



## Perubahan Sebaran Spatio Temporal Kadar N, P, K, EC, dan pH Akibat Perlakuan Aplikasi Jerami Terfermentasi Selama Pertumbuhan Padi (*Oryza Sativa. L*)

*Spatio-Temporal Distribution Changes of N, P, K, EC, and pH Due to Application of Fermented Straw during Rice Growth (Oryza sativa L.)*

Mohammad Zidane Nazali, I Made Anom Sutrisna Wijaya\*, Ni Nyoman Sulastri

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

### ABSTRAK

Padi (*Oryza sativa L.*) merupakan salah satu tanaman pangan utama di dunia, khususnya di Asia. Menurut data Organisasi Pangan dan Pertanian PBB, lebih dari 3 miliar orang mengandalkan padi sebagai sumber utama karbohidrat. Tingkat kesuburan tanah sawah penting untuk diketahui guna mencegah kekurangan nutrisi ketersediaan unsur hara seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K), serta parameter penting lainnya seperti *Electrical Conductivity* (EC) dan derajat keasaman (pH). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sebaran spatio-temporal kadar N P K EC pH Akibat Pengaplikasian Jerami Padi (*Oryza Sativa. L*) Terfermentasi. Penelitian ini dilakukan di lahan percobaan Fakultas Teknologi Pertanian, Desa Jegu, Penebel, Tabanan. Metode penelitian menggunakan enam kombinasi perlakuan, yaitu kombinasi lama fermentasi (1, 2, dan 3 Minggu) dan dosis *Trichoderma* (1 dan 2 Dosis standar), masing-masing diulang tiga kali. Penelitian ini menggunakan analisis spasial dan temporal. Data hasil pengukuran menggunakan soil sensor akan dianalisis menggunakan Microsoft Excel dan QGIS dengan metode interpolasi *Kriging*. Hasil penelitian menunjukkan, perlakuan 1 Dosis 3 Minggu fermentasi (1D3M) menunjukkan hasil yang lebih baik dalam menjaga beberapa parameter kesuburan tanah. Kadar (N) menunjukkan peningkatan total sebesar 8 mg/kg. Kadar (P), peningkatan total sebesar 37 mg/kg. Kadar (K), peningkatan total sebesar 32 mg/kg, dan Kadar (EC) peningkatan total sebesar 74  $\mu$ S/cm. Sementara itu, parameter pH pada semua perlakuan, termasuk kontrol, berhasil dipertahankan dalam kisaran ideal untuk pertumbuhan tanaman padi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan jerami padi terfermentasi dengan inokulan *Trichoderma*. mengalami perubahan peningkatan kadar N P K EC pH selama masa tanam berlangsung selama dua periode.

**Kata kunci:** Jerami padi terfermentasi, *Kriging*, NPK tanah, spatio-temporal *Trichoderma*

### ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa L.*) is a global food staple, especially in Asia, providing carbohydrates for over 3 billion people. Maintaining soil fertility is crucial for its cultivation, particularly regarding essential nutrients like nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K), along with soil properties such as electrical conductivity (EC) and pH. This study examined how the application of fermented rice straw affected the spatio-temporal distribution of these parameters. Conducted in Tabanan, the research used a factorial design with six treatments: three fermentation durations (1, 2, and 3 weeks) and two doses of *Trichoderma* inoculum (1 and 2 standard doses), each replicated three times. Data from soil sensors were analyzed using Microsoft Excel and QGIS with the *Kriging* interpolation method to map changes. The results showed that the treatment involving one dose of *Trichoderma* inoculum and a three-week fermentation period (1D3M) was most effective at improving soil fertility. This treatment led to a significant increase in key nutrient levels and EC. Specifically, nitrogen increased by 8 mg/kg, phosphorus by 37 mg/kg, and potassium by 32 mg/kg. electrical conductivity also saw a notable increase of 74  $\mu$ S/cm. Interestingly, all treatments, including the control, successfully maintained the pH within the ideal range for rice growth. The study concludes that applying fermented rice straw with a *Trichoderma* inoculum effectively enhances and increases the levels of N, P, K, and EC, thereby improving soil fertility over two growing seasons

**Keyword:** Fermented rice straw, *Kriging*, soil NPK, *Trichoderma*, spatio-temporal

#### \*Corresponding author:

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia.

Email: [anomsw@unud.ac.id](mailto:anomsw@unud.ac.id)

Masuk: 08 Agustus 2025;

Direvisi: 08 Agustus 2025;

Diterima: 29 Agustus 2025;

Terbit: 30 April 2026

## PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) adalah tanaman pangan vital bagi miliaran orang di dunia, terutama di Asia. Seiring meningkatnya populasi, kebutuhan akan produksi padi yang berkelanjutan menjadi sangat mendesak untuk menjaga ketahanan pangan global (FAO, 2020). Salah satu faktor kunci yang menentukan produktivitas padi adalah kesuburan tanah, yang mencakup ketersediaan unsur hara esensial seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K), serta kondisi kimia tanah seperti *Electrical Conductivity* (EC) dan pH (Yulia et al., 2019). Praktik pertanian intensif seringkali mengandalkan pupuk kimia sintetis secara berlebihan. Meskipun dapat meningkatkan hasil panen dalam jangka pendek, penggunaan yang tidak bijaksana dapat menyebabkan degradasi lahan, pencemaran lingkungan, dan penurunan kesuburan tanah jangka panjang (Iskandar & Pratiwi, 2020). Oleh karena itu, diperlukan alternatif yang lebih ramah lingkungan untuk meningkatkan dan mempertahankan kesuburan tanah. Pemanfaatan limbah pertanian seperti jerami padi merupakan salah satu solusi potensial. Jerami adalah sumber bahan organik yang melimpah, murah, dan mudah didapat (Suhartatik & Roechan, 2001). Pengomposan atau fermentasi jerami dapat mempercepat proses dekomposisi dan pelepasan unsur hara. Proses ini dapat dioptimalkan dengan penggunaan inokulan mikroba seperti jamur *Trichoderma sp.*, yang dikenal sebagai agen biofertilizer dan biokontrol yang mampu meningkatkan ketersediaan hara dan kesehatan tanah (Harman, 2020).

Untuk memahami dampak perlakuan ini secara komprehensif, analisis spatio-temporal diperlukan. Pendekatan ini memungkinkan visualisasi dan analisis perubahan parameter tanah dalam dimensi ruang (spasial) dan waktu (temporal). Dengan bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG) seperti QGIS. QGIS adalah perangkat lunak SIG open-source yang digunakan untuk mengelola, menganalisis, dan memvisualisasikan data geospasial. Perangkat ini intuitif dan mendukung berbagai format data, menjadikannya populer di berbagai bidang seperti pertanian, perencanaan tata ruang, dan pengelolaan sumber daya alam. Di Indonesia, QGIS banyak digunakan oleh peneliti dan pemerintah untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data, terutama dalam penelitian pertanian, karena kemampuannya mengolah data dari berbagai sumber untuk analisis yang akurat. Interpolasi *Kriging* adalah teknik yang banyak digunakan untuk memperkirakan nilai data yang hilang, dengan mempertimbangkan struktur spasial data. Metode ini memanfaatkan model variogram untuk menggambarkan korelasi spasial, menghasilkan prediksi yang lebih akurat dibandingkan interpolasi sederhana. *Kriging* sering dipilih dalam pemetaan dan analisis spasial karena kemampuannya mengurangi kesalahan estimasi dan memberikan distribusi nilai yang lebih realistis. Beberapa penelitian di Indonesia telah membuktikan efektivitas *Kriging* dalam mengolah data spasial lokal, seperti pemodelan kualitas air, pemetaan kontur tanah, dan estimasi curah hujan. Penerapan *Kriging* semakin mudah berkat kemajuan teknologi GIS.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Perubahan Sebaran spatio-temporal kadar N P K EC pH Akibat Pengaplikasian Jerami Padi (*Oryza Sativa. L*) Terfermentasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi petani dalam memaksimalkan penggunaan sisa hasil pertanian untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi melalui peningkatan kadar N, P, K, EC, dan pH pada tanah yang dapat dilihat melalui peta sebaran spatio dan temporal.

## METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Fakultas Teknologi Pertanian, Desa Jegu, Penebel, Tabanan, Bali. Pelaksanaan penelitian berlangsung selama satu musim tanam padi, dari bulan Februari hingga Juni 2025.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi jerami padi (*Oryza sativa* L.), inokulan *Trichoderma*, dan tanah lahan percobaan. Peralatan yang digunakan antara lain *soil sensor* HMI043W016-soil-1ch untuk mengukur N, P, K, EC, pH, suhu, dan kelembaban tanah, GPS untuk pencatatan titik koordinat, laptop, serta perangkat lunak QGIS dan Microsoft Excel untuk analisis data

## Pelaksanaan Penelitian

1. Fermentasi Jerami: Jerami padi difermentasi dalam enam gundukan dengan tiga perlakuan lama waktu (1, 2, dan 3 minggu) dan dua perlakuan dosis inokulan *Trichoderma* (1D: 0,5 kg/50L air; 2D: 1 kg/50L air).
2. Pengolahan Lahan dan Aplikasi: Lahan dibajak dan dipetakan menjadi 21 petak, yang terdiri dari 6 jenis perlakuan dengan kode D (Dosis), M (Minggu) yang sudah ditentukan (1D3M, 2D3M, 2D2M, 1D2M, 2D1M, 1D1M.) dan kode Kt (Kontrol). Jerami yang telah difermentasi sesuai perlakuan ditebar secara merata di petak masing-masing.
3. Pengukuran Parameter Tanah: Pengukuran N, P, K, EC, dan pH dilakukan pada 3 titik di setiap petak. Pengukuran ini diambil selama 2 periode tanam sebanyak 7 kali pengukuran, pengukuran pertama sebelum pengaplikasian (0 HST), pengukuran kedua pada saat ngenyatin pertama (14 HST), pengukuran ketiga pada saat ngenyatin kedua (28 HST), pengukuran keempat pada saat setelah panen (115 HST), pengukuran kelima dilakukan pada saat ngenyatin pertama di periode kedua (14 HST), pengukuran keenam dilakukan pada saat ngenyatin kedua di periode kedua (28 HST), dan pengukuran ketujuh dilakukan pada saat setelah panen kedua (115 HST).

Analisis Data: Penelitian ini menggunakan analisis spasial dan temporal. Data hasil pengukuran diolah menggunakan Microsoft Excel. Selanjutnya, data diimpor ke dalam perangkat lunak QGIS untuk analisis spasial. Peta sebaran spasial untuk setiap parameter dibuat menggunakan metode interpolasi geostatistik *Kriging* untuk memvisualisasikan perubahan spatio-temporal di seluruh area penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

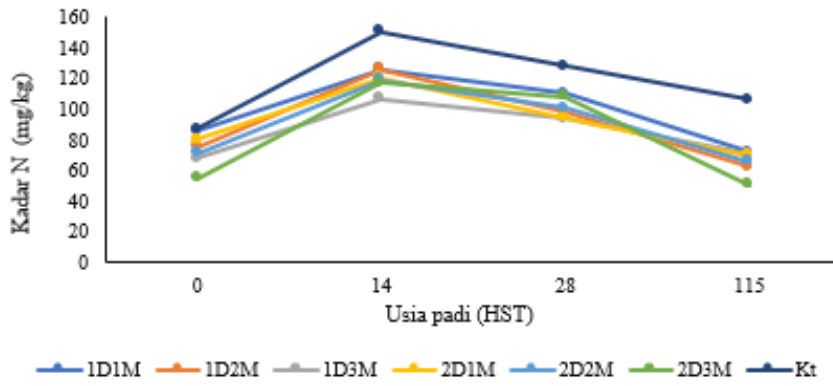
Hasil pengukuran menunjukkan adanya dinamika perubahan pada semua parameter tanah sebagai respons terhadap aplikasi jerami padi terfermentasi.

### 1. Perubahan Kadar Nitrogen (N)

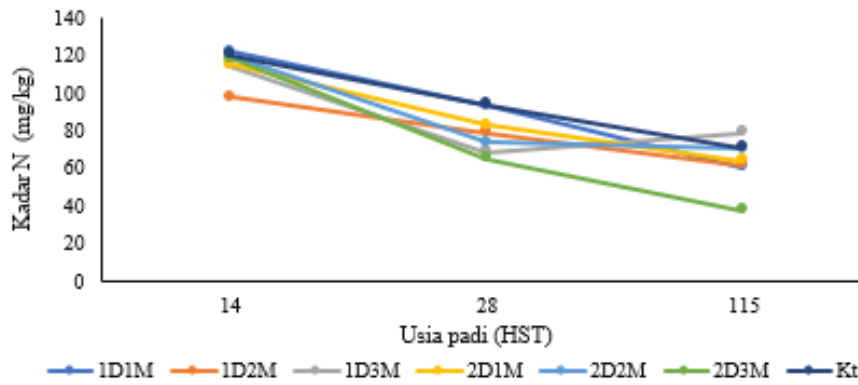
Kadar N menunjukkan peningkatan pada 14 HST, yang diatribusikan pada mineralisasi bahan organik yang melepaskan N tersedia (Prasetyo & Suriadikarta, 2006). Setelah mencapai puncak, kadar N menurun secara bertahap hingga 115 HST. Penurunan ini disebabkan oleh serapan N yang intensif oleh tanaman pada fase pertumbuhan vegetatif dan generatif, serta kehilangan N melalui proses denitrifikasi di tanah sawah yang anaerobik (Utami & Wibowo, 2011).

**Tabel 1.** Hasil pengukuran kadar N selama dua periode tanam

Periode	Perlakuan		Nitrogen (mg/kg)			
	Dosis	Lama fermentasi	0	14	28	115
1	1 dosis	1 minggu	85	125	110	72
	1 dosis	2 minggu	75	126	98	62
	1 dosis	3 minggu	68	107	94	70
	2 dosis	1 minggu	80	120	94	70
	2 dosis	2 minggu	71	119	101	66
	2 dosis	3 minggu	55	117	108	50
	Kt	Kt	87	150	128	106
2	1 dosis	1 minggu		122	93	61
	1 dosis	2 minggu		98	79	61
	1 dosis	3 minggu		115	69	79
	2 dosis	1 minggu		115	83	64
	2 dosis	2 minggu		120	73	70
	2 dosis	3 minggu		119	65	38
	Kt	Kt		120	94	71

