



ANALISIS SPASIAL PH DAN TEMPERATUR TANAH SAWAH BERIRIGASI MENGGUNAKAN METODE IDW

Haidhar Arvin Hidayatullah¹, Ahmad Roshikul Fahmi², Firdaus Al Ghifari³

¹Department of Chemical Engineering, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

²Department of English Education, Maulana Malik Ibrahim State Islamic, Universitas Malang, Indonesia

³Kelompok Tani Desa Pakukerto, Pakukerto, Indonesia

Email: apinhidayatullah@gmail.com

Abstract

This study aimed to analyze the spatial variability of soil pH and soil temperature in irrigated paddy fields using a Geographic Information System (GIS) approach in Pakukerto Village, Sukorejo District, Pasuruan Regency. However, conventional management often overlooks the spatial heterogeneity of soil properties within irrigated schemes, erroneously assuming uniformity due to water distribution. The research was conducted using a field survey method with a descriptive-spatial approach. Soil pH and soil temperature were measured directly at 25 sampling points distributed across five areas using a soil tester, while the geographic coordinates of each sampling point were recorded using a global positioning system device. The collected data were processed and spatially analyzed using GIS software. Spatial interpolation was performed using the Inverse Distance Weighting method to generate continuous distribution maps of soil pH and soil temperature. The results showed that soil pH in the irrigated paddy fields ranged from acidic to alkaline conditions, while soil temperature varied between 25 and 34 °C, with a generally homogeneous spatial pattern and several localized zones exhibiting higher temperatures. The observed spatial variability indicated that land conditions were not uniform across the study area. The spatial mapping of soil pH and soil temperature provided valuable information for site-specific land management and supported the implementation of precision agriculture in irrigated paddy fields. These findings demonstrate that rapid spatial assessment using deterministic interpolation is a viable, cost-effective strategy for diagnosing soil constraints in similar smallholder tropical agroecosystems.

Keywords: Geographic Information System, Irrigated Paddy Fields, Precision Agriculture, Soil pH, Soil Temperature

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variabilitas spasial pH tanah dan suhu tanah di sawah irigasi menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Desa Pakukerto, Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Pasuruan. Namun, pengelolaan konvensional sering mengabaikan heterogenitas spasial sifat tanah dalam skema irigasi, secara keliru mengasumsikan keseragaman karena distribusi air. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode survei lapangan dengan pendekatan deskriptif-spasial. pH tanah dan suhu tanah diukur langsung di 25 titik sampel yang tersebar di lima area menggunakan pengujian tanah, sedangkan koordinat geografis setiap titik sampel dicatat menggunakan perangkat sistem penentuan posisi global (GPS). Data yang dikumpulkan diolah dan dianalisis secara spasial menggunakan perangkat lunak SIG. Interpolasi spasial dilakukan menggunakan metode

Inverse Distance Weighting untuk menghasilkan peta distribusi kontinu pH tanah dan suhu tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH tanah di sawah irigasi berkisar dari kondisi asam hingga basa, sedangkan suhu tanah bervariasi antara 25 dan 34 °C, dengan pola spasial yang umumnya homogen dan beberapa zona lokal yang menunjukkan suhu lebih tinggi. Variabilitas spasial yang diamati menunjukkan bahwa kondisi lahan tidak seragam di seluruh area penelitian. Pemetaan spasial pH tanah dan suhu tanah memberikan informasi berharga untuk pengelolaan lahan spesifik lokasi dan mendukung implementasi pertanian presisi di sawah irigasi. Temuan ini menunjukkan bahwa penilaian spasial cepat menggunakan interpolasi deterministik merupakan strategi yang layak dan hemat biaya untuk mendiagnosis kendala tanah di ekosistem pertanian tropis skala kecil yang serupa.

Kata Kunci: Lahan Sawah Beririgasi, pH Tanah, Pertanian Presisi, Sistem Informasi Geografis, Temperatur Tanah

1. Pendahuluan

Sektor pertanian mengalami perkembangan pesat dalam satu dekade terakhir, salah satunya melalui penerapan pertanian presisi. Pertanian presisi merupakan strategi manajemen pertanian yang memanfaatkan teknologi, analisis spasial dan temporal, serta pemahaman terhadap karakteristik tanaman dan lahan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat guna meningkatkan produktivitas, efisiensi, kualitas hasil, keuntungan ekonomi, dan keberlanjutan lahan pertanian (Buladaco II et al., 2024; Wijayanto et al., 2022). Salah satu pendekatan utama dalam pertanian presisi adalah pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai alat untuk mengelola dan menganalisis variabilitas lahan secara spasial (Rejeb et al., 2024).

