

Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tanah serta Produksi Padi pada Lahan Kering yang Disawahkan

Rizky Eka Putra¹, Mochtar Lutfi Rayes², Syahrul Kurniawan², dan Reni Ustiati^{2,3*}

¹Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

²Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

³Pusat Studi Lahan Terdegradasi dan Bekas Tambang, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran, Ketawanggede, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, 65145

*Alamat korespondensi: reni.ustiati@ub.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 28-02-2024	
Direvisi: 28-04-2024	Effect of organic and inorganic fertilizer combinations in newly-opened paddy fields on soil physical and chemical properties and rice production
Dipublikasi: 30-04-2024	
Keywords: In vitro, Dryland, New rice field, Paddy field, Soil C-organic, Soil structure	Newly opened paddy fields resulting from conversion from dry land have a process of loosening and inundation that causes differences in the condition of soil physical properties that reduce soil fertility, one of which is soil structure destruction. Efforts to increase soil fertility on the land can be carried out by increasing organic C, one of which is the application of organic fertilizer (enriched with amino acid and humic acid). The application of organic fertilizer combined with inorganic fertilizers at the right dose can obtain optimal crop production. The purpose of this study was to analyze the differences in soil characteristics on newly-opened paddy fields and analyze the effect of combined organic and inorganic fertilizer application on soil fertility and rice production on newly-opened paddy fields. The research was conducted at Jatimulyo Experimental Farm, Brawijaya University. This study used a completely randomized block design (CRBD) with 9 treatments and 3 replications. Parameters measured were pH, C-Organic, cation exchange capacity (CEC), exchangeable K, base saturation, bulk density, texture, number of productive tillers, and harvested dry grain weight. The results showed that there were changes in soil physical and chemical properties due to changes in land management from dry land to paddy fields. The application of organic and inorganic fertilizers had a significant effect on chemical properties such as pH, C-organic, N-total, P-available, exchangeable K, and CEC. The application of organic and inorganic fertilizers also increased rice production by 39-59% with the best dose treatment was 75% inorganic base fertilizer + 100% organic fertilizer.
Kata Kunci: C-organik tanah, Lahan kering, Padi sawah, Sawah baru, Struktur tanah	Lahan kering yang disawahkan memiliki proses pelumpuran dan penggenangan yang menyebabkan perbedaan kondisi sifat fisik tanah sehingga menurunkan kesuburan tanah, salah satunya yaitu kerusakan struktur tanah. Upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah pada lahan tersebut dapat dilakukan dengan meningkatkan C-Organik, salah satunya yaitu aplikasi pupuk organik (asam amino dan asam humat). Aplikasi pupuk organik yang dikombinasikan pupuk anorganik dengan dosis yang tepat juga berpotensi untuk memperoleh produksi tanaman yang optimal. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis perbedaan karakteristik tanah pada lahan kering yang disawahkan serta menganalisis pengaruh pemberian kombinasi pupuk organik dan anorganik terhadap kesuburan tanah dan produksi padi pada lahan kering yang

disawahkan. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Jatimulyo, Universitas Brawijaya. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 9 perlakuan dan 3 kali ulangan. Parameter yang diukur yaitu pH, C-Organik, kapasitas tukar kation (KTK), K_{dd} , kejenuhan basa, berat isi, tekstur, jumlah anakan produktif, dan berat gabah kering panen. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perubahan sifat fisik dan kimia tanah akibat perubahan pengolahan dari lahan kering menjadi lahan sawah. Aplikasi pupuk organik dan anorganik memberikan pengaruh nyata terhadap sifat kimia seperti pH, C-Organik, N-total, P-tersedia, K_{dd} dan KTK. Aplikasi pupuk organik dan anorganik juga meningkatkan produksi padi sebesar 39-59% dengan perlakuan dosis terbaik yaitu 75% pupuk dasar anorganik + 100% pupuk organik.

PENDAHULUAN

Lahan sawah yang terdapat di Indonesia sebagian besar merupakan hasil bukaan dari lahan kering. Banyak lahan kering yang digunakan untuk perkebunan kemudian dialihfungsikan menjadi lahan sawah (Yusra dkk., 2018). Badan Pusat Statistik (2022) mencatat luas lahan sawah di Indonesia tahun 2021 adalah 10.411.801,22 ha di mana luasan tersebut mengalami penurunan dari tahun sebelumnya (tahun 2020) seluas 10.657.274,96 ha. Berkurangnya luas lahan sawah ini akibat alih fungsi lahan sawah menjadi lahan bukan sawah seperti untuk sarana infrastruktur dan pembangunan lainnya (Setiawan *et al.*, 2015; Fatikhunnada *et al.*, 2020). Berdasarkan data dari BPS Malang (2022), dari tahun 2017 sampai tahun 2022 terjadi perubahan penggunaan lahan sawah menjadi non-sawah seluas 237 ha.

Menurut Beding dkk. (2019) terdapat permasalahan utama yang ditemukan pada lahan sawah bukaan baru (lahan kering yang disawahkan) yaitu kesuburan tanah yang rendah jika tidak diimbangi dengan input bahan organik yang tinggi (misal aplikasi kompos dan pupuk kandang) sehingga produktivitas lahan sawah bukaan baru (tanah yang baru disawahkan) biasanya jauh lebih rendah dari lahan sawah yang telah dibudidayakan tanaman padi dalam jangka waktu yang lama karena akumulasi residu dari aplikasi bahan organik di musim sebelumnya.

Kandungan C-organik yang rendah (C-organik <2%) pada tanah sawah bukaan baru di Kalimantan Barat juga telah dilaporkan di penelitian sebelumnya (Sulakhudin & Hatta, 2018). Kendala yang ditemukan pada lahan sawah bukaan baru adalah kandungan bahan organik yang rendah serta terdapat unsur besi yang dapat meracuni tanaman padi. Kondisi ini juga terjadi pada lahan sawah bukaan baru di kalimantan Barat, di mana kandungan Fe sangat

tinggi (1167,81 ppm) yang beracun bagi tanaman (Sulakhudin & Hatta, 2018). Hal ini sejalan dengan penelitian ini, di mana hasil analisis tanah awal sebelum pengolahan dilakukan pada tanah yang baru disawahkan (lahan percobaan Universitas Brawijaya) di Jatimulyo yang memiliki kandungan C-organik rendah dengan nilai 1,73% (Purwaningtyas & Nuraini, 2022).

Proses pembentukan sawah baru terjadi melalui pelumpuran dan penggenangan yang menyebabkan perubahan sifat morfologi, fisika, dan kimia tanah (Hatta *et al.*, 2023). Proses-proses utama yang menyebabkan perubahan sifat-sifat tersebut pada lahan sawah bukaan baru yakni terjadinya reduksi dan oksidasi (Yang *et al.*, 2022).

Penggenangan tanah juga berpengaruh terhadap pH tanah. Nilai pH tanah cenderung menurun pada tanah masam dan meningkat pada tanah alkali (Nazir dkk., 2017). Kondisi sifat fisik tanah sawah juga dapat berubah akibat pelumpuran yang memberikan pengaruh terhadap berat isi tanah. Menurut Yanti (2019), hancurnya agregat tanah akibat pengolahan tanah dengan pelumpuran menyebabkan porositas dan distribusi ruang pori terganggu sehingga menurunkan kemampuan tanah melewatkannya air (permeabilitas).

