientasi pengembangan dan merupakan jenis penelitian yang dapat menjembatani dan menjembatani kesenjangan antara penelitian dasar dan terapan. Penelitian dan pengembangan (R&D) sering kali diartikan sebagai proses atau langkah pengembangan produk baru atau penyempurnaan produk yang sudah ada [10].

Rancang bangun ini menggunakan bahan- bahan adalah arduino nano, modul RS485, sensor N.P.K, sensor Capacitive Soil Moisture, LCD Oled 0.98 inch, kabel jumper dan baterai 12V. Panjang elektroda sensor tanah jxct NPK adalah 7 cm. Ini beroperasi pada temperatur 5 hingga 45 derajat celsius dengan tegangan 9v hingga 12 volt. Modul RS485 beroperasi pada tegangan 5 volt. Sensor kelembaban tanah kapasitif ini ditenagai oleh tegangan 5V yang terhubung langsung ke Arduino Nano. Umumnya tahapan penelitian ini yaitu perancangan hardware, perancangan software, kalibrasi sensor dan pengujian.

### 2.1 Perancangan Software

Perancangan *software* Dibuat untuk membaca nilai N P K sensor tanah dan sensor kelembaban tanah. Pada penelitian membuat program dalam bahasa C++ dengan menggunakan software Arduino IDE. Ini dimulai dengan menginisialisasi port Arduino untuk memungkinkan Anda menghubungkan Arduino ke komputer atau laptop anda. Untuk memulai pemrograman, masukkan kode yang dibuat dengan Arduino IDE ke mikrokontroler Arduino Nano. Sensor NPK dan kelembaban tanah kemudian digunakan untuk mencatat kandungan unsur hara menggunakan program yang dimasukkan. Sensor mendeteksi data dan ditampilkan pada LCD OLED 0,98 inci.

### 2.2 Perancangan Hardware

Pengembangan pada perancangan alat ini menggunakan mikrokontroler arduino nano sebagai pusat kontrol. Sensor NPK sebagai pendeteksi unsur hara pada tanah, sensor Capacitive Soil Moisture (sensor kelembaban) sebagai pendeteksi kelembaban tanah dengan rentang pembacaan 0% - 100% dan LCD Oled sebagai tampilan data dari NPK sensor dan kelembaban. Serta menggunakan baterai sebagai sumber daya listrik yang mobilitas, sehingga pengecekan pada lahan tanah tidak terhalang oleh sumber daya listrik yang terbatas.

Pada sensor NPK akan dihubungkan dengan MAX485 Modbus Module yang terhubung pada arduino nano dengan tegangan yang dibutuhkan 5v, max485 modbus juga difungsikan sebagai penguat sinyal dari sensor ardino nano sebagai pengontrol ke sensor NPK. Sensor NPK menggunakan tegangan sebesar 12v - 24v sehingga jika sensor NPK langsung dihubungkan pada mikrokontroler arduino nano tanpa diperantarai oleh max485 modbus akan terjadinya konsleting dan terbakarnya arduino nano. Informasi dari sensor NPK akan ditampilkan pada LCD Oled 0,98 Inci. Pada Sensor Capacitive Soil Moisture (sensor kelembaban) dihubungkan pada arduino nano dengan tegangan sebesar 5v. Sensor kelembaban akan di tancapkan pada tanah yang telah dilubangi sepanjang 7cm, sensor akan dimasukan ke tanah yang telah dilubangi tersebut. Sehingga sensor kelembaban tidak cepat rusak yang dikarenakan seringnya bergesekan pada tanah yang kering. informasi dari sensor kelembaban akan ditampilkan pada LCD Oled 0,98 inci.