Desa Pakukerto terletak di Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur, dan terdiri atas lima dusun, yaitu Kemiri, Pakunden, Gendol, Janti, dan Mojolengko. Wilayah ini memiliki luas sekitar 260 hektar dengan ketinggian 600–800 meter di atas permukaan laut serta didominasi oleh lahan pertanian beririgasi yang berada di sekitar aliran sungai. Kondisi tersebut menyebabkan Desa Pakukerto memiliki dinamika hidrologi yang kompleks, yang berpotensi memengaruhi karakteristik fisik dan kimia tanah secara spasial (Sholihin & Fuad, 2018).

Variabilitas pH tanah yang terjadi pada lahan sawah beririgasi di Desa Pakukerto berpotensi menimbulkan ketidakseimbangan ketersediaan unsur hara. Pada kondisi tanah masam, penyerapan unsur hara makro seperti fosfor, kalsium, dan magnesium menjadi kurang optimal, sedangkan pada tanah basa ketersediaan unsur mikro seperti besi dan mangan cenderung menurun (Jiang et al., 2024). pH tanah merupakan faktor utama yang menentukan ketersediaan unsur hara, di mana tanah masam dapat menyebabkan fiksasi fosfor serta defisiensi kalsium dan magnesium, sementara tanah basa dapat menghambat ketersediaan unsur mikro seperti Fe, Mn, Zn, dan Cu (Bouslihim et al., 2024; Laurent et al., 2020).

Temperatur tanah turut memengaruhi kondisi kimia dan biologi tanah serta aktivitas akar tanaman. Temperatur tanah yang berbeda-beda dapat mengubah laju reaksi kimia, mineralisasi bahan organik, dan aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam ketersediaan hara (Hastuti et al., 2025). Selain itu, temperatur tanah yang meningkat

memberi dampak terhadap laju dekomposisi bahan organik dan mineralisasi unsur hara sehingga berpotensi memengaruhi produktivitas tanaman (Min et al., 2024).

Meskipun pemanfaatan SIG dalam pertanian presisi telah banyak dilakukan (Buladaco et al., 2024; Rejeb et al., 2024), sebagian besar studi berfokus pada lahan datar yang luas dengan karakteristik homogen. Belum banyak penelitian yang secara spesifik mengkaji variabilitas spasial pH dan temperatur pada lahan sawah beririgasi dengan topografi bergelombang dan sistem hidrologi kompleks seperti di Desa Pakukerto. Kesenjangan informasi ini penting karena asumsi homogenitas pada lahan beririgasi seringkali mengabaikan zona-zona kritis yang membatasi produktivitas. Selain itu, studi ini mengisi celah mengenai efektivitas metode interpolasi deterministik (IDW) sebagai alat penilaian cepat (*rapid assessment*) pada skala desa dengan keterbatasan jumlah titik sampel dibandingkan metode geostatistik yang membutuhkan dataset besar.

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi salah satu pendekatan penting dalam pengembangan pertanian presisi karena kemampuannya dalam menganalisis variabilitas spasial dan visualisasi data lingkungan yang kompleks. SIG memungkinkan penyusunan peta variabilitas lahan, termasuk peta pH dan temperatur tanah yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan pertanian.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode survei lapangan dengan pendekatan deskriptif-spasial untuk menganalisis variabilitas spasial pH tanah dan temperatur tanah pada lahan sawah beririgasi di Desa Pakukerto. Analisis spasial tanah merupakan pendekatan yang banyak digunakan dalam kajian sifat tanah untuk memahami heterogenitas ruang dan membantu pengambilan keputusan dalam pertanian berbasis lokasi (Subhasree et al., 2022).