Bahan organik yang diberikan ke dalam tanah dapat meningkatkan kandungan C-organik di dalam tanah, pada umumnya bahan organik mengandung unsur hara N, P dan K serta hara mikro lain yang diperlukan oleh tanaman. Yuniarti dkk. (2019) menyatakan bahwa peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah antara lain mineralisasi bahan organik akan melepaskan unsur hara tanaman secara lengkap (N, P, K, Ca, Mg, S dan unsur hara mikro lain).

Pemberian pupuk anorganik ke tanah secara terus menerus tanpa diiringi penambahan pupuk organik memberikan dampak buruk di dalam tanah

yaitu ketidakseimbangan kandungan unsur hara tanah. Pupuk anorganik yang diberikan dengan dosis tinggi dapat menurunkan kadar C-organik tanah, merusak struktur tanah, dan merusak habitat mikroorganisme di dalam tanah (Murnita & Taher, 2021). Penurunan tersebut terjadi karena penambahan pupuk anorganik menghambat aktivitas *urease*, *catalase*, *sucrase*, dan *cellulase* yang secara langsung atau tidak langsung menghambat pembentukan fraksi labil dan stabil C dalam pembentukan C-organik tanah (Zhang *et al.*, 2022).

Upaya penambahan pupuk organik sangat diperlukan untuk menyeimbangkan intensitas dari pemberian pupuk anorganik secara berlebih agar mencapai produksi padi yang optimal. Hal tersebut dapat dilakukan dengan mengaplikasikan pupuk organik, di mana organisme fungsional di dalam tanah dapat mendorong pertumbuhan dengan meningkatkan unsur hara bagi tanaman dari aktivitas mineralisasi bahan organik (Fathin dkk., 2019; Zhang *et al.*, 2022). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan karakteristik tanah pada

lahan kering yang disawahkan serta menganalisis pengaruh pemberian pupuk organik terhadap kesuburan tanah dan produksi padi pada lahan kering yang disawahkan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2022 - Oktober 2022. Penelitian lapangan dilakukan di Lahan Percobaan Jatimulyo Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur. Secara geografis lokasi penelitian lapangan terletak antara $7^{\circ}54'43,3''$ - $7^{\circ}57'58,2''$ LS dan $112^{\circ}37'08,3''$ - $112^{\circ}37'44,0''$ BT. Analisis kimia dan fisika tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Laboratorium Fisika Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Kegiatan penelitian diawali dengan analisis dasar tanah, khususnya sifat kimia tanah sebelum diberi perlakuan. Kegiatan penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses pelumpuran dan pengambilan sampel tanah awal (A); Pemupukan dengan pupuk dasar (B); Proses pindah tanam (C); Pengamatan pada 2 MST (D); Pengamatan pada 8 MST (E); Panen (F).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 9 perlakuan dan 3 kali ulangan sehingga didapatkan 27 petak percobaan

dengan luas masing-masing petak $3,4 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ serta jarak tanam $25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$. Rincian perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan penelitian

Kode	Perlakuan	Dosis pemupukan (kg/ha)			
		Organik (asam amino + asam humat)	Urea	SP-36	KCl
S0	Kontrol (tanpa pemupukan)	0	0	0	0
S1	Pupuk dosis rekomendasi (100% pupuk dasar NPK)	0	300	125	75
S2	100% pupuk dasar NPK + 100% pupuk organik	8	300	125	75
S3	75% pupuk dasar NPK + 50% pupuk organik	4	225	93,75	56,25
S4	75% pupuk dasar NPK + 75% pupuk organik	6	225	93,75	56,25
S5	75% pupuk dasar NPK + 100% pupuk organik	8	225	93,75	56,25
S6	75% pupuk dasar NPK + 125% pupuk organik	10	225	93,75	56,25
S7	75% pupuk dasar NPK + 150% pupuk organik	12	225	93,75	56,25
S8	75% pupuk dasar + 200% pupuk organik	16	225	93,75	56,25

Alat, Bahan, dan Parameter Penelitian

Alat yang digunakan dalam kegiatan di lapangan antara lain alat pengolahan tanah (traktor, cangkul, dan garu), alat pemeliharaan tanaman (*knapsack*, jaring, dan sabit), alat panen (ani-ani dan perontok padi) meteran, *ring* sampel, *ring* master, dan alat tulis. Bahan yang digunakan yaitu benih padi varietas Ciherang, pestisida Furadan, pupuk Urea, SP-36, KCl dan pupuk organik Kalsuga. Pelaksanaan penelitian meliputi pengolahan lahan, penanaman,

pemupukan, perawatan, pengamatan, panen, pengambilan sampel tanah, dan analisis sifat fisik dan kimia tanah. Parameter yang diamati disajikan pada Tabel 2. Data kemudian dianalisis statistik dengan *analysis of variance* (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan nyata dilakukan uji lanjut menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%, selanjutnya dilakukan uji korelasi dan regresi. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan Genstat 12.

Tabel 2. Parameter penelitian

	Parameter	Metode
Kimia tanah	pH	<i>Glass Electrode</i>
	C-Organik	<i>Walkley & Black</i>
	KTK, K _{dd} , Na, Ca, Mg	Ekstraksi NH ₄ Oac pH 7
	Kejenuhan Basa	(Ca, Mg, K, Na)/KTK x 100%
Fisika tanah	Berat isi	Pipet
	Tekstur	Silinder
Produksi tanaman	Jumlah anakan	Perhitungan manual
	Jumlah anakan produktif	
	Berat gabah kering panen	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Lahan Kering dan Lahan Kering yang Disawahkan

Tanah di lokasi penelitian memiliki pH masam, C-organik rendah, nitrogen rendah, fosfor sangat tinggi, kalium sedang, kapasitas tukar kation (KTK) tinggi dan kejenuhan basa (KB) sedang (Tabel 3). pH tanah yang masam dapat disebabkan oleh penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan oleh petani di lokasi tersebut. Menurut Abdilah (2018) penggunaan pupuk seperti Urea, ZA, Amonium Sulfat, KCl, ZK memiliki pengaruh terhadap

penurunan pH tanah. pH tanah yang rendah juga dapat disebabkan oleh perubahan pengolahan lahan. Tanah sawah yang baru digenangkan menyebabkan pH tanah menurun selama beberapa hari pertama, kemudian pH akan meningkat pada minggu berikutnya. Analisis dasar C-organik didapatkan kriteria rendah dengan nilai 1,64%. Hal ini disebabkan karena hilangnya bahan organik di dalam tanah melalui pengangkutan hasil panen dan jerami yang keluar dari lahan (Monde dkk., 2008).

Nilai N-total tergolong rendah pada hasil analisis tanah awal terjadi karena sifat N yang mudah berubah bentuk dan mudah hilang akibat pencucian.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Benauli (2021), senyawa N mudah tercuci, bahkan dapat menguap ke atmosfer.

Sifat fisik dan kimia pada tanah kering berbeda dengan sifat fisik dan kimia pada tanah di lahan kering yang disawahkan. Kondisi seperti ini disebabkan karena perbedaan pengolahan tanah. Pelumpuran, penggenangan dan pengeringan pada budidaya padi akan memengaruhi adanya perbedaan sifat fisik dan kimia tanah. Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah pada tanah di lahan kering dan tanah yang baru disawahkan meliputi berat isi, tekstur, pH, nitrogen, C-organik, P-tersedia, K_{dd} disajikan pada Tabel 4. Hasil analisis tanah pada lahan tegalan (tanah kering) didapatkan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Salsabila (2022).