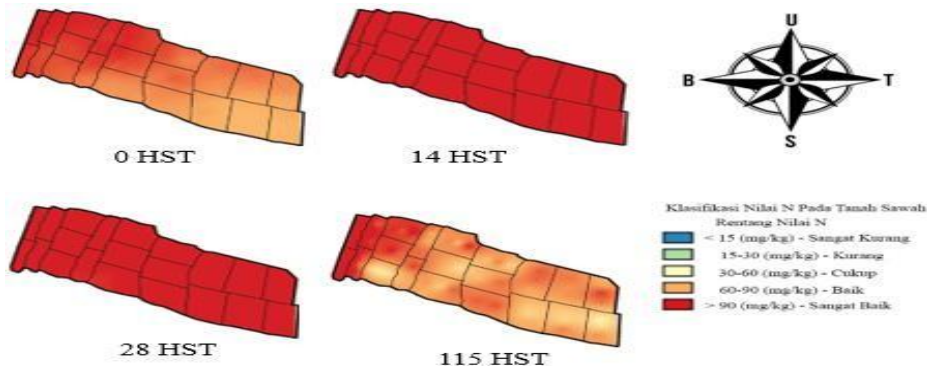


Gambar 1. Grafik perubahan kadar Nitrogen periode tanam pertama

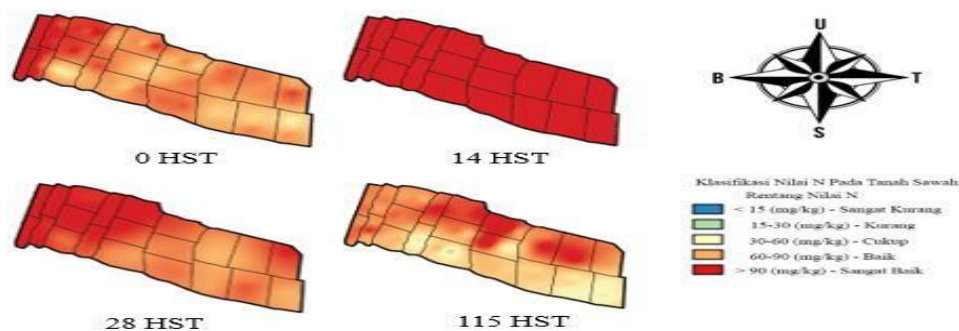


Gambar 2. Grafik perubahan kadar Nitrogen periode tanam kedua

Pada periode tanam pertama, perlakuan kontrol awalnya menunjukkan kadar nitrogen (N) yang paling tinggi, mencapai 150 mg/kg pada 14 HST, namun kemudian menurun drastis menjadi 106 mg/kg pada 115 HST. Sebaliknya, perlakuan 1 dosis 3 minggu fermentasi (1D3M) memiliki kadar N yang lebih rendah di awal (68 mg/kg pada 0 HST dan 107 mg/kg pada 14 HST). Memasuki periode tanam kedua, kontrol juga menunjukkan kadar N yang relatif tinggi (120 mg/kg pada 14 HST) sebelum menurun menjadi 71 mg/kg pada 115 HST. Namun, perlakuan 1D3M pada periode kedua menunjukkan pola yang berbeda: kadar N mencapai 115 mg/kg pada 14 HST, turun menjadi 69 mg/kg pada 28 HST, dan kemudian meningkat kembali menjadi 79 mg/kg pada 115 HST.



Gambar 3. Peta sebaran spasial Nitrogen periode tanam pertama



**Gambar 4.** Peta sebaran spasial Nitrogen periode tanam kedua

Analisis peta sebaran kadar nitrogen (N) menunjukkan pola konsisten di mana N cenderung menurun seiring waktu tanam di semua perlakuan, termasuk kontrol. Pada periode pertama, sebagian besar area perlakuan dan kontrol menunjukkan kadar N sangat baik (> 90 mg/kg) pada 14 HST, ditandai warna merah tua. Namun, seiring waktu, warna peta berubah menjadi oranye (rentang baik) pada 28 HST dan lebih muda pada 115 HST, menandakan penurunan N akibat penyerapan tanaman. Meskipun demikian, pada 115 HST periode pertama, kadar N kontrol masih tergolong sangat baik.

Pada periode kedua, tren serupa terjadi dengan kadar N sangat baik pada 14 HST. Namun, pada 28 HST, penurunan N lebih jelas dengan munculnya warna oranye (rentang baik). Pada 115 HST, pola sebaran N semakin bervariasi; beberapa area perlakuan menunjukkan kadar N rendah (kuning/rentang cukup), sementara perlakuan seperti 1D3M, 2D2M, 1D2M, dan 1D1M mempertahankan kadar N yang sangat baik. Di antara keempat perlakuan tersebut, hanya 1D3M yang menonjol dengan kadar N akhir yang tinggi. Perlu dicatat, meskipun kontrol menunjukkan kadar N lebih baik di periode pertama, pada periode kedua kadar N kontrol menurun karena tidak adanya aplikasi jerami terfermentasi, berbeda dengan perlakuan yang diberi jerami terfermentasi yang mampu mempertahankan ketersediaan N lebih baik hingga akhir siklus tanam.

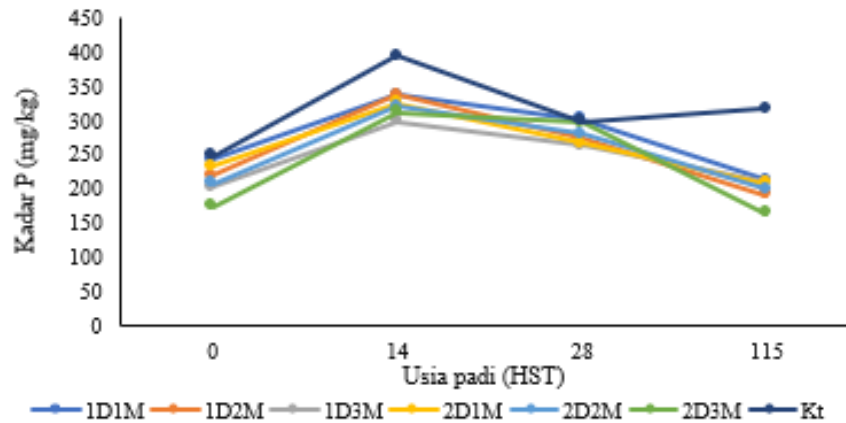
**2. Perubahan Kadar Fosfor (P)**

Kadar P juga mengalami peningkatan pada 14 HST. Ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme selama fermentasi yang mempercepat proses pelarutan P, sehingga meningkatkan ketersediaannya (Pratama et al., 2019). Penurunan selanjutnya terjadi karena serapan oleh tanaman dan kemungkinan fiksasi P oleh tanah, yang mengubahnya menjadi bentuk yang kurang tersedia.

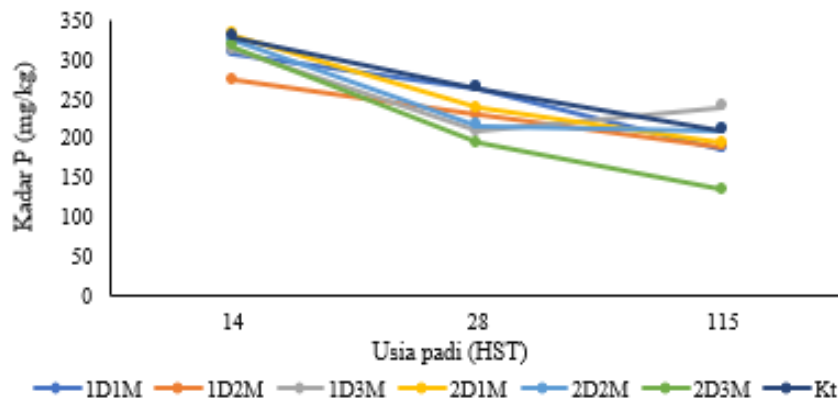
**Tabel 2.** Hasil pengukuran kadar Fosfor selama dua periode tanam.