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman perakaran efektif padi (0–20 cm). Kepadatan pengambilan sampel adalah satu titik mewakili area seluas kurang lebih 10 hektar, yang disesuaikan untuk survei tinjau (*reconnaissance survey*) guna mengidentifikasi variabilitas makro. Untuk meminimalkan bias fluktuasi harian terhadap data temperatur tanah, pengukuran dilakukan serentak pada rentang waktu pukul 08.00–10.00 WIB saat kondisi cuaca cerah.

Metode interpolasi Inverse Distance Weighting (IDW) dipilih karena jumlah titik sampel ($N=25$) terbatas untuk memenuhi asumsi stasioneritas pada metode Geostatistik (Kriging). IDW memiliki keunggulan stabilitas pada dataset kecil dibandingkan Kriging yang memerlukan minimal 30–50 titik untuk pembentukan semivariogram yang valid (Basuki et al., 2025). Validasi model interpolasi dilakukan menggunakan teknik Cross-Validation dengan menghitung nilai Root Mean Square Error (RMSE) untuk menguji akurasi prediksi peta. Selain itu, konsep peta variabilitas spasial pH tanah dan parameter tanah lainnya dilaporkan dalam beberapa studi yang menggunakan teknik interpolasi maupun geostatistik untuk memahami pola sebaran dan pengaruh faktor lingkungan terhadap properti tanah (Armanto et al., 2022).

Peta hasil interpolasi disajikan dalam bentuk peta tematik untuk masing-masing parameter (pH tanah dan temperatur tanah). Seluruh peta ini digunakan untuk mendukung interpretasi dan analisis deskriptif terhadap pola sebaran spasial dan perbedaan

karakteristik tanah antar lokasi penelitian.

Secara statistik, pH tanah pada lokasi penelitian memiliki nilai minimum 4,5 dan maksimum 8,5 dengan nilai rata-rata sekitar 6,2. Rentang nilai ini menunjukkan bahwa kondisi pH tanah bervariasi cukup lebar meskipun berada dalam satu sistem irigasi. Variasi pH yang tinggi mengindikasikan adanya perbedaan kondisi tanah antar lokasi pengamatan. Sementara itu, temperatur tanah berada pada kisaran 25–34 °C dengan variasi yang lebih kecil dibandingkan pH tanah, menunjukkan bahwa temperatur tanah relatif lebih seragam secara spasial. Variabilitas sifat tanah seperti ini umum dijumpai pada lahan pertanian beririgasi dan penting untuk dianalisis secara spasial (SONG et al., 2020a).

Nilai pH tanah hasil pengukuran lapangan pada masing-masing titik pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Status pH tanah pada lahan sawah beririgasi di Desa Pakukerto

Kode Sampel	Dusun	pH Tanah	Klasifikasi pH
JNT 1	Janti	4.5	Masam
JNT 2	Janti	6.4	Agak Masam
JNT 3	Janti	5.6	Agak Masam
JNT 4	Janti	4.5	Netral
JNT 5	Janti	4.5	Netral
GDL 1	Gendol	6.4	Agak Masam
GDL 2	Gendol	7	Netral
GDL 3	Gendol	7	Basa
GDL 4	Gendol	7	Netral
GDL 5	Gendol	6.7	Netral
KMR 1	Kemiri	4.5	Netral
KMR 2	Kemiri	8.5	Netral
KMR 3	Kemiri	8.5	Masam
KMR 4	Kemiri	8.5	Netral
KMR 5	Kemiri	5.2	Basa
PKD 1	Pakunden	5.3	Agak Masam
PKD 2	Pakunden	6.3	Masam
PKD 3	Pakunden	5.5	Netral
PKD 4	Pakunden	5.3	Netral
PKD 5	Pakunden	6.3	Netral
MJL 1	Mojolengko	7	Agak Masam
MJL 2	Mojolengko	4.5	Masam
MJL 3	Mojolengko	8.5	Basa
MJL 4	Mojolengko	8.5	Netral
MJL 5	Mojolengko	5.3	Agak Masam

Sumber: Analisis Data Primer (2025)

Hasil pengukuran temperatur tanah pada lahan sawah beririgasi Desa Pakukerto disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Temperatur tanah pada lahan sawah beririgasi di Desa Pakukerto