Tabel 3. Hasil analisis tanah awal di lahan Jatimulyo

Parameter	Nilai	Kriteria
pH H ₂ O	5,50	Masam
C-Organik (%)	1,64	Rendah
N-total (%)	0,19	Rendah
C/N	9,00	Rendah
P-tersedia (ppm)	22,13	Sangat tinggi
K _{dd} (me/100g)	0,56	Sedang
KTK (cmol/kg)	39,75	Tinggi
KB (%)	56,00	Sedang

Sumber: *) Balai Penelitian Tanah (2009).

Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah antara tanah di lahan kering dan tanah yang baru disawahkan menunjukkan perbedaan di beberapa parameter. Nilai berat isi pada tanah di lahan kering yang disawahkan mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah lahan kering. Proses pengolahan tanah pada saat kondisi jenuh air menyebabkan struktur tanah menjadi hancur, sehingga tanah cenderung lebih mampat. Hasil analisis tesktur tanah menunjukkan bahwa lahan sawah cenderung memiliki tekstur yang lebih halus jika dibandingkan pada lahan tegalan (lahan kering). Tanah sawah hasil konversi dari lahan kering mempunyai tekstur yang lebih bervariasi karena tekstur dihasilkan oleh proses pembentukan tanah (*pedogenic*) yang sifatnya *in situ* sehingga besar butir dari tanah sangat tergantung pada bahan induk tanah dan tingkat pelapukan tanah. Lahan kering dengan drainase yang relatif baik akan mengalami perubahan sifat tanah di bagian permukaan yang drastis ketika disawahkan secara terus-menerus (Dror *et al.*, 2021).

Penggenangan air dan pengolahan tanah dengan cara pelumpuran akan mengakibatkan agregat

tanah hancur yang berakibat pada penurunan porositas tanah dan kemampuan tanah dalam meloloskan air karena terjadinya perubahan struktur tanah. Penggenangan tanah sawah dengan air pengairan yang mengandung lumpur yang berukuran halus akan mendorong terbentuknya lapisan kedap air, terutama jika tanahnya bertekstur agak kasar, seperti liat berpasir dan lempung berdebu. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Safitri *et al.* (2021) pada lahan sawah memiliki tekstur yang lebih halus dibandingkan lahan tegalan, hasil analisis tekstur pada tanah sawah menunjukkan kandungan debu dan liat lebih tinggi, namun kandungan pasir lebih rendah dibandingkan lahan tegalan.

Analisis sifat kimia pada tanah di lahan kering dan tanah yang baru disawahkan menunjukkan adanya perbedaan. Berdasarkan Tabel 4, pH tanah pada lapisan tanah sawah dan lahan tegalan memiliki perbedaan. Nilai kemasaman tanah pada lahan tegalan yaitu 5,63 (agak masam) sedangkan pada tanah yang baru disawahkan didapatkan nilai 6,63 (netral). Hal ini sesuai dengan pernyataan Nazir dkk. (2017) bahwa proses penyawahan dengan penggenangan menyebabkan pH tanah mendekati sekitar 7 atau netral, kecuali pada lahan gambut masam atau tanah dengan kadar Fe aktif (Fe²⁺) yang rendah. Nilai pH tanah dipengaruhi oleh komposisi mineral dan kandungan bahan organik. Kandungan C-organik pada tanah yang baru disawahkan lebih tinggi dibandingkan dengan lahan tegalan yang masuk dalam kriteria rendah. Perbedaan kandungan C-organik ini disebabkan masukan bahan organik pada lahan sawah lebih tinggi, bahan organik tersebut berasal dari sisa panen tanaman padi pada musim sebelumnya yang oleh petani dikembalikan ke lahan, sisa panen tersebut berupa jerami padi.

KTK tanah pada lahan tegalan lebih rendah daripada tanah yang baru disawahkan meskipun masih dalam kategori yang sama (tinggi). KTK dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kandungan bahan organik, kandungan dan tipe liat, pH tanah. Kandungan bahan organik tanah pada lahan sawah lebih tinggi dibandingkan lahan tegalan. Semakin tinggi bahan organik, semakin tinggi pula KTK tanah. Kejemuhan basa pada lahan sawah relatif lebih tinggi daripada lahan tegalan. Hal ini dikarenakan kandungan basa-basa pada lahan sawah lebih tinggi dibandingkan pada lahan tegalan akibat rendahnya pencucian. Nilai kejemuhan basa di bawah lapisan olah pada lahan sawah lebih tinggi dibandingkan lahan tegalan karena terjadi akumulasi

basa-basa yang terlarut pada saat tanah sawah digenangi. Lahan tegalan (non sawah) nilai kejemuhan basa sangat rendah akibat terjadi pencucian basa-basa secara intensif. Rendahnya nilai basa-basa yang dapat ditukar (Ca, Mg, K, Na) pada

tanah tersebut, sedangkan nilai KTK relatif sedang sampai tinggi. Rendahnya nilai basa-basa yang dapat ditukar didukung juga karena rendahnya tingkat kemasaman tanah (Karnilawati dkk., 2022).

Tabel 4. Perbandingan sifat fisik dan kimia pada tanah di lahan kering dan tanah yang baru disawahkan di lokasi yang sama

Parameter	Tanah di lahan kering		Tanah yang baru disawahkan (sesudah pengolahan)	
	Nilai	Kriteria*	Nilai	Kriteria*
Sifat Fisik:				
Berat Isi (g/cm ³)	0,99**	Sedang	1,23	Tinggi
Tekstur				
Pasir (%)	14**		3	
Debu (%)	40**	Liat Berdebu	49	Liat Berdebu
Liat (%)	46**		48	
Sifat Kimia:				
pH	5,63**	Agak Masam	6,63	Netral
C-Organik (%)	1,12**	Rendah	2,56	Sedang
KTK (cmol/kg)	32,78**	Tinggi	42,87	Tinggi
KB (%)	52,98**	Sedang	55,11	Sedang

Keterangan: *Kriteria berdasarkan Balai Besar Penelitian Tanah (2005); **= Data menggunakan hasil pengukuran oleh Salsabila (2022).

pH Tanah

Perlakuan kombinasi pupuk organik dan anorganik memberikan pengaruh nyata terhadap pH tanah (Tabel 5). Terjadi peningkatan nilai pH tanah di setiap perlakuan setelah diberikan pupuk dasar dan pupuk organik dibandingkan kondisi tanah awal (5,50). Rerata pH tanah tertinggi terdapat pada perlakuan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik dengan nilai 6,59.

Peningkatan pH tanah akibat pemberian pupuk organik yang diberikan dapat terjadi melalui pelepasan kation-kation basa (K, Na, Ca, Mg) dari proses dekomposisi dan mineralisasi yang menyebabkan konsentrasi ion OH⁻ meningkat sehingga pH tanah juga mengalami peningkatan. Perlakuan kontrol memiliki rerata pH tanah terendah dengan nilai 5,72. Perlakuan kontrol mengalami peningkatan pH dari analisis tanah awal yaitu 5,50, tetapi memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai pH pada analisis tanah yang baru disawahkan sebesar 6,63.