Periode	Perlakuan		Fosfor (mg/kg)			
	Dosis	Lama fermentasi	0 HST	14 HST	28 HST	115 HST
1	1 dosis	1 minggu	243	337	302	213
	1 dosis	2 minggu	220	337	273	191
	1 dosis	3 minggu	202	299	263	209
	2 dosis	1 minggu	232	325	267	208
	2 dosis	2 minggu	208	321	280	199
	2 dosis	3 minggu	173	312	296	163
	Kt	Kt	247	394	298	318
	1 dosis	1 minggu	314	307	262	186
2	1 dosis	2 minggu	289	273	229	188
	1 dosis	3 minggu	204	311	209	239
	2 dosis	1 minggu	371	331	237	194

2 dosis	2 minggu	317	324	216	209
2 dosis	3 minggu	247	316	194	133
Kt	Kt	344	329	263	210

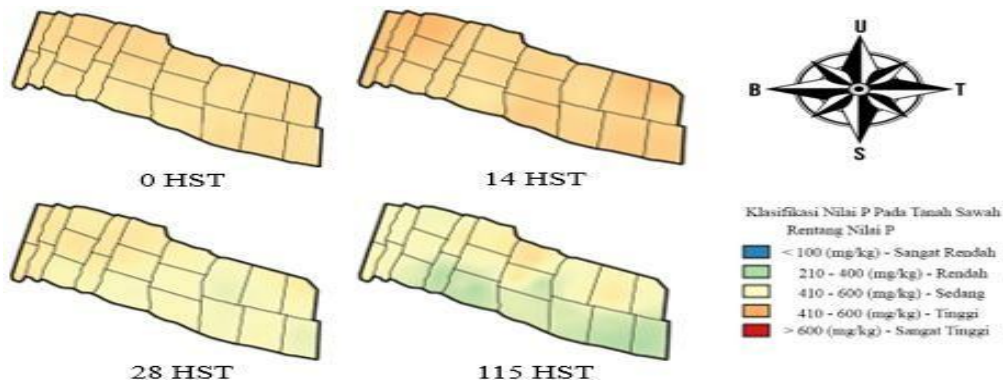


Gambar 5. Grafik perubahan kadar Fosfor periode tanam pertama

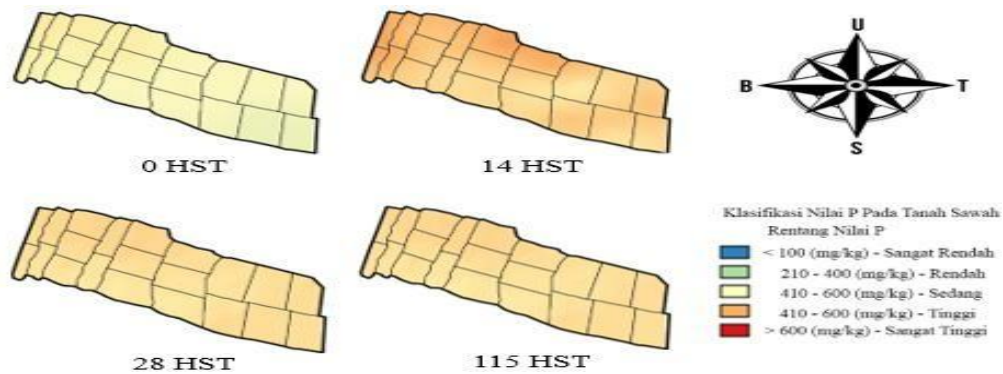


Gambar 6. Grafik perubahan kadar Fosfor periode tanam kedua

Kadar fosfor (P) dalam tanah sawah berfluktuasi seiring perlakuan dan waktu tanam. Pada periode pertama, kadar P umumnya meningkat signifikan dari 0 ke 14 HST, lalu menurun hingga 115 HST. Perlakuan kontrol menunjukkan puncak P tertinggi (394 mg/kg pada 14 HST) dan kadar akhir yang tinggi (318 mg/kg pada 115 HST). Pola serupa terjadi pada perlakuan lainnya, dengan puncak P pada 14 HST sebelum menurun. Namun, perlakuan 1 dosis 3 minggu fermentasi (1D3M) pada periode kedua menunjukkan pola unik, di mana kadar P menurun drastis pada 28 HST tetapi kemudian meningkat kembali menjadi 239 mg/kg pada 115 HST. Perlakuan 1D3M pada periode kedua dapat dianggap lebih baik dibandingkan kontrol karena mampu mempertahankan kadar P lebih terkendali di akhir masa tanam, bahkan mengalami kenaikan kembali. Fenomena ini mengindikasikan bahwa proses fermentasi yang lebih lama memungkinkan pupuk melepaskan fosfor secara perlahan dan berkelanjutan, yang krusial untuk memastikan ketersediaan nutrisi hingga fase panen (Sari & Pratama, 2023). Ketersediaan P yang stabil ini penting karena perannya dalam pembentukan bunga, buah, dan biji tanaman (Wulandari & Handoko, 2022). Sebaliknya, kontrol dan perlakuan lain cenderung mengalami penurunan P terus-menerus, yang berpotensi menyebabkan defisiensi nutrisi.



**Gambar 7.** Peta spasial kadar Fosfor periode tanam pertama



**Gambar 8.** Peta spasial kadar Fosfor periode tanam kedua

Analisis spasial kadar fosfor tanah sawah (Gambar 7 dan 8) menunjukkan variasi awal dari rendah hingga tinggi, mencerminkan ketersediaan alami atau residu pupuk, konsisten dengan penelitian (Lestari dan Pratama 2021) tentang pentingnya pemantauan fosfor. Seiring waktu (14, 28, dan 115 HST), distribusi fosfor bergeser; beberapa area meningkat akibat penambahan pupuk atau mineralisasi bahan organik, sementara lainnya tetap rendah atau sedang karena penyerapan tanaman. Variabilitas spasial dan temporal ini menekankan perlunya strategi pemupukan fosfor yang disesuaikan per petak untuk efisiensi maksimum, sejalan dengan saran (Suryani dan Widodo 2020) mengenai aplikasi pupuk P yang tepat waktu dan dosis.

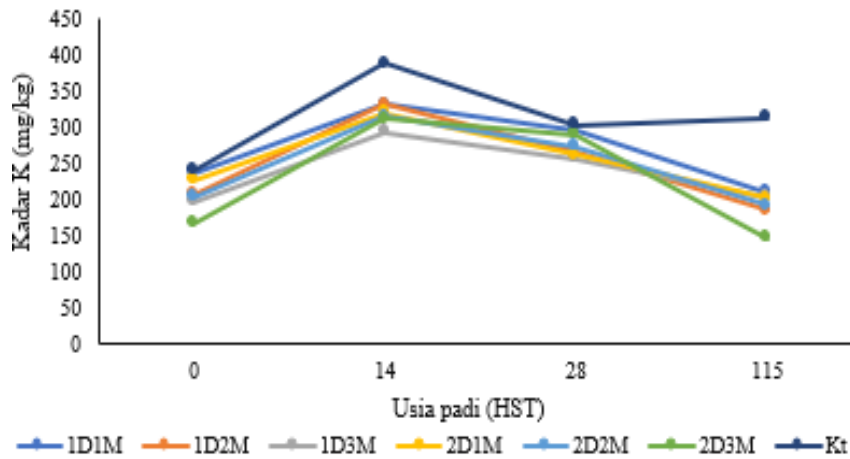
### 3. Perubahan Kadar Kalium (K)

Pola perubahan kadar K serupa dengan N dan P. Peningkatan awal terjadi karena pelepasan K dari bahan organik terfermentasi. Kalium di dalam tanah kemudian diserap oleh tanaman dan sebagian dapat hilang melalui pencucian (*leaching*) (Susilawati et al., 2020), menyebabkan penurunan kadar K menjelang panen.