Kode Sampel	Dusun	Temperatur Tanah (°C)	Kelas Temperatur
JNT 1	Janti	32	Tinggi
JNT 2	Janti	34	Tinggi
JNT 3	Janti	33	Tinggi
JNT 4	Janti	34	Tinggi
JNT 5	Janti	30	Sedang
GDL 1	Gendol	28	Sedang
GDL 2	Gendol	28	Sedang
GDL 3	Gendol	27	Sedang
GDL 4	Gendol	27	Sedang
GDL 5	Gendol	29	Sedang
KMR 1	Kemiri	26	Sedang
KMR 2	Kemiri	25	Sedang

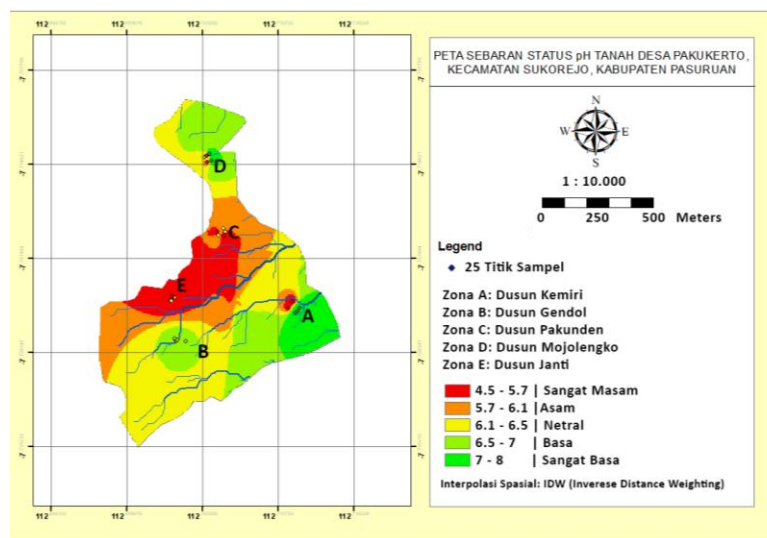
Kode Sampel	Dusun	Temperatur Tanah (°C)	Kelas Temperatur
KMR 3	Kemiri	26	Sedang
KMR 4	Kemiri	26	Sedang
KMR 5	Kemiri	26	Sedang
PKD 1	Pakunden	26	Sedang
PKD 2	Pakunden	25	Sedang
PKD 3	Pakunden	26	Sedang
PKD 4	Pakunden	26	Sedang
PKD 5	Pakunden	25	Sedang
MJL 1	Mojolengko	26	Sedang
MJL 2	Mojolengko	26	Sedang
MJL 3	Mojolengko	28	Sedang
MJL 4	Mojolengko	28	Sedang
MJL 5	Mojolengko	27	Sedang

Sumber: Analisis Data Primer (2025)

3. Hasil dan Pembahasan

Variabilitas pH Tanah pada Lahan Sawah Beririgasi

Sebaran spasial pH tanah pada lahan sawah beririgasi di Desa Pakukerto disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta sebaran status pH tanah Desa Pakukerto, Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Pasuruan

Sumber: Analisis Data Primer (2025)

Hasil pengukuran pH tanah pada lahan sawah beririgasi di Desa Pakukerto menunjukkan adanya variasi nilai pH antar titik pengamatan dan antar dusun. Variasi ini mengindikasikan bahwa kondisi kimia tanah pada wilayah penelitian tidak bersifat homogen meskipun berada dalam satu sistem irigasi. Heterogenitas pH tanah pada lahan pertanian beririgasi umum terjadi akibat perbedaan sumber air, intensitas genangan, serta praktik pengelolaan tanah yang tidak seragam (Weil & Brady, 2017).

Peta sebaran spasial pH tanah hasil interpolasi Inverse Distance Weighting (Gambar 1) memperlihatkan adanya zona dengan tingkat kemasaman yang berbeda. Pola spasial seperti ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pH tanah pada lahan sawah beririgasi cenderung bervariasi secara spasial akibat proses

pencucian, sedimentasi, dan akumulasi bahan terlarut yang dipengaruhi oleh aliran air irigasi (Armanto et al., 2022).