Peningkatan pH tanah yang terjadi antara kondisi awal dengan kondisi setelah pengolahan (pelumpuran) dipengaruhi oleh pengolahan lahan dan pengairan (penggenangan) yang diduga melarutkan basa-basa dan OH⁻. Menurut Yuniarti dkk. (2020), secara umum penggenangan akan meningkatkan konsentrasi ion OH⁻ sehingga pH tanah

yang semula masam akan mengalami peningkatan hingga netral, maka dari itu didapatkan nilai pH pada tanah yang baru disawahkan meningkat menjadi 6,63.

Kandungan C-Organik Tanah

Pemberian kombinasi pupuk organik dan anorganik berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) pada nilai C-organik (Tabel 5). Hasil analisis C-organik menunjukkan bahwa rerata C-organik terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan nilai 2,54%. Rerata C-organik tertinggi terdapat pada perlakuan 75% pupuk dasar NPK + 100% pupuk organik dengan nilai 3,15%. Hasil penelitian ini menunjukkan kandungan C-organik mengalami peningkatan dibandingkan tanah awal (1,73%), C-organik pada tanah di lahan kering yang disawahkan sebesar 2,56% kecuali pada perlakuan kontrol (2,54%). Perbedaan kandungan C-organik ini disebabkan masukan bahan organik pada lahan kering yang disawahkan yang berasal dari pupuk organik dengan komposisi asam humat dan asam amino. Lahan sawah pada umumnya juga memiliki kandungan C-organik lebih tinggi, akibat input bahan organik yang berasal dari sisa panen tanaman padi pada musim sebelumnya yang oleh petani dikembalikan ke lahan, sisa panen tersebut berupa jerami padi.

C-organik pada perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan 100% pupuk dasar N, P, K dan 75% pupuk dasar + 50% pupuk organik tetapi berbeda nyata dengan perlakuan 100% pupuk dasar NPK + 100% pupuk organik, 75% pupuk dasar NPK + 75% pupuk organik, 75% pupuk dasar NPK + 100% pupuk organik, 75% pupuk dasar NPK + 125% pupuk organik, 75% pupuk dasar NPK + 150% pupuk organik dan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik, yang terdapat penambahan pupuk organik dengan dosis lebih tinggi pada setiap perlakuan. Bahan organik yang diberikan ke dalam tanah dapat meningkatkan kandungan C-organik di dalam tanah, pada umumnya bahan organik mengandung unsur hara N, P dan K serta hara mikro lain yang diperlukan oleh tanaman.

Menurut Yuniarti dkk. (2019), peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah antara lain mineralisasi bahan organik akan melepas unsur hara tanaman secara lengkap (N, P, K, Ca, Mg, S dan unsur hara mikro lain) tetapi dalam jumlah yang relatif kecil, meningkatkan daya menahan air sehingga kemampuan tanah untuk menyediakan air menjadi lebih tinggi dan memperbaiki kehidupan mikroorganisme tanah. Pupuk organik juga memengaruhi kandungan bahan organik. Hal ini didukung oleh pernyataan Yuniarti dkk. (2019) bahwa aplikasi pupuk anorganik dosis tinggi dengan tidak diiringi pengaplikasian bahan organik menyebabkan kadar bahan organik tanah menjadi sangat rendah dan menjadi pembatas untuk mencapai hasil padi sawah yang tinggi.

Kandungan N-Total Tanah

Pemberian kombinasi pupuk organik dan anorganik berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) pada nilai N-total. Terdapat rerata N-total yang termasuk ke dalam kriteria rendah hingga sedang pada semua perlakuan. Rerata N-total terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan nilai 0,19%. N-total tertinggi terdapat pada perlakuan 75% pupuk dasar NPK + 100% pupuk organik, 75% pupuk dasar NPK + 125% pupuk organik dan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik dengan rerata N-total sebesar 0,25%. Perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan 100% pupuk dasar dan 75% pupuk dasar + 50% pupuk organik. Dosis pupuk organik memberikan pengaruh terhadap peningkatan N-total pada tanah. Pupuk organik dengan dosis lebih tinggi pada perlakuan 75%-200% pupuk organik pada tanah di lahan kering yang disawahkan lebih baik dalam memperbaiki sifat kimia tanah dalam hal sumbangan unsur hara

terutama unsur N. Penelitian sebelumnya oleh Kaya (2014) menunjukkan bahwa penambahan bahan organik bersama-sama dengan pupuk urea dapat meningkatkan serapan N dan N-total dalam tanah. Hal ini membuktikan bahwa aplikasi kombinasi pupuk organik dan anorganik (dalam bentuk pupuk urea) dapat meningkatkan serapan N dan kandungan N total di tanah baik di lahan kering maupun lahan sawah melalui mekanisme hidrolisis N dari urea dan mineralisasi N dari bahan organik (pupuk organik) yang ditambahkan.

Kandungan N berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan nilai rendah hingga sedang, nilai ini tidak mengalami peningkatan kandungan N berdasarkan analisis tanah awal yaitu 0,19. Pada tanah sawah terdapat faktor lain yang memengaruhi rendahnya unsur hara N karena sifat ikatan kimia nitrogen yang mudah berubah bentuk dan mudah hilang akibat tercuci oleh air. Menurut Benauli (2021), senyawa anorganik dalam hal ini nitrogen mudah tercuci, bahkan dapat menguap ke atmosfer.

Kandungan P-Tersedia Tanah

Pemberian kombinasi pupuk organik dan anorganik menunjukkan perbedaan nyata terhadap P-tersedia tanah (Tabel 5). Nilai P-tersedia tanah terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan nilai 20,67 ppm. Kandungan P-tersedia tertinggi terdapat pada perlakuan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik dengan nilai P-tersedia yaitu 34,00 ppm. Hasil yang didapatkan pada pengukuran P-tersedia tanah di lahan kering yang disawahkan tergolong sangat tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi tanah awal sebelum perlakuan dan pengolahan yang menunjukkan nilai P yang sangat tinggi dengan nilai 22,13 ppm. Kondisi ini dapat terjadi karena residu yang ditinggalkan dari pemupukan aktivitas budidaya pertanian sebelumnya serta nilai pH yang berkisar antara 5,72-6,59. Hal tersebut didukung oleh Nopriani dkk. (2021) yang menyatakan bahwa P-tersedia akan memiliki nilai tertinggi pada kisaran pH 5,50-7,0. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini, di mana terdapat nilai P-tersedia yang berbeda nyata pada perlakuan kontrol dengan perlakuan 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik, 75% pupuk dasar + 150% pupuk organik, dan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik.

Pemberian pupuk organik dan anorganik dengan dosis yang tepat dapat memberikan peningkatan terhadap nilai P tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Putra dkk. (2015) upaya peningkatan unsur hara P pada tanah yaitu dengan

cara penambahan P baik melalui pupuk organik maupun anorganik. Ketersediaan unsur hara P yang tinggi pada tanah sawah di lokasi penelitian disebabkan karena intensifikasi pupuk fosfat yang dilakukan petani dalam melakukan budidaya tanaman. Penggenangan pada lahan sawah juga

menyebabkan tingkat ketersediaan unsur hara P tinggi. Menurut Triharto dkk. (2014) praktik penggenangan lahan akan menambah jumlah hara P tersedia karena adanya proses reduksi Fe^{3+} menjadi ion Fe^{2+} saat penggenangan berlangsung sehingga ikatan Fe-P menjadi terlepas.