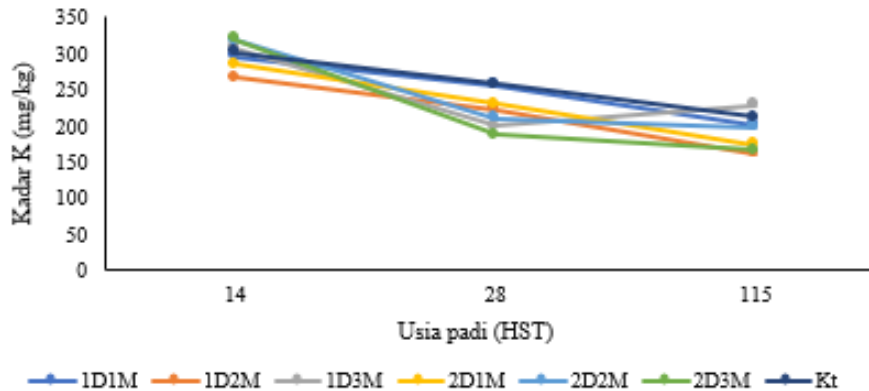
**Tabel 3.** Hasil pengukuran kadar K selama dua periode tanam

Periode	Perlakuan		Kalium (mg/kg)			
	Dosis	Lama fermentasi	0 HST	14 HST	28 HST	115 HST
1	1 dosis	1 minggu	237	331	296	210
	1 dosis	2 minggu	206	332	267	184
	1 dosis	3 minggu	196	293	257	203
	2 dosis	1 minggu	226	320	261	201
	2 dosis	2 minggu	202	315	274	192

	2 dosis	3 minggu	166	311	291	146
	Kt	Kt	241	389	303	313
	1 dosis	1 minggu		296	256	200
	1 dosis	2 minggu		267	223	161
	1 dosis	3 minggu		307	199	228
2	2 dosis	1 minggu		286	231	174
	2 dosis	2 minggu		319	210	198
	2 dosis	3 minggu		320	187	166
	Kt	Kt		301	257	211



**Gambar 9.** Grafik perubahan kadar Kalium periode tanam pertama

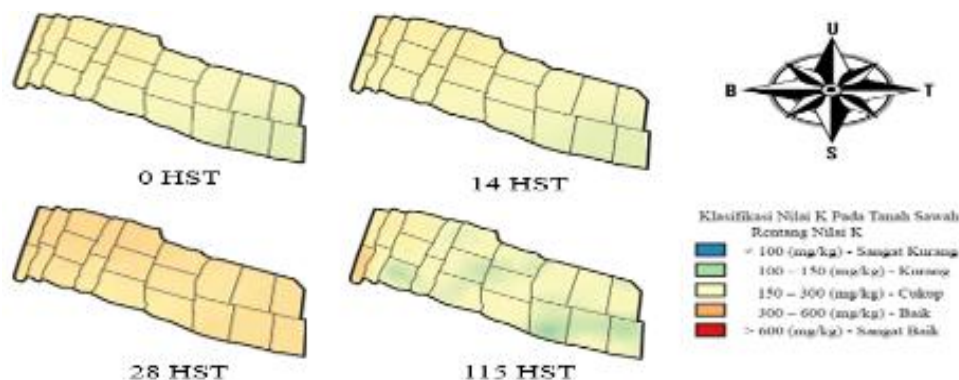


**Gambar 10.** Grafik perubahan kadar Kalium periode kedua

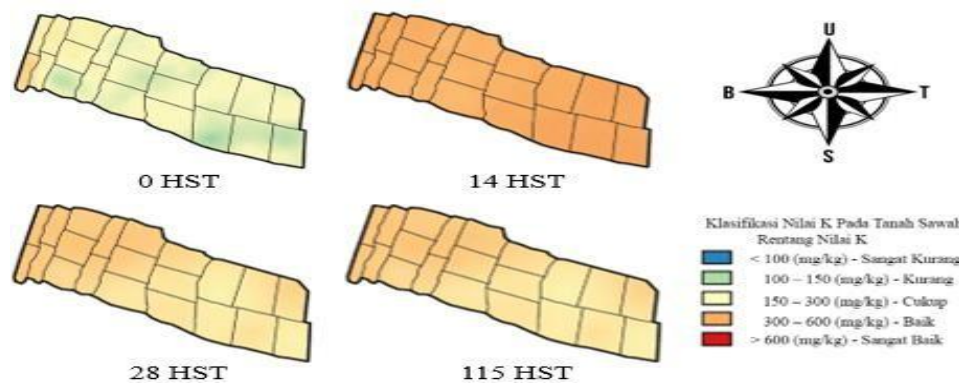
Kadar kalium (K) umumnya mengalami lonjakan dari 0 ke 14 HST, lalu menurun hingga 115 HST. Pada periode pertama, perlakuan kontrol (Kt) menunjukkan kadar K tertinggi di awal (389 mg/kg pada 14 HST) dan akhir (313 mg/kg pada 115 HST), dengan pola penurunan signifikan dari puncaknya pada 14 HST yang juga terlihat pada perlakuan lain. Fenomena ini mengindikasikan adanya penyerapan K masif oleh tanaman pada fase awal pertumbuhan hingga generatif.

Namun, perlakuan 1 dosis 3 minggu fermentasi (1D3M) menunjukkan pola yang paling menguntungkan. Pada periode kedua, kadar K pada perlakuan ini menurun dari 307 mg/kg (14 HST) menjadi 199 mg/kg (28 HST), tetapi kemudian meningkat kembali menjadi 228 mg/kg pada 115 HST. Pola kenaikan di akhir masa tanam ini sangat penting, menunjukkan bahwa pupuk yang diaplikasikan memiliki mekanisme pelepasan nutrisi yang lebih stabil dan berkelanjutan, memastikan pasokan K tersedia bagi tanaman hingga fase panen (Pranoto & Hidayat, 2017).

Sebaliknya, perlakuan kontrol pada periode kedua, meskipun memiliki kadar K awal yang cukup tinggi (301 mg/kg), cenderung mengalami penurunan terus-menerus dan hanya tersisa 211 mg/kg di akhir masa tanam, menunjukkan efektivitas yang kurang baik dalam mempertahankan ketersediaan K jangka panjang.



Gambar 11. Peta spasial kadar Kalium periode tanam pertama



Gambar 12. Peta spasial kadar Kalium periode tanam kedua

Pada periode pertama dan kedua, ketersediaan Kalium di lahan sawah menunjukkan penurunan dari kondisi awal yang cukup hingga baik (150-600 mg/kg) menjadi kurang hingga cukup seiring berjalannya waktu tanam, terutama pada 14, 28, dan 115 HST. Penurunan ini disebabkan oleh penyerapan Kalium yang tinggi oleh tanaman padi untuk pertumbuhan dan pengisian gabah, serta kemungkinan kehilangan Kalium akibat pencucian atau fiksasi tanah. Dinamika spasial ini menggarisbawahi pentingnya pemetaan Kalium untuk mengidentifikasi area yang rentan terhadap kekurangan hara dan merancang strategi pemupukan yang lebih tepat sasaran.

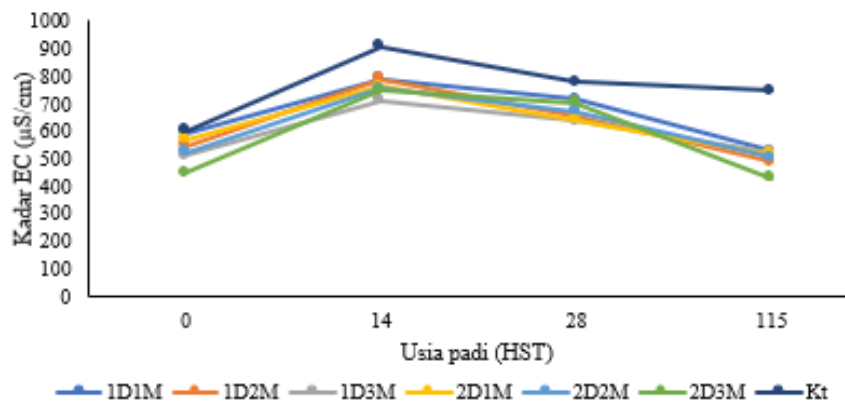
#### 4. Perubahan Kadar *Electrical Conductivity* (EC)

Umumnya, EC meningkat dari 0 ke 14 hari setelah tanam (HST) karena pelepasan ion terlarut dari bahan organik hasil fermentasi dan pupuk. Namun, setelah 14 HST, EC cenderung menurun hingga 28 dan 115 HST, terutama akibat penyerapan ion oleh tanaman padi, pencucian (*leaching*), dan imobilisasi oleh mikroorganisme tanah.