Kondisi masam (pH 4.5) di Dusun Janti dan Mojolengko diduga berkaitan dengan drainase yang terhambat dan akumulasi bahan organik yang mengalami dekomposisi anaerobik, menghasilkan asam-asam organik. Sebaliknya, pH basa (8.5) di Dusun Kemiri kemungkinan dipengaruhi oleh intrusi air irigasi yang kaya kation basa (Ca/Mg) atau bahan induk tanah setempat. Variabilitas ini menegaskan bahwa manajemen air irigasi tunggal tidak menjamin keseragaman kimia tanah.

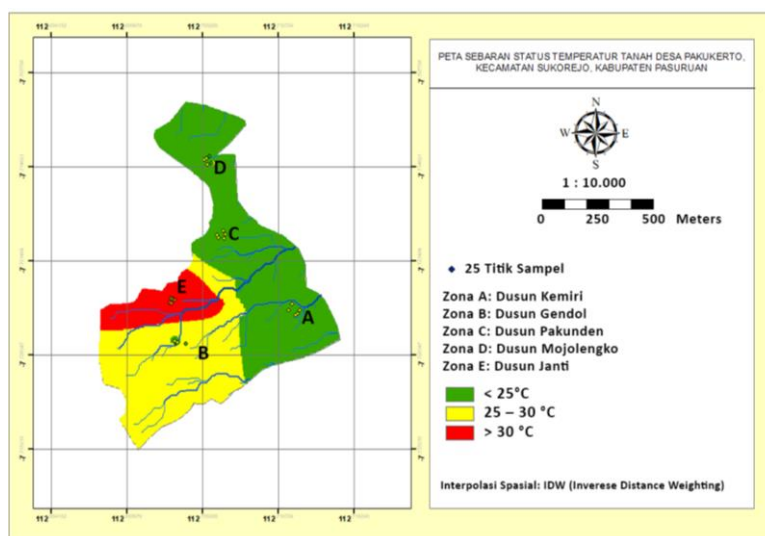
Perbedaan zona tanah masam dan basa menunjukkan adanya perbedaan kondisi lingkungan tanah di setiap lokasi. Tanah dengan pH masam umumnya berkaitan dengan kondisi genangan air yang lebih lama dan drainase yang kurang baik, sehingga memicu proses kimia tanah yang menurunkan pH. Sebaliknya, zona dengan pH netral hingga basa diduga dipengaruhi oleh keberadaan kation basa seperti kalsium dan magnesium yang berasal dari air irigasi atau bahan induk tanah. Pola perbedaan pH antar zona ini sejalan dengan hasil penelitian pada lahan sawah yang menunjukkan bahwa kondisi tata air dan proses kimia tanah berperan penting dalam pembentukan pH tanah (Kong & Lu, 2023).

Variabilitas pH tanah memiliki implikasi langsung terhadap ketersediaan unsur hara. Tanah masam dapat menyebabkan fiksasi fosfor serta menurunkan ketersediaan kalsium dan magnesium, sedangkan pada pH yang lebih tinggi ketersediaan unsur mikro seperti besi dan mangan dapat berkurang. Hubungan antara pH tanah dan ketersediaan unsur hara ini telah dilaporkan secara luas dalam kajian kesuburan tanah dan pengelolaan nutrisi (Kumar, 2022; Laurent et al., 2020). Oleh karena itu, informasi spasial pH tanah sangat penting sebagai dasar penerapan pengelolaan lahan berbasis spesifik lokasi.

Selain faktor alami, variasi pH tanah juga dapat dipengaruhi oleh praktik pengelolaan lahan oleh petani. Perbedaan jenis pupuk, dosis pemupukan, serta penggunaan bahan organik dapat menyebabkan perubahan pH tanah dari waktu ke waktu. Penggunaan pupuk nitrogen secara terus-menerus tanpa pengapuran berpotensi menurunkan pH tanah, sedangkan penambahan bahan organik atau amelioran tertentu dapat membantu mempertahankan pH tanah pada kisaran yang lebih netral. Pengaruh praktik manajemen terhadap perubahan sifat tanah ini telah banyak dilaporkan pada sistem pertanian padi intensif (SONG et al., 2020).