Tabel 5. Pengaruh aplikasi pupuk organik dan anorganik terhadap pH, C-organik, N-total, P-tersedia, K_{dd} dan KTK tanah pada tanaman padi.

Kode	pH	C-organik (%)	N-total (%)	P-tersedia (ppm)	K_{dd} (me/100g)	KTK (cmol/kg)
S0	5,72a	2,54a	0,19a	20,67a	0,35a	35,07a
S1	5,86ab	2,82ab	0,20a	24,91abc	0,46bcd	35,54a
S2	6,10bc	3,07b	0,23b	23,94ab	0,48cd	41,70abcd
S3	5,99abc	2,85ab	0,21a	23,80ab	0,47cd	40,19abc
S4	6,27cd	2,93b	0,24b	24,70ab	0,41abc	39,14ab
S5	6,26cd	3,15b	0,25b	33,92cd	0,37ab	50,04cd
S6	5,78ab	3,13b	0,25b	28,97abcd	0,46bcd	47,33bcd
S7	6,37cd	3,08b	0,24b	31,63bcd	0,40abc	50,55d
S8	6,59d	2,93b	0,25b	34,00d	0,56d	50,06cd

Keterangan: S0 = Kontrol; S1 = dosis rekomendasi (100% pupuk dasar N,P,K); S2 = 100% pupuk dasar + 100% pupuk organik; S3 = 75% pupuk dasar + 50% pupuk organik; S4 = 75% pupuk dasar + 75% pupuk organik; S5 = 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik; S6 = 75% pupuk dasar + 125% pupuk organik; S7 = 75% pupuk dasar + 150% pupuk organik; S8 = 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik; Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Kandungan K_{dd} Tanah

Aplikasi pupuk organik dan pupuk anorganik yang berbeda dosis pada setiap perlakuan memberikan hasil yang berbeda terhadap jumlah unsur K tanah (Tabel 5). Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik dengan nilai 0,56 me/100 g. Perlakuan kontrol memiliki nilai K terendah dengan nilai 0,35 me/100 g. Hal ini dikarenakan pada perlakuan ini, tidak ada pupuk yang diberikan ke dalam tanah. Kondisi tanah sawah yang tergenang memungkinkan untuk meningkatkan ketersediaan K tanah. Penggenangan hanya akan berpengaruh terhadap kelarutan unsur hara yang secara alami ada di dalam tanah tersebut.

Rerata K tanah setelah aplikasi pupuk organik dan anorganik pada setiap perlakuan mengalami penurunan jika dibandingkan dengan analisis K_{dd} pada tanah awal (0,56 me/100 g) kecuali pada perlakuan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik yang memiliki nilai K_{dd} tanah yang sama. Rendahnya ketersediaan K dalam tanah dapat disebabkan oleh tiga hal yaitu penyerapan K oleh tanaman (pemanenan), pencucian K, dan erosi tanah (Mu'min dkk., 2016). Pemberian pupuk organik dapat memperbaiki sifat tanah dengan meningkatkan K tersedia di dalam tanah. Hal ini dibuktikan dengan

hasil analisis ketersediaan K tanah pada perlakuan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik yang memiliki nilai tertinggi yaitu 0,56 me/100 g. Selaras dengan penelitian yang dilakukan Mulyani dkk. (2017) pemberian kombinasi pupuk organik dengan pupuk NPK terhadap K_{dd} memberikan pengaruh pada perlakuan yang diberikan penambahan pupuk organik dibandingkan perlakuan tanpa penambahan pupuk organik (kontrol).

Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah

Nilai KTK pada tiap perlakuan termasuk ke dalam kriteria tinggi hingga sangat tinggi. Hal ini disebabkan oleh nilai KTK pada tanah awal sudah termasuk kategori tinggi dengan nilai 39,75. Faktor yang berpengaruh terhadap nilai KTK pada tanah awal disebabkan karena kandungan liat yang tinggi pada tanah.

Nilai KTK terendah (Tabel 5) terdapat pada perlakuan kontrol yang memiliki nilai 35,07 cmol/kg, sedangkan nilai KTK tertinggi terdapat pada perlakuan 75% pupuk dasar + 150% pupuk organik. Beberapa perlakuan memiliki nilai KTK lebih rendah dibandingkan hasil analisis KTK pada tanah bukaan baru yang memiliki nilai KTK sebesar 42,87%. Faktor yang memengaruhi penurunan KTK salah satunya adalah pH. Kondisi pH tanah yang semakin netral

membuat kation-kation semakin tersedia sehingga dapat meningkatkan KTK.

Terdapat nilai yang berbeda nyata pada perlakuan kontrol dengan perlakuan penambahan pupuk organik berturut-turut 100%, 125%, 150% dan 200% dari dosis rekomendasi. Kation basa (Ca, Mg, K, dan Na) memiliki kejemuhan yang tinggi dan terlarut dalam air sehingga ketersediaan unsur hara bagi tanaman meningkat. Purnamasari *et al.* (2021) menyatakan bahwa nilai KTK dapat menentukan kemudahan unsur hara dapat diserap oleh tanaman. Kation-kation yang dijerap oleh koloid tanah dapat diganti dengan kation lainnya, kation yang dapat dipertukarkan, tidak mudah hilang dan tercuci, sehingga tersedia untuk tanaman. Tingginya nilai KTK juga juga dapat disebabkan oleh kandungan C-organik yang tinggi. Rahmah dkk. (2014) menjelaskan bahwa KTK berkorelasi positif dengan ketersediaan bahan organik dalam tanah. Meningkatnya humus karena jumlah bahan organik yang tinggi mengakibatkan jumlah koloid tanah meningkat sehingga KTK dalam tanah meningkat pada tanah dengan status hara tinggi.

Muatan negatif tanah memegang peranan kunci dalam aktivitas unsur hara di dalam tanah.

Kemampuan tanah untuk mengikat unsur hara berhubungan secara langsung dengan jumlah kation yang dapat diikat pada koloid tanah. Jumlah ini, bergantung pada jumlah liat, tipe liat dan jumlah humus. Menurut Nurhidayati (2017), terdapat berbagai besar KTK mineral berdasarkan tekstur tanah. Tekstur tanah lempung berliat dan liat memiliki KTK sebesar 20-50 cmol/kg. Hal ini sesuai dengan tekstur tanah yang dianalisis pada kondisi tanah di lahan kering yang disawahkan (Tabel 4) di mana terdapat tekstur tanah dengan kelas liat berdebu dengan persentasi fraksi pasir 3%, debu 49% dan liat 48% dengan nilai KTK sebesar 42,87 cmol/kg.

Berat Isi Tanah

Hasil pengukuran berat isi tanah (Tabel 6) pada keseluruhan perlakuan berkisar antara 1,07 – 1,24 g/cm³ yang termasuk kategori sedang hingga tinggi. Fluktuasi kenaikan dan penurunan berat isi terjadi di setiap perlakuan. Hasil rerata berat isi setiap perlakuan menunjukkan nilai yang lebih besar dari perlakuan kontrol. Upaya pemberian pupuk organik dalam penelitian ini tidak memberikan pengaruh terhadap berat isi tanah.