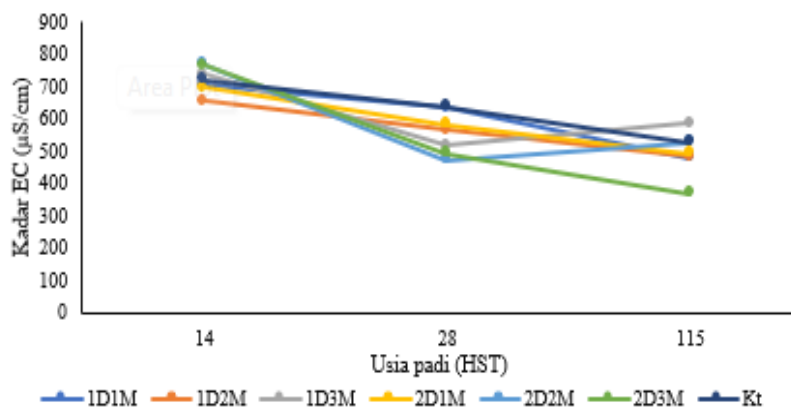
Tabel 4. Hasil pengukuran kadar EC selama dua periode tanam

Periode	Perlakuan		EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )			
	Dosis	Lama fermentasi	0	14	28	115
1	1 dosis	1 minggu	594	787	715	525
	1 dosis	2 minggu	546	789	656	485
	1 dosis	3 minggu	510	709	635	524

	2 dosis	1 minggu	571	762	638	514
	2 dosis	2 minggu	522	755	670	502
	2 dosis	3 minggu	448	746	704	429
	Kt	Kt	602	906	776	745
	1 dosis	1 minggu		701	632	476
	1 dosis	2 minggu		654	564	482
	1 dosis	3 minggu		736	516	584
2	2 dosis	1 minggu		693	580	492
	2 dosis	2 minggu		766	469	525
	2 dosis	3 minggu		763	492	366
	Kt	Kt		718	635	525



**Gambar 13.** Grafik perubahan kadar EC periode tanam pertama

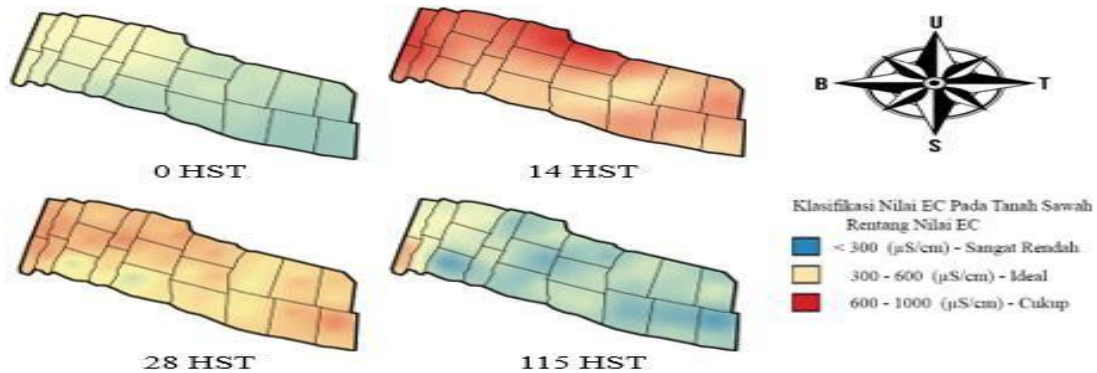


**Gambar 14.** Grafik perubahan kadar EC periode tanam kedua

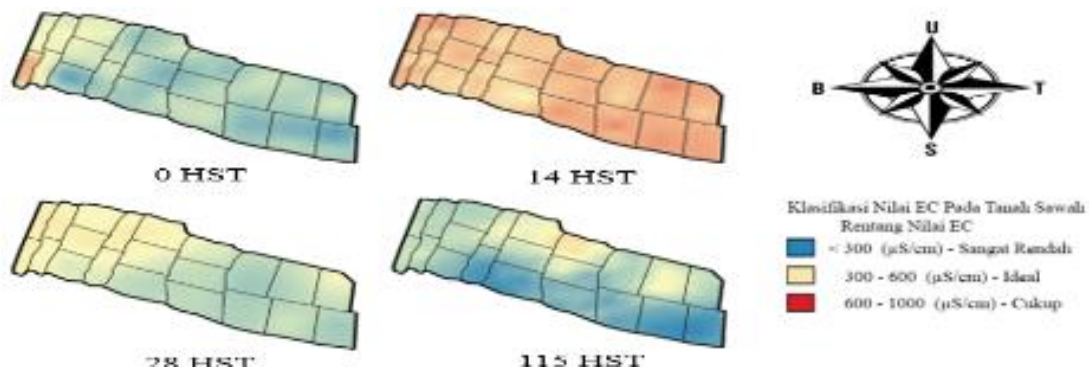
adar Electrical Conductivity (EC) menunjukkan lonjakan drastis dari rata-rata 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pada 0 HST menjadi sekitar 700-900  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pada 14 HST, menandakan peningkatan konsentrasi garam terlarut akibat aplikasi pupuk. Setelah mencapai puncak, nilai EC pada semua perlakuan, termasuk kontrol, menurun bertahap hingga 115 HST karena penyerapan ion oleh tanaman dan pencucian. Pada akhir periode pertama, kontrol memiliki EC tertinggi, yaitu 745  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , yang menunjukkan stabilitas tinggi tanpa perlakuan tambahan.

Namun, perlakuan 1 dosis 3 minggu fermentasi (1D3M) pada periode kedua menunjukkan pola yang lebih menguntungkan. Meskipun EC awal 1D3M lebih rendah dari kontrol (736  $\mu\text{S}/\text{cm}$  vs 718  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) pada 14 HST, kadar EC 1D3M menurun drastis hingga 28 HST, lalu meningkat kembali menjadi 584  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pada 115 HST, melampaui kadar akhir kontrol (525  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Peningkatan EC di akhir masa

tanam pada 1D3M ini mengindikasikan bahwa proses fermentasi selama tiga minggu mampu menghasilkan pupuk dengan mekanisme pelepasan nutrisi yang lebih stabil dan berkelanjutan. Kondisi ini krusial untuk memastikan ketersediaan nutrisi bagi tanaman hingga fase panen, karena EC yang stabil mencerminkan konsentrasi nutrisi seimbang dalam larutan tanah (Rahayu & Susanto, 2019). Dengan demikian, kemampuan 1D3M memulihkan kadar EC menjadikannya pilihan lebih efektif untuk menjamin nutrisi cukup hingga panen



Gambar 15. Peta spasial kadar EC periode tanam pertama



Gambar 16. Peta spasial kadar EC periode tanam kedua

Kadar *Electrical Conductivity* (EC) menunjukkan fluktuasi dinamis di tanah sawah selama dua periode tanam. Pada periode pertama, peta menunjukkan lonjakan drastis EC dari rentang ideal (300-600  $\mu\text{S/cm}$ ) pada 0 HST menjadi cukup (600-1000  $\mu\text{S/cm}$ ) pada 14 HST, ditandai perubahan warna dari kuning menjadi oranye dan merah. Peningkatan ini mencerminkan tingginya konsentrasi garam terlarut, kemungkinan akibat aplikasi pupuk. Setelah puncak, EC pada semua perlakuan, termasuk kontrol, menurun bertahap hingga 115 HST, menandakan ion diserap tanaman dan mengalami pencucian (Pranoto & Hidayat, 2017).