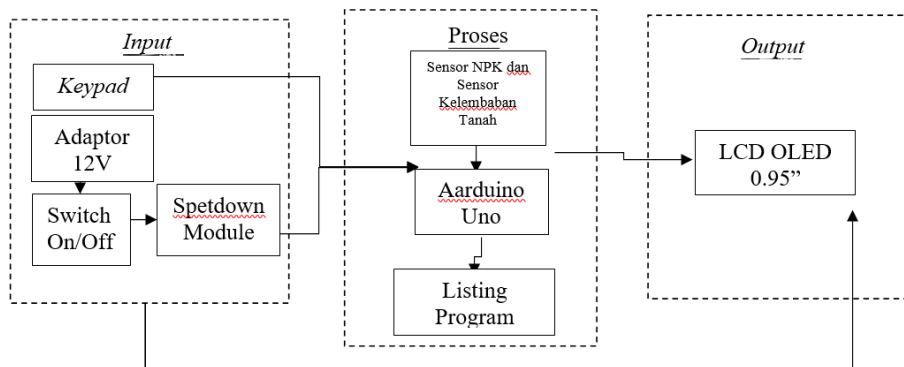
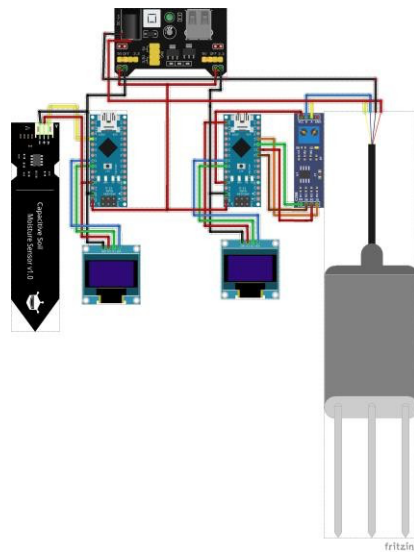
Perancangan pengukur unsur hara (n.p.k) tanah dan kelembaban berbasis digital menggunakan dua LCD oled yang berukuran 0,98 inci serta menggunakan dua arduino Nano. Penggunaan

dua mikrokontroller dimaksudkan agar

mengurangi dampak kosleting pada setiap komponen, sehingga setiap komponen yang terhubung tidak mendapatkan beban tegangan yang berlebih.

Pengukur unsur hara (n.p.k) tanah dan kelembaban berbasis digital ini dilakukan

melalui berbagai tahapan, yaitu studi literatur, metode pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Gambar 2 merupakan rangkaian pengkabelan alat yang dibuat.



Gambar 1. Rangkaian pengukuran unsur hara tanah (NPK) dan kelembaban berbasis digital

Selain sensor N P K digital dan sensor kelembaban tanah, digunakan juga arduino nano yang bertugas sebagai pengontrol nilai pada sensor N P K JXCT dan sensor kelembaban tanah, serta menampilkan hasil pengukuran sensor pada LCD OLED. Gambar 3 menunjukkan layar LCD OLED yang dapat menampilkan pengukuran sensor berupa nilai N P K (dalam satuan mg/kg) serta sensor kelembaban tanah (dengan satuan %).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN SISTEM ALAT

Perancangan alat pengukuran N P K dan kelembaban tanah ini dirancang dengan menggunakan sensor N P K, sensor kelembaban tanah, dan arduino nano sebagai pengontrol nilai dan memberikan data pada tampilan LCD. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Nano. Pin sensor NPK dihubungkan terlebih dahulu ke modul RS-485. Fungsi modul RS-485 adalah mengirimkan data digital dalam format biner ke mikrokontroler. Pin VCC dan GND pada

modul RS-485 dihubungkan ke pin VCC dan GND pada Arduino Nano. Pin D1, DE, RE, dan R0 modul RS-485 dihubungkan ke pin D9, D8, D7, dan D6 Arduino Nano. Untuk LCD OLED, pin VCC dan GND terhubung langsung ke Arduino Nano. Pin LCD OLED SCL dan SDA dihubungkan ke pin A4 dan A5 pada pin Pduino Nano. Untuk sensor kelembaban tanah, pin “-” dan “+” dihubungkan langsung ke Arduino Nano, dan pin A sensor kelembaban tanah dihubungkan ke pin A0 Arduino Nano.

#### 4. Implementasi Implementasi Alat pada Tanah Sawah

Dalam pelaksanaan penelitian ini, tiga petak sawah yang berbeda dipilih untuk implementasi alat monitoring unsur hara dan kelembaban tanah. Alat ini dirancang untuk mengukur kandungan nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), serta kelembaban tanah, yang semuanya merupakan parameter penting dalam menentukan kesuburan tanah.

Sebelum implementasi, dilakukan analisis mengenai tingkat optimal unsur hara untuk tanaman padi, yang umumnya memerlukan nitrogen pada kisaran 20-30 mg/kg, fosfor pada 15-20 mg/kg, dan kalium pada 120-200 mg/kg untuk mencapai pertumbuhan yang optimal. Kelembaban tanah yang ideal untuk padi berada pada kisaran 60-70%, namun dalam penelitian ini kelembaban diukur hingga tingkat kejenuhan (100%) untuk memastikan sistem pengairan berfungsi dengan baik.

Pada setiap petak sawah, empat titik pengukuran dipilih secara acak untuk representasi yang akurat. Sensor NPK JXCT dan sensor kelembaban tanah dipasang pada setiap titik dengan kedalaman sekitar 7 cm. Setelah pemasangan, alat monitoring diaktifkan dan dibiarkan beroperasi untuk mendapatkan data yang stabil. Hasil pengukuran ditampilkan secara real-time pada LCD Oled.