Tabel 6. Pengaruh aplikasi pupuk organik dan anorganik terhadap berat isi tanah

Kode	Perlakuan	Berat isi (g/cm ³)
S0	Kontrol (tanpa pemupukan)	1,13
S1	Standar (100% pupuk dasar N,P,K)	1,24
S2	100% pupuk dasar + 100% pupuk organik	1,19
S3	75% pupuk dasar + 50% pupuk organik	1,16
S4	75% pupuk dasar + 75% pupuk organik	1,07
S5	75% pupuk dasar + 100% pupuk organik	1,21
S6	75% pupuk dasar + 125% pupuk organik	1,21
S7	75% pupuk dasar + 150% pupuk organik	1,16
S8	75% pupuk dasar + 200% pupuk organik	1,18

Pemberian pupuk organik yang digunakan pada penelitian kali ini diaplikasikan dengan cara dilarutkan ke dalam air. Pupuk organik cair tidak tersedia dalam jangka waktu yang panjang di dalam tanah karena pupuk organik cair yang diaplikasikan akan terserap oleh tanaman atau tercuci sehingga kurang efektif untuk memperbaiki sifat fisik tanah. Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan Yunanda dkk. (2022), bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) limbah tahu tidak berpengaruh pada nilai berat isi. Hal serupa juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Agam (2014) bahwa

aplikasi pupuk organik tidak memberikan pengaruh terhadap berat isi di tanah sawah Laladon dan Cangkuwarok, Bogor.

Peningkatan berat isi pada penelitian ini diakibatkan oleh aktivitas pengolahan tanah seperti pelumpuran dan pembajakan tanah. Bahan organik yang diaplikasikan dalam bentuk bahan pembelah tanah seperti biochar mampu menurunkan berat isi tanah, namun bahan organik yang diaplikasi dalam bentuk POC tidak signifikan menurunkan nilai berat isi tanah (Toková *et al.*, 2020; Yunanda dkk., 2022).

Tabel 7. Pengaruh aplikasi pupuk organik dan anorganik terhadap jumlah anakan, jumlah anakan produktif dan hasil panen tanaman padi

Kode	Jumlah anakan				Jumlah anakan produktif (malai/rumpun)	GKP (ton/ha)
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST		
S0	3,33a	8,40a	17,87a	22,40a	17,22a	2,32a
S1	4,60b	10,27ab	19,33ab	23,53ab	18,00ab	3,49ab
S2	4,73b	11,13b	20,53ab	25,93abc	19,78abc	4,90bc
S3	5,13b	11,67b	21,53ab	26,20abc	18,67abc	3,92abc
S4	4,80b	10,27ab	21,53ab	25,80abc	19,56abc	4,08abc
S5	5,13b	12,20b	22,87b	27,78bc	22,00bc	5,74c
S6	4,60b	11,12b	22,68b	25,98abc	20,00abc	4,92bc
S7	4,87b	10,93b	22,33b	26,80bc	20,89abc	5,16bc
S8	5,20b	11,80b	22,67b	28,88c	22,67c	5,04bc

Keterangan: S0 = Kontrol; S1 = Standar (100% pupuk dasar N,P,K); S2 = 100% pupuk dasar + 100% pupuk organik; S3 = 75% pupuk dasar + 50% pupuk organik; S4 = 75% pupuk dasar + 75% pupuk organik; S5 = 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik; S6 = 75% pupuk dasar + 125% pupuk organik; S7 = 75% pupuk dasar + 150% pupuk organik; S8 = 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik; Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Jumlah Anakan Tanaman Padi

Hasil pengukuran jumlah anakan dapat dilihat pada Tabel 7 yang menunjukkan jumlah anakan tanaman padi tertinggi pada 2 MST terdapat pada perlakuan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik dengan rerata jumlah anakan sebesar 5,20. Perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan, kecuali perlakuan kontrol. Perlakuan kontrol memiliki jumlah anakan terendah yaitu 3,33 dan berbeda nyata dengan seluruh perlakuan. Jumlah anakan tanaman padi tertinggi pada 4 MST ditemukan pada perlakuan 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik dengan rerata jumlah anakan sebesar 12,20. Perlakuan 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Rerata terendah jumlah anakan tanaman padi pada 4 MST didapatkan pada perlakuan kontrol dengan nilai 8,40. Jumlah anakan tanaman padi pada 6 MST memiliki nilai tertinggi pada perlakuan 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik dengan nilai 22,87 dan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Jumlah anakan tanaman padi pada 8 MST memiliki nilai tertinggi pada perlakuan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik dengan nilai 28,88 dan nilai tertinggi kedua didapatkan pada perlakuan 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik sebesar 27,78.

Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dan anorganik dengan dosis yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman padi (jumlah anakan). Hal ini terjadi karena pupuk organik dan pupuk NPK (anorganik) dapat menyediakan unsur hara makro dan mikro dalam jumlah yang cukup seimbang bagi pertumbuhan tanaman. Menurut Kaya dkk. (2020), fungsi unsur

hara N yaitu membentuk protein dan klorofil, fungsi unsur hara P sebagai sumber energi yang membantu tanaman dalam perkembangan fase vegetatif, unsur K berfungsi dalam pembentukan protein dan karbohidrat serta pupuk organik yang dapat membuat unsur hara lebih tersedia bagi tanaman.

Jumlah Anakan Produktif

Jumlah anakan produktif ditentukan dengan cara menghitung jumlah anakan yang berisi malai per rumpun dari setiap sub sampel tanaman pada petak perlakuan. Jumlah anakan produktif tanaman padi terendah (Tabel 7) terdapat pada perlakuan kontrol yang memiliki nilai sebesar 17,22. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik yang memiliki nilai jumlah anakan produktif 22,67. Perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik dan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik. Dosis kombinasi pupuk organik dan anorganik yang tepat dapat memberikan peningkatan terhadap jumlah anakan produktif tanaman padi.

Peningkatan jumlah anakan produktif dipengaruhi oleh unsur hara N. Perlakuan kontrol memiliki jumlah anakan produktif terendah karena pada perlakuan S0 terjadi defisiensi unsur hara N jika dilihat pada kandungan N-total tanah pada Tabel 5. Pemupukan N akan merangsang pertumbuhan vegetatif dari tanaman sedangkan penambahan unsur hara P akan menguatkan sistem perakaran tanaman sehingga dapat menghasilkan jumlah anakan produktif yang lebih banyak.

Jumlah anakan produktif juga meningkat seiring peningkatan jumlah anakan pada masing-

masing tanaman. Tabel 7 menjelaskan bahwa jumlah anakan tertinggi dijumpai pada perlakuan 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik dan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik, maka jumlah anakan produktif tertinggi juga ditemukan pada perlakuan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik yaitu sebesar 22,67 dan perlakuan 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik sebesar 22,00. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan hara pada fase vegetatif terpenuhi sehingga saat memasuki fase reproduktif organ tanaman dapat berkembang secara optimal. Menurut Wandasari dan Swandaru (2017), fungsi unsur N bagi tanaman adalah sebagai bahan penyusun protein tanaman, klorofil, asam nukleat dan menghasilkan dinding sel tipis sehingga dapat memacu produksi tanaman lebih maksimal. Aplikasi kombinasi pupuk organik mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara di tanah, hal ini mendukung pertumbuhan tanaman sehingga berdampak pada produksi tanaman yang optimal. Hal ini dibuktikan oleh Hasnain *et al.* (2020) bahwa aplikasi kombinasi pupuk organik dan anorganik menghasilkan pertumbuhan dan produksi tanaman yang lebih baik dibandingkan aplikasi pupuk anorganik tanpa dikombinasikan dengan pupuk organik.