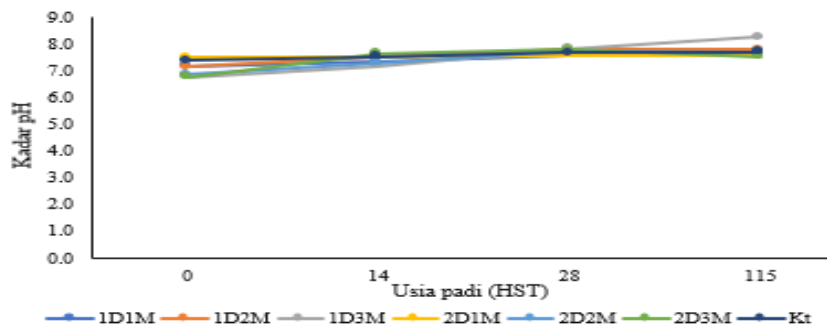
Jika dibandingkan dengan kontrol, perlakuan 1 dosis 3 minggu fermentasi (1D3M) dan 2 dosis 2 minggu fermentasi (2D2M) menunjukkan pola yang lebih menguntungkan, terutama pada periode kedua. Meskipun kontrol pada periode pertama memiliki EC akhir tertinggi (745  $\mu\text{S/cm}$ ), ia tidak menunjukkan kenaikan di akhir masa tanam. Sebaliknya, pada periode kedua, 1D3M menunjukkan penurunan drastis pada 28 HST, namun kemudian meningkat kembali menjadi 584  $\mu\text{S/cm}$  pada 115 HST. Pola serupa juga terlihat pada 2D2M, di mana EC meningkat dari 469  $\mu\text{S/cm}$  pada 28 HST menjadi 525  $\mu\text{S/cm}$  pada 115 HST. Kenaikan EC di akhir masa tanam ini mengindikasikan bahwa pupuk dari kedua perlakuan tersebut memiliki mekanisme pelepasan nutrisi yang lebih stabil dan berkelanjutan, memastikan ketersediaan nutrisi hingga fase panen. Ini berbeda dengan perlakuan lain dan kontrol, yang cenderung mengalami penurunan EC terus-menerus, berpotensi menyebabkan defisiensi nutrisi di akhir siklus tanam (Dewi & Firmansyah, 2015).

**5. Perubahan Kadar pH**

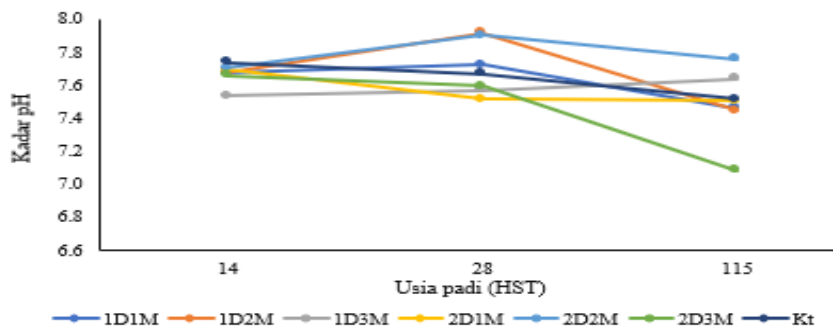
Tingkat pH media tanam padi berfluktuasi berdasarkan usia padi, dosis, dan lama fermentasi. Umumnya, pH meningkat dari 0 hingga 28 hari setelah tanam (HST) karena dekomposisi bahan organik, reduksi besi dan mangan, serta denitrifikasi yang mengonsumsi ion hidrogen (H<sup>+</sup>), kemudian stabil atau sedikit menurun pada 115 HST akibat penyerapan kation oleh tanaman atau reaktivasi nitrifikasi.

**Tabel 5.** Hasil pengukuran kadar pH selama dua periode tanam

Periode	Perlakuan		pH			
	Dosis	Lama fermentasi	0 HST	14 HST	28 HST	115 HST
1	1 Dosis	1 Minggu	7.2	7.3	7.6	7.6
	1 Dosis	2 Minggu	7.1	7.5	7.8	7.8
	1 Dosis	3 Minggu	6.8	7.2	7.8	8.3
	2 Dosis	1 Minggu	7.5	7.5	7.6	7.6
	2 Dosis	2 Minggu	6.9	7.3	7.7	7.7
	2 Dosis	3 Minggu	6.8	7.7	7.8	7.5
	Kt	Kt	7.4	7.5	7.7	7.7
	1 Dosis	1 Minggu		7.7	7.7	7.5
2	1 Dosis	2 Minggu		7.7	7.9	7.4
	1 Dosis	3 Minggu		7.5	7.6	7.6
	2 Dosis	1 Minggu		7.7	7.5	7.5
	2 Dosis	2 Minggu		7.7	7.9	7.8
	2 Dosis	3 Minggu		7.7	7.6	7.1
	Kt	Kt		7.7	7.7	7.5



**Gambar 17.** Grafik perubahan kadar pH periode tanam pertama

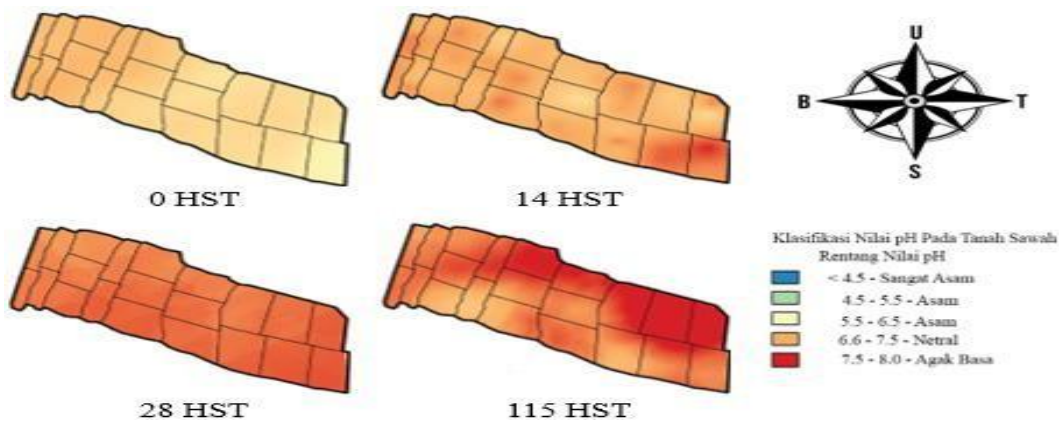


**Gambar 18.** Grafik perubahan kadar pH periode tanam kedua

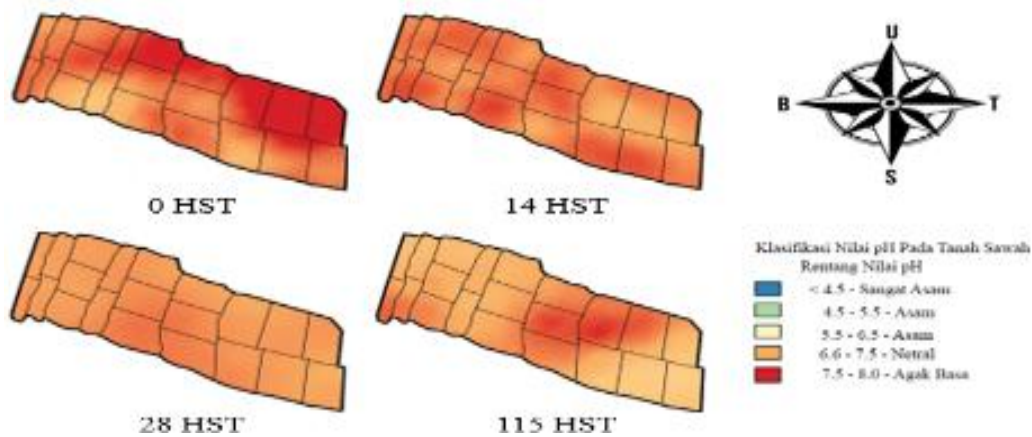
Nilai pH tanah sawah menunjukkan dinamika peningkatan seiring waktu tanam. Pada periode pertama, pH tanah umumnya netral (7.1-7.5) pada 0 dan 14 HST, lalu meningkat menjadi sedikit

basa (7.5-8.3) pada 28 dan 115 HST. Peningkatan ini terjadi di semua perlakuan, termasuk kontrol, menunjukkan dekomposisi bahan organik yang melepaskan basa ke tanah. Pola serupa terlihat pada periode kedua, di mana pH tanah cenderung stabil di kisaran 7.5-7.7 pada 14 dan 28 HST, sebelum berfluktuasi pada 115 HST.