Distribusi Temperatur Tanah

Distribusi spasial temperatur tanah pada lahan sawah beririgasi di Desa Pakukerto ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta sebaran status temperatur tanah Desa Pakukerto, Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Pasuruan
Sumber: Analisis Data Primer (2025)

Hasil pengukuran temperatur tanah pada lahan sawah beririgasi Desa Pakukerto menunjukkan kisaran nilai antara 25 °C hingga 34 °C. Rentang temperatur ini masih berada dalam kisaran umum temperatur tanah pada lahan pertanian tropis, namun menunjukkan adanya perbedaan antar lokasi pengamatan. Variasi temperatur tanah pada lahan sawah beririgasi dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi genangan air, tekstur tanah, serta tingkat keterbukaan permukaan tanah terhadap radiasi matahari (Alli & Omofunmi, 2021).

Peta distribusi spasial temperatur tanah (Gambar 2) menunjukkan pola sebaran yang relatif homogen dengan beberapa zona bersuhu lebih tinggi. Keberadaan air irigasi pada lahan sawah berperan sebagai penyangga suhu, sehingga area dengan genangan air yang lebih stabil cenderung memiliki temperatur tanah yang lebih rendah dibandingkan area dengan genangan dangkal atau drainase yang kurang baik. Pola ini sejalan dengan konsep pengaruh air tanah terhadap dinamika suhu tanah yang telah dijelaskan dalam kajian fisika tanah pertanian (Weil & Brady, 2017).

Temperatur tanah yang mencapai 34°C di zona Janti secara agronomis berisiko meningkatkan laju mineralisasi nitrogen terlalu cepat sebelum diserap tanaman, serta memicu stres pada perakaran (Alli & Omofunmi, 2021). Secara visual dan spasial, terlihat adanya korelasi negatif di mana zona dengan temperatur tinggi (Janti) cenderung memiliki pH masam, sedangkan zona bertemperatur rendah (Kemiri, 25–26°C) cenderung netral hingga basa. Hal ini mengindikasikan bahwa area dengan temperatur tinggi mungkin memiliki kelembaban tanah yang lebih rendah (tanah kering lebih cepat panas), yang pada gilirannya memengaruhi proses oksidasi kimia penyebab kemasaman.

Temperatur tanah yang terukur pada lokasi penelitian sebagian besar masih berada dalam kisaran yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman padi. Perbedaan temperatur antar lokasi relatif kecil sehingga diperkirakan belum memberikan pengaruh langsung yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Namun demikian, temperatur tanah yang lebih tinggi tetap perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi proses mineralisasi unsur hara

dan kondisi perakaran, terutama pada lahan dengan pengelolaan air yang kurang stabil (SONG et al., 2020).

Secara spasial, lokasi dengan temperatur tanah yang lebih tinggi cenderung memiliki nilai pH yang lebih rendah. Pola ini menunjukkan adanya hubungan antara kondisi tata air, temperatur tanah, dan reaksi kimia tanah. Pada area dengan genangan air yang tidak stabil, tanah lebih mudah mengalami pemanasan dan proses oksidasi, yang selanjutnya dapat memengaruhi tingkat kemasaman tanah. Hubungan antar parameter lingkungan seperti ini umum dijumpai pada lahan sawah beririgasi dan perlu dipertimbangkan dalam analisis kondisi lahan (SONG et al., 2020).

Implikasi Spasial terhadap Pengelolaan Lahan

Kombinasi informasi spasial pH tanah dan temperatur tanah memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi lahan sawah beririgasi di Desa Pakukerto. Variabilitas kedua parameter tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan lahan secara seragam berpotensi kurang efektif. Setiap zona lahan memiliki karakteristik tanah yang berbeda sehingga memerlukan pendekatan pengelolaan yang disesuaikan dengan kondisi spesifik lokasi (Malo & Saha, 2025).

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dalam penelitian ini memungkinkan identifikasi zona-zona lahan dengan karakteristik kimia dan fisik tanah yang berbeda secara spasial. Pendekatan ini sejalan dengan konsep pertanian presisi yang menekankan pengelolaan lahan berbasis variabilitas ruang untuk meningkatkan efisiensi input dan keberlanjutan sistem pertanian (McBratney et al., 2005). Dengan demikian, peta pH tanah dan temperatur tanah yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan sawah beririgasi secara lebih efektif dan berkelanjutan.