Implementasi ini menunjukkan bahwa Petak Sawah 2 memiliki kandungan nitrogen dan kalium yang mendekati atau bahkan melebihi kisaran optimal, menunjukkan tingkat kesuburan yang tinggi. Petak Sawah 3 memiliki variasi terbesar dalam kandungan nitrogen dan fosfor, yang memerlukan pemupukan lebih spesifik untuk mencapai kesuburan optimal. Petak Sawah 1 menunjukkan kandungan unsur

hara yang lebih stabil namun sedikit di bawah tingkat optimal, menunjukkan kebutuhan peningkatan pemupukan terutama untuk nitrogen dan kalium.

Data kelembaban tanah di ketiga petak menunjukkan nilai optimal pada 100%, yang mengindikasikan bahwa sistem pengairan berfungsi dengan baik, dan tanah mampu mempertahankan kelembaban yang dibutuhkan oleh tanaman padi. Validasi hasil pengukuran dilakukan dengan membandingkan data lapangan dengan hasil uji laboratorium, yang menunjukkan akurasi alat yang cukup baik. Pada Gambar 3 menunjukkan hasil perancangan alat monitoring unsur hara tanah dan kelembaban tanah



Gambar 3. Tampilan data Sensor NPK dan Kelembaban tanah pada LCD oled

#### 3.1 Deskripsi Data

##### a. Pengukuran Unsur Hara Tanah

Pengujian dilakukan dengan melakukan pembacaan kadar nitrogen, fosfor, kalium dan kelembaban tanah pada sampel tiga petak tanah pertanian yang akan ditanami padi dan memiliki perlakuan yang berbeda dengan empat kali pengulangan.



Gambar 4. Menguji alat sampel tanah sawah



Gambar 5. Menguji alat sampel tanah sawah

Tabel 2. Pengukuran Unsur Hara Tanah dan Kelembaban

Tindakan	Unsur Hara			Kelembaban (%)
	N (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	
Petak sawah 1	50	70	123	100
	55	70	158	100
	52	73	148	100
	51	70	147	100
Petak sawah II	55	77	156	100
	55	77	154	100
	60	80	160	100
Petak sawah III	60	78	160	100
	45	78	135	100
	46	75	131	100
	50	77	139	100
	43	80	140	100

### 3.2 Pembahasan

#### 1. Analisis Unsur Hara Tanah Nitrogen (N):

Pada Petak Sawah 1, nilai nitrogen bervariasi antara 50 hingga 55 dengan rata-rata 52. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat nitrogen di petak ini cukup stabil. Pada Petak Sawah 2, nilai nitrogen berkisar antara 55 hingga 60 dengan rata-rata 57,5. Ini menunjukkan tingkat nitrogen yang lebih tinggi dibandingkan Petak Sawah 1. Pada Petak Sawah 3, nilai nitrogen berkisar antara 43 hingga 50 dengan rata-rata 46. Variasi ini menunjukkan bahwa kandungan nitrogen di petak ini lebih bervariasi dibandingkan petak lainnya.

#### Fosfor (P):

Petak Sawah 1 memiliki nilai fosfor yang relatif konsisten antara 70 hingga 73 dengan rata-rata 70,75. Petak Sawah 2 menunjukkan nilai fosfor yang lebih tinggi, berkisar antara 77 hingga 80 dengan rata-rata 78. Petak Sawah 3 memiliki nilai fosfor yang bervariasi antara 75 hingga 80 dengan rata-rata 77,5.

#### Kalium (K):

Petak Sawah 1 menunjukkan variasi nilai kalium yang cukup besar, dari 123 hingga 158 dengan rata-rata 144. Petak Sawah 2 memiliki nilai kalium yang tinggi dan konsisten, berkisar antara 154 hingga 160 dengan rata-rata 157,5. Petak Sawah 3 memiliki nilai kalium yang lebih rendah dan bervariasi antara 131 hingga 140 dengan rata-rata 136,25.

### 2. Analisis Kelembaban Tanah

Pengukuran kelembaban tanah di ketiga petak sawah menunjukkan hasil yang sama, yaitu 100%. Ini mengindikasikan bahwa kelembaban tanah di semua petak sawah terjaga dengan baik dan seragam. Kondisi ini dapat disebabkan oleh sistem irigasi yang efektif dan konsisten.

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Petak Sawah 1 memiliki kandungan nitrogen sebesar 18 mg/kg, fosfor 14 mg/kg, dan kalium 110 mg/kg. Kandungan ini berada di bawah kisaran optimal, menunjukkan bahwa diperlukan peningkatan pemupukan terutama untuk nitrogen dan kalium. Petak Sawah 2 menunjukkan kandungan unsur hara yang lebih tinggi dengan nitrogen 28 mg/kg, fosfor 17 mg/kg, dan kalium 190 mg/kg, yang mendekati atau bahkan melebihi kisaran optimal, mengindikasikan tingkat kesuburan yang tinggi.