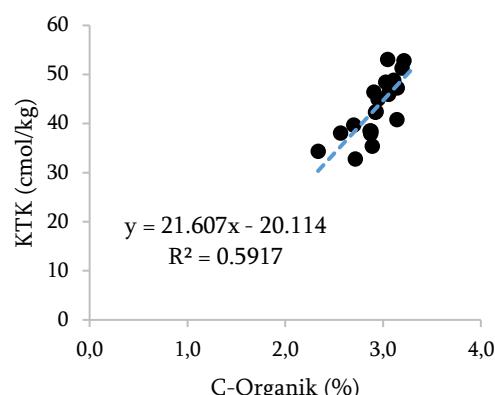
Hasil Panen

Rerata produksi Gabah Kering Panen (GKP) pada Tabel 7 menunjukkan hasil terendah terdapat pada perlakuan kontrol dengan nilai 2,32 ton/ha, sedangkan produksi tertinggi terdapat pada perlakuan 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik dengan nilai sebesar 5,74 ton/ha. Perlakuan 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik memiliki nilai berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan 100% pupuk dasar NPK. Perlakuan 75% pupuk dasar + 100% pupuk organik memberikan persentase peningkatan terhadap kontrol sebesar 59% dan merupakan perlakuan terbaik dibandingkan dengan perlakuan 100% pupuk dasar NPK dengan selisih kenaikan sebesar 39%. Maka dari itu penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan produksi sebesar 39-59%. Aplikasi pupuk organik dan anorganik dengan dosis yang tepat dan berimbang sangat memengaruhi hasil tanaman padi karena dapat menambah dan mengembalikan unsur hara yang telah hilang baik yang tercuci maupun terbawa oleh tanaman saat panen. Bahan organik dapat menyediakan energi dan makanan bagi mikroorganisme yang merombak bahan organik menjadi unsur hara seperti N, P dan K sehingga mudah diserap oleh tanaman (Murnita & Taher, 2021). Perlakuan 75% pupuk dasar + 100%

pupuk organik memiliki angka produksi yang lebih tinggi (5,74 ton/ha) dibandingkan dengan perlakuan 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik (5,04 ton/ha). Hal ini menunjukkan bahwa pupuk organik digunakan bukan untuk menggantikan fungsi pupuk anorganik, tetapi sebagai pelengkap untuk memenuhi kebutuhan hara bagi tanaman. Hal ini mendukung Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 40/2007 yang merekomendasikan dalam pupuk organik sebaiknya dikombinasikan dengan pupuk anorganik dengan dosis yang sesuai agar kondisi tanah dapat diperbaiki.

Hubungan C-Organik dengan KTK

Uji korelasi dan regresi yang dilakukan antara C-organik dan KTK tanah (Gambar 2) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat dan korelasi positif ($R^2 = 0,5917$). Hasil uji regresi menunjukkan bahwa C-organik memengaruhi KTK tanah sebesar 59,17% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.



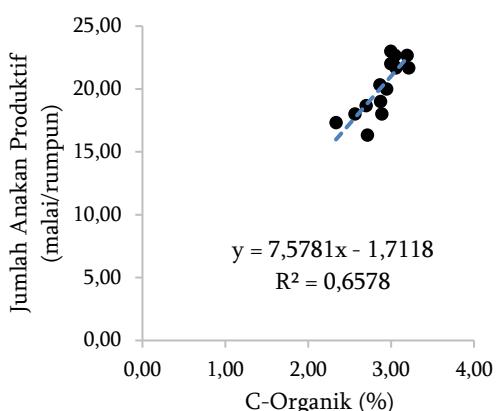
Gambar 2. Pengaruh C-organik terhadap KTK tanah.

Bahan organik memiliki peran penting untuk meningkatkan kualitas tanah salah satunya KTK tanah. Terjadinya dekomposisi bahan organik yang dapat menghasilkan humus mengakibatkan peningkatan KTK dalam tanah. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahmah dkk. (2014) juga menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik mampu meningkatkan bahan organik sehingga nilai KTK tanah meningkat.

Hubungan C-Organik dengan Jumlah Anakan Produktif

Uji korelasi dan regresi yang dilakukan antara C-organik dan jumlah anakan produktif (Gambar 3) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat dan korelasi positif ($R^2 = 0,6578$). Hasil uji regresi menunjukkan bahwa C-organik memengaruhi

jumlah anakan produktif 65,78%, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Peningkatan C-organik merupakan efek dari peningkatan input bahan organik di lahan kering yang disawahkan (Núñez & Schipanski, 2023). Penelitian ini menambahkan pupuk organik dengan kandungan asam amino dan asam humat, kedua senyawa tersebut berkontribusi pada peningkatan kandungan C-organik (Nargesi *et al.*, 2022). Penambahan pupuk organik pada penelitian ini mampu meningkatkan jumlah anakan produktif tanaman padi melalui peningkatan kandungan C-organik pada lahan kering yang disawahkan.



Gambar 3. Pengaruh C-organik terhadap jumlah anakan produktif.

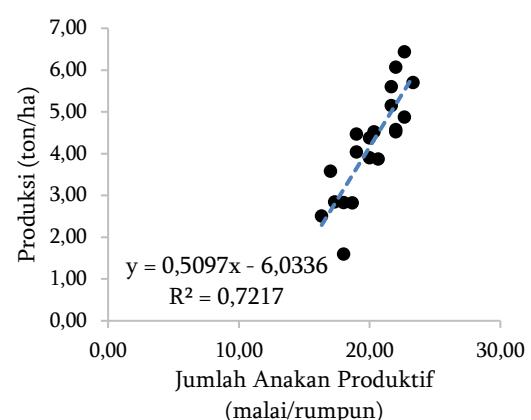
Bahan organik juga dapat meningkatkan jumlah hara makro dan mikro yang akhirnya akan berpengaruh positif untuk pertumbuhan dan produksi tanaman (Zeid *et al.*, 2015). Bahan organik yang diberikan ke dalam tanah dapat meningkatkan kandungan C-organik di dalam tanah, pada umumnya bahan organik mengandung unsur hara N, P dan K serta hara mikro lain yang diperlukan oleh tanaman sehingga dapat menunjang pertumbuhan tanaman.