Peta sebaran pH dan temperatur tanah yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengelolaan lahan sawah secara lebih spesifik lokasi. Informasi pH tanah dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan pengapuran atau penyesuaian jenis pupuk, sedangkan informasi temperatur tanah dapat membantu mengevaluasi kondisi genangan dan pengelolaan air. Dengan demikian, peta ini tidak hanya berfungsi sebagai visualisasi data, tetapi juga sebagai alat pendukung pengambilan keputusan bagi penyuluh pertanian dan petani (SONG et al., 2020).

4. Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa lahan sawah beririgasi di Desa Pakukerto memiliki heterogenitas spasial yang signifikan, dengan pH berkisar 4.5–8.5 dan temperatur 25–34°C. Nilai pH tanah berada pada kisaran masam hingga basa, sedangkan temperatur tanah berkisar antara 25°C hingga 34°C. Variabilitas tersebut mengindikasikan bahwa kondisi lahan sawah tidak bersifat homogen meskipun berada dalam satu sistem irigasi yang sama. Studi ini membuktikan bahwa metode IDW efektif digunakan untuk memetakan variabilitas lahan pada skala desa dengan jumlah sampel terbatas (N=25), memberikan alternatif biaya rendah dibandingkan survei grid padat. Temuan ini merekomendasikan intervensi spesifik lokasi: (1) Pemberian kapur pertanian atau dolomit diperlukan segera di zona Janti dan Mojolengko (pH <5), (2) Penggunaan pupuk yang bersifat mengasamkan (seperti ZA) harus dihindari di zona tersebut namun dapat diterapkan di zona Kemiri (pH >8), dan (3) Manajemen tata air perlu diperbaiki di zona bertemperatur tinggi (>30°C)

untuk menjaga penyangga suhu tanah agar optimal bagi aktivitas mikrobiologi. Secara keseluruhan, hasil pemetaan spasial menunjukkan bahwa variasi pH tanah memiliki implikasi pengelolaan yang lebih langsung dibandingkan variasi temperatur tanah, mengingat perbedaan temperatur yang teramati relatif kecil dan masih berada dalam kisaran toleransi tanaman padi. Oleh karena itu, peta pH dan temperatur tanah yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga berfungsi sebagai alat pendukung pengambilan keputusan bagi penyuluh pertanian dan petani dalam merencanakan pengelolaan lahan sawah secara spesifik lokasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Kelompok Tani di Desa Pakukerto Kecamatan Sukorejo Kabupaten Pasuruan Provinsi Jawa Timur yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

5. Referensi

- Alli, A. A., & Omofunmi, O. E. (2021). A review of soil temperature under a controlled irrigation system. *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*, 13(1).
- Armanto, M. E., Zuhdi, M., Setiabudidaya, D., Ngudiantoro, N., Wildayana, E., Hermawan, A., & Imanudin, M. S. (2022). Deciphering Spatial Variability and Kriging Mapping for Soil pH and Groundwater Levels. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands*, 11(2), 187–196. <https://doi.org/10.36706/jlso.11.2.2022.577>
- Basuki, B., Fatmawati, A., & Rohman, F. A. (2025). Mapping Soil Fertility Status of Alluvial Formations Using the SFI Method and Kriging Interpolation Geographic Information Systems. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 14(1). <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v14i1.1-9>
- Bouslih, Y., John, K., Miftah, A., Azmi, R., Aboutayeb, R., Bouasria, A., Razouk, R., & Hssaini, L. (2024). The effect of covariates on Soil Organic Matter and pH variability: a digital soil mapping approach using random forest model. *Annals of GIS*, 30(2), 215–232. <https://doi.org/10.1080/19475683.2024.2309868>
- Buladaco II, M. S., Tandugon, H. M. F., Bunquin, M. A. B., Sanchez, P. B., Bugia, S. A. C., Yales, N. A. P., & Casacop, S. M. (2024). Mapping and Assessment of Within-field Spatial Variability of Soil pH, Electrical Conductivity, and Particle Size Distribution to Delineate Management Zones. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 25(10), 75–86. <https://doi.org/10.12912/27197050/191244>
- Buladaco, M. S., Tandugon, H. M. F., Bunquin, M. A. B., Sanchez, P. B., Bugia, S. A. C., Yales, N. A. P., & Casacop, S. M. (2024). Mapping and Assessment of Within-Field Spatial Variability of Soil pH, Electrical Conductivity, and Particle Size Distribution to Delineate Management Zones. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 25(10). <https://doi.org/10.12912/27197050/191244>
- Hastuti, I. T., Djuuna, I. A. F., Baan, S., Bachri, S., Kubangun, S. H., & Musaad, I. (2025). Spatial Distribution of Soil Properties and Soil Fertility Status in the Paddy Rice Field of Oransbari. *JOURNAL OF TROPICAL SOILS*, 30(2), 61–68. <https://doi.org/10.5400/jts.2025.v30i2.61-68>
- Jiang, Z., Yin, Z., Li, X., Chen, D., Huang, M., Zhou, Y., Wu, T., Zhao, M., Wang, W., & Zhang, Y. (2024). Spatial Heterogeneity of Soil Nutrient in Principal Paddy and Cereal Production Landscapes of Fengtai County within the Huai River Basin, Eastern China. *Applied Sciences*, 14(19), 9087. <https://doi.org/10.3390/app14199087>
- Kong, F., & Lu, S. (2023). Inorganic amendments improve acidic paddy soils: Effects on soil properties, Al fractions, and microbial communities. *Chemosphere*, 331, 138758. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138758>
- Kumar, P. (2022). *Soil Fertility and Fertilizers by John L. Havlin (z-lib.org)*.
- Laurent, C., Bravin, M. N., Crouzet, O., Pelosi, C., Tillard, E., Lecomte, P., & Lamy, I. (2020). Increased soil pH and dissolved organic matter after a decade of organic fertilizer application mitigates copper and zinc availability despite contamination. *Science of The Total Environment*, 709, 135927. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135927>