Perlakuan 1 dosis 3 minggu fermentasi (1D3M) menunjukkan pola paling ideal, terutama pada periode pertama. Meskipun pH awal perlakuan ini cenderung lebih rendah (6.8), nilai pH meningkat bertahap hingga mencapai 8.3 pada 115 HST, menunjukkan kemampuannya menaikkan pH tanah ke kondisi yang lebih ideal untuk padi. Kondisi pH yang stabil dan terkendali sangat penting karena memengaruhi ketersediaan unsur hara (Utomo & Cahyono, 2016). Meskipun kontrol juga mengalami kenaikan pH, perlakuan 1D3M menunjukkan peningkatan yang paling signifikan dan berkelanjutan, memberikan manfaat jangka panjang bagi kesuburan tanah.



Gambar 19. Peta spasial kadar pH periode tanam pertama



Gambar 20. Peta spasial kadar pH periode tanam kedua

Nilai pH tanah sawah menunjukkan dinamika yang cenderung stabil di kisaran ideal untuk tanaman padi, dengan tren peningkatan menuju sedikit basa. Pada periode pertama, peta menunjukkan pH di seluruh lahan awalnya netral (6.6-7.5) pada 0 HST, lalu meningkat menjadi agak basa (7.5-8.0) pada 28 dan 115 HST, ditandai dominasi warna merah. Peningkatan ini terjadi merata di seluruh petak perlakuan, termasuk kontrol, dan pola serupa terlihat pada periode kedua, di mana pH cenderung stabil di kisaran 7.5-7.7 pada 14 dan 28 HST, sebelum berfluktuasi pada 115 HST.

Secara visual pada peta, semua perlakuan, termasuk kontrol, berhasil mempertahankan pH tanah dalam kisaran aman dan produktif. Perlakuan 1 dosis 3 minggu fermentasi (1D3M) dan 2 dosis 2 minggu fermentasi (2D2M) menunjukkan pola perubahan warna yang serupa dengan perlakuan lain dan kontrol, dengan pH stabil di rentang ideal sepanjang masa tanam. Hal ini mengindikasikan

bahwa pupuk organik dari perlakuan dosis maupun kondisi tanah alami pada kontrol memiliki kemampuan menjaga pH pada tingkat kondusif untuk penyerapan nutrisi, termasuk kalium dan fosfor yang ketersediaannya sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Oleh karena itu, semua perlakuan dianggap berhasil menjaga parameter pH tanah agar tetap optimal bagi pertumbuhan tanaman, tanpa ada yang menunjukkan hasil lebih buruk

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan jerami padi terfermentasi dengan inokulan *Trichoderma* mengalami perubahan peningkatan kadar N P K EC pH selama masa tanam berlangsung dari periode pertama hingga periode kedua. Pada saat setelah pengolahan tanah semua nilai kadar parameter mengalami kenaikan yang signifikan pada pengukuran 14 HST, pada 28 HST hingga 115 HST semua nilai kadar parameter mengalami penurunan karena unsur hara yang terdapat di dalam tanah telah dikonsumsi oleh tanaman. Dari beberapa perlakuan menunjukkan hasil yang lebih baik. Perlakuan 1 dosis 3 minggu fermentasi (1D3M) terbukti menjadi perlakuan yang lebih baik untuk menjaga kadar nitrogen (N) dengan nilai yang meningkat dari 68 mg/kg menjadi 79 mg/kg, fosfor (P) dengan nilai yang meningkat dari 202 mg/kg menjadi 239, kalium (K) dengan nilai yang meningkat dari 196 mg/kg menjadi 228 mg/kg, *Electrical Conductivity* (EC) dengan nilai yang meningkat dari 510  $\mu\text{S}/\text{cm}$  menjadi 584  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , terakhir untuk parameter pH, semua perlakuan termasuk kontrol menunjukkan hasil yang sangat baik, karena berhasil mempertahankan nilai pH dalam kisaran ideal untuk pertumbuhan tanaman padi

## Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji dampak jangka panjang dari aplikasi jerami terfermentasi terhadap sifat kimia tanah

## DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, M., & Firmansyah, F. (2015). Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Urea terhadap Kandungan Nitrogen pada Tanaman Padi. *Jurnal Pertanian Indonesia*, 16(3), 88-99.
- FAO. (2020). *The State of Food Security and Nutrition in the World: Transforming food systems for affordable healthy diets*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Harman, G. E. (2020). *Trichoderma: A Global Perspective of Biological Control in Agriculture. Biological Control*, 143, 104514.
- Iskandar, S., & Pratiwi, A. (2020). *Trichoderma dan Perubahan NPK Tanah pada Budidaya Padi. Jurnal Penelitian Pertanian*, 18(1), 26-36.
- Liu, Y., Zhang, J., & Wang, Y. (2018). Spatio-temporal data analysis for agricultural monitoring: A review. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 20(1), 121-135.
- Pranoto, D., & Hidayat, A. (2017). Perubahan Konsentrasi Nitrogen dalam Tanah Berdasarkan Umur Tanaman Padi dan Pengaruhnya terhadap Produktivitas. *Jurnal Agronomi*, 23(2), 65-75.
- Prasetyo, B. H., & Suriadikarta, D. A. (2006). Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2), 39-47.
- Pratama, R., Sarno, & Gani, A. (2019). Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Bahan Organik terhadap Ketersediaan Fosfor dan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Ultisol. *Jurnal Agrotek Tropika*, 7(1), 123-130.
- Rahayu, S. P., & Susanto, T. (2019). Analisis Spasial Sebaran Unsur Hara Makro pada Lahan Pertanian Padi Sawah. *Jurnal Sains Tanah*, 10(1), 33-44.

- Sari, P. A., & Widyastuti, E. (2023). Peran bakteri pelarut fosfat dalam meningkatkan ketersediaan P pada tanah pertanian. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 10(2), 101-109.
- Suhartatik, E., & Roechan, S. (2001). Tanggap Tanaman Padi Sistem Tanam Benih Langsung terhadap Pemberian Jerami dan Kalium. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 20(2), 33-38.
- Susilawati, A., Sarno, & Gani, A. (2020). Dinamika Kalium Tanah dan Serapannya oleh Tanaman Padi pada Berbagai Dosis Pupuk Kalium di Tanah Inceptisol. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 44 (1), 1-10.
- Utami, S. N. H., & Wibowo, A. (2011). Denitrifikasi pada Tanah Sawah Tergenang: Tinjauan. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 13(2), 53-60.
- Utomo, B., & Cahyono, T. (2016). Ketersediaan Nitrogen Anorganik pada Tanah Sawah dengan Sistem Tanam Berbeda. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 18(1), 22-30.
- Wulandari, E., & Handoko, B. (2022). Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik terhadap Ketersediaan Nitrogen dan Pertumbuhan Tanaman Padi. *Agroekosistem*, 8(1), 12-24.
- Yulia, I., Kusumawati, A., & Chusniyah. (2019). Analysis of Soil Nutrient Availability on Rice Plant Growth. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(1), 55-62.