Petak Sawah 3 memiliki kandungan nitrogen sebesar 25 mg/kg, fosfor 20 mg/kg, dan kalium 135 mg/kg, yang menunjukkan variasi terbesar dalam kandungan nitrogen dan fosfor. Hal ini mengindikasikan adanya kebutuhan untuk pemupukan yang lebih spesifik dan terarah agar dapat mencapai kesuburan optimal.

Selain itu, kelembaban tanah di ketiga petak sawah seragam pada tingkat optimal, yaitu 100%. Ini menunjukkan bahwa sistem pengairan yang digunakan berfungsi dengan sangat baik, menjaga kondisi tanah tetap lembab sesuai dengan kebutuhan tanaman padi. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan gambaran mengenai kondisi unsur hara dan kelembaban tanah di masing-masing petak sawah, yang dapat menjadi dasar bagi pengelolaan lahan yang lebih efektif dan efisien di masa mendatang.

#### 4.1 Saran

##### Pemupukan:

Disarankan untuk menambahkan pupuk nitrogen dan kalium pada Petak Sawah 1 dan Petak Sawah 3 guna meningkatkan kadar unsur hara tersebut. Petak Sawah 3 mungkin memerlukan pendekatan pemupukan yang lebih spesifik karena variasi besar dalam kandungan nitrogennya.

##### Pengelolaan Kelembaban:

Walaupun kelembaban tanah saat ini optimal, perlu dilakukan pemantauan berkala untuk menjaga kondisi ini, terutama selama musim kemarau. Implementasi teknologi sensor kelembaban tanah secara real-time dapat membantu dalam pengelolaan irigasi yang lebih efisien dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

#### PERNYATAAN PENGHARGAAN

Terimakasih kepada tim yang telah menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. P. S. Hamzens and M. W. Moestopo, "Pengembangan Potensi Pertanian Perkotaan Di Kawasan Sungai Palu," *J. Pengemb. Kota*, vol. 6, no. 1, p. 75, 2018, doi: 10.14710/jpk.6.1.75-83.
- [2] Heye Reemt Bogena, Ansgar Weuthen, and Johan Alexander Huisman, "Recent

Developments in Wireless Soil Moisture Sensing to Support Scientific Research and Agricultural Management," *Sensors*, vol. 22, no. 9792, 2022.

- [3] J. Lloret, S. Sendra, L. Garcia, and J. M. Jimenez, "A wireless sensor network deployment for soil moisture monitoring in precision agriculture," *Sensors*, vol. 21, no. 21, 2021, doi: 10.3390/s21217243.
- [4] Lutfiyana, N. Hudallah, and A. Suryanto, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, dan Resistansi," *Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 80–86, 2017.
- [5] B. Kashyap and R. Kumar, "Sensing methodologies in agriculture for monitoring biotic stress in plants due to pathogens and pests," *Inventions*, vol. 6, no. 2, pp. 14095–14121, 2021, doi: 10.3390/INVENTIONS6020029.
- [6] R. Rustan, F. Dwi Ramadhan, M. F. Afrianto, L. Handayani, A. Puji Lestari, and F. Manin, "Perancangan Alat Pengukur Kadar Unsur Hara Npk Pupuk Kompos," *J. Online Phys.*, vol. 8, no. 1, pp. 55–60, 2022, doi: 10.22437/jop.v8i1.20838.
- [7] C. H. As'ari, D. N. Ramadan, and T. N. Damayanti, "Perancangan dan realisasi sistem monitoring unsur hara dan kelembaban tanah menggunakan Raspberry P1," *Telkom Univ.*, vol. 8, no. 1, pp. 94–110, 2022.
- [8] D. Devianti, S. Sufardi, Z. Zulfahrizal, and A. A. Munawar, "Near Infrared Reflectance Spectroscopy: Prediksi Cepat dan Simultan Kadar Unsur Hara Makro pada Tanah Pertanian," *agriTECH*, vol. 39, no. 1, p. 12, 2019, doi: 10.22146/agritech.42430.
- [9] S. Ratna, A., and W., "Desain Dan Implementasi Alat Ukur Unsur Hara Tanah Menggunakan Sensor Npk Berbasis Wireless Sensor Network (Wsn)," *Technol. J. Ilm.*, vol. 14, no. 4, p. 466, 2023, doi: 10.31602/tji.v14i4.12756.
- [10] Sugyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, no. January. 2016.