- Malo, S. K., & Saha, S. (2025). Assessment of the soil fertility index (SFI) for sustainable nutrient management in rice-based cropping systems of Barind tract of West Bengal, India. *Discover Soil*, 2(1), 96. <https://doi.org/10.1007/s44378-025-00130-8>
- McBratney, A., Whelan, B., Ancev, T., & Bouma, J. (2005). Future Directions of Precision Agriculture. *Precision Agriculture*, 6(1), 7–23. <https://doi.org/10.1007/s11119-005-0681-8>
- Min, X., Xiao, L., Li, Z., Li, P., Wang, F., Liu, X., Chen, S., Wang, Z., & Pan, L. (2024). Effects of Incubation Temperature and Sludge Addition on Soil Organic Carbon and Nitrogen Mineralization Characteristics in Degraded Grassland Soil. *Agronomy*, 14(7), 1590. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071590>
- Rejeb, A., Rejeb, K., Abdollahi, A., & Hassoun, A. (2024). Precision agriculture: A bibliometric analysis and research agenda. In *Smart Agricultural Technology* (Vol. 9). <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100684>
- Sholihin, M. I., & Fuad, I. L. (2018). AKSESIBILITAS PETANI TERHADAP LEMBAGA KEUANGAN (Studi Kasus: Petani Desa Pakukerto Kecamatan Sukorejo). *Agromix*, 9(1). <https://doi.org/10.35891/agx.v9i1.1366>
- SONG, F., XU, M., DUAN, Y., CAI, Z., WEN, S., CHEN, X., SHI, W., & COLINET, G. (2020b). Spatial variability of soil properties in red soil and its implications for site-specific fertilizer management. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(9), 2313–2325. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63221-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63221-X)
- Subhasree, N., Sajeena, S., Prasanthi, K., & Hakkim, V. M. A. (2022). Spatial Variability Mapping of Soil Chemical Properties Using GIS & GPS. *International Journal of Environment and Climate Change*, 512–520. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2022/v12i121488>
- Weil, R., & Brady, N. (2017). *The Nature and Properties of Soils. 15th edition* (5th ed.). Pearson Education.
- Wijayanto, Y., Kustianto, M. A. D., Budiman, S. A., & Purnamasari, I. (2022). Using Geostatistics for Spatial Analysis of Soil Moisture Content, Electrical Conductivity, and pH at Paddy Fields. *JOURNAL OF TROPICAL SOILS*, 28(2), 47–56. <https://doi.org/10.5400/jts.2023.v28i2.47-56>