Hubungan Jumlah Anakan Produktif dengan Produksi Gabah Kering Panen

Uji korelasi dan regresi yang dilakukan antara jumlah anakan produktif dan produksi GKP (Gambar 4) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat dan korelasi positif ($R^2 = 0,7217$). Hasil uji regresi menunjukkan jumlah anakan produktif memengaruhi hasil produksi GKP 72,17%, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Pelepasan hara dari proses dekomposisi bahan organik ke dalam tanah sebagai stimulan bertambahnya N dalam tanah. Selain itu penurunan

jumlah nitrogen juga dipengaruhi oleh penurunan jumlah bahan organik dan mikroorganisme tanah karena di dalam susunan jaringan bahan organik terkandung unsur N organik yang di dekomposisi oleh mikroorganisme tanah menjadi N tersedia bagi tanaman (Bachtiar & Ahmad, 2019). Unsur hara yang tersedia bagi tanaman dapat mudah diserap oleh tanaman sehingga kebutuhan unsur hara tanaman terpenuhi dan memiliki pertumbuhan baik pada fase vegetatif maupun generatif serta hasil produksi yang maksimal.



Gambar 4. Pengaruh jumlah anakan produktif terhadap berat hasil produksi gabah kering panen.

Hasil penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Salsabila (2022) di lokasi yang sama mengungkapkan bahwa terjadi peningkatan pH dari masam sampai agak masam menjadi netral dari lahan kering yang disawahkan (Tabel 3 dan Tabel 4). Kandungan C-organik dan N-total yang merupakan sumber unsur hara makro esensial di lokasi penelitian juga masih tergolong rendah (Tabel 3). Penambahan pupuk kandang sebagai pupuk dasar dan pupuk organik dengan kandungan asam amino + asam humat mampu meningkatkan kandungan C-organik setelah satu kali aplikasi pada lahan kering yang disawahkan (Tabel 4). Peningkatan kesuburan tanah dari parameter sifat kimia tanah seperti unsur hara P, K dan KTK mengalami peningkatan setelah aplikasi pupuk organik (Tabel 5). Aplikasi pupuk organik (asam amino dan asam humat) pada lahan kering yang disawahkan mampu mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman padi yang dibuktikan dengan peningkatan pertumbuhan vegetatif dan generatif, khususnya pada perlakuan terbaik 75% pupuk dasar + 200% pupuk organik, di mana jumlah anakan dan anakan produktif mengalami peningkatan

dibandingkan kontrol. Peningkatan pertumbuhan tersebut berdampak pada peningkatan hasil panen (GKP) (Tabel 7). Namun, hasil penelitian ini menggarisbawahi bahwa perubahan lahan kering menjadi lahan sawah berdampak negatif pada sifat fisik tanah, di mana terjadi peningkatan nilai berat isi yang berkaitan dengan peningkatan kepadatan tanah (Tabel 6). Tanah yang disawahkan mengalami pengolahan tanah yang berat mulai dari dibajak sampai dilumpurkan sehingga merusak struktur tanah yang berdampak pada pemanjatan tanah. Jika pengolahan berat dilakukan dalam jangka waktu yang lama dan semakin intensif perubahan sifat fisik dan kimia tanah yang berdampak pada kesehatan dan produktivitas tanah tidak dapat dihindarkan. Pengelolaan lahan yang berkelanjutan sangat diperlukan untuk mencegah degradasi dan mendukung keberlanjutan produktivitas tanah agar ketahanan pangan terjaga.

SIMPULAN

Perubahan penggunaan lahan dari lahan kering menjadi sawah memberikan pengaruh terhadap perubahan sifat fisik dan kimia tanah. Aplikasi kombinasi pupuk organik dan anorganik pada lahan kering yang disawahkan mampu memperbaiki sifat kimia tanah, di mana terjadi peningkatan N-total, P-tersedia, K-_{dd}, C-organik, pH dan KTK. Perbaikan sifat kimia tersebut mampu mendukung pertumbuhan dan produksi padi dengan peningkatan persentase hasil produksi padi sebesar 39-59%. Aktivitas pengolahan tanah dari lahan kering ke lahan sawah meningkatkan berat isi tanah yang berkaitan dengan pemanjatan tanah sehingga pengelolaan lahan yang berkelanjutan sangat diperlukan untuk mencegah degradasi lahan dan menjaga ketahanan pangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Team Penelitian Pupuk (M Taufiq Hidayat dan Georona Kusma Al Barki) dan PT. Arfada Tigaputra Budiwibowo yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Abdilah, A. 2018. Perubahan beberapa sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea*

- mays* L.) akibat pemberian limbah kertas rokok dan pupuk kandang ayam di tanah ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi*. 6(3): 74–85.
- Agam, A. 2014. Peranan Pupuk Organik terhadap Sifat Fisika Tanah dan Produksi Padi di Tanah Sawah Laladon dan Cangkuwarok. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bachtiar, B, dan AH Ahmad. 2019. Analisis kandungan hara kompos johar *Cassia siamea* dengan penambahan aktivator promi. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*. 4(1): 68–76.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia (Hasil Kegiatan Pendataan Statistik Pertanian Tanaman Pangan Terintegrasi dengan Metode Kerangka Sampel Area). Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan. Kementerian Pertanian.
- [BPS Malang] Badan Pusat Statistik Kota Malang. 2022. Luas Lahan Menurut Kecamatan dan Penggunaan Lahan di Kota Malang. Badan Pusat Statistik Kota Malang.
- Beding, PA, F Palobo, dan BMW Tiro. 2019. Budidaya padi lahan sawah bukaan baru wilayah perbatasan Kabupaten Merauke. *Zira'ah*. 44(3): 277–284.
- Benauli, A. 2021. Kajian status Hara N, P, K tanah pada sawah tada hujan (Studi kasus tiga desa di Kecamatan Beringin). *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*. 23(1): 55–59. DOI:10.20961/agsjpa.v23i1.49239.
- Dror, I, B Yaron, and B Berkowitz. 2021. The human impact on all soil-forming factors during the anthropocene. *ACS Environmental Au*. 2(1): 11–19. DOI:10.1021/acsenvironau.1c00010.
- Fathin, SL, ED Purbajanti, dan E Fuskah. 2019. Pertumbuhan dan hasil kailan (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*) pada berbagai dosis pupuk kambing dan frekuensi pemupukan nitrogen. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(3): 438–447.
- Fatikhunnada, A, Liyantono, M Solahudin, A Buono, T Kato, and KB Seminar. 2020. Assessment of pre-treatment and classification methods for java paddy field cropping pattern detection on modis images. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 17(October 2019):100281. DOI: 10.1016/j.rsase.2019.100281.
- Hasnain, M, J Chen, N Ahmed, S Memon, L Wang, Y Wang, and P Wang. 2020. The effects of fertilizer type and application time on soil

- properties, plant traits, yield and quality of tomato. *Sustainability*. 12(9065). DOI: 10.3390/su12219065.
- Hatta, M, Sulakhudin, R Burhansyah, GC Kifli, DO Dewi, JC Kilmanun, D Permana, K Supriadi, R Warman, H Azis, PT Santari, and DP Widiastuti. 2023. Food self-sufficiency: managing the newly-opened tidal paddy fields for rice farming in Indonesia (a case study in West Kalimantan, Indonesia). *Helixon* 9(3):e13839. DOI: 10.1016/j.helixon.2023.e13839.
- Karnilawati, CM Sari, dan Musrifah. 2022. Perubahan karakteristik sifat kimia tanah pada areal pengembangan penelitian lahan kering glei Gapui. *Jurnal Sains Riset*. 12(1): 96–101.
- Kaya, E, D Mailuhu, K Marthin, T Abraham, dan TH Anastasia. 2020. Pengaruh pupuk hayati dan pupuk NPK untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*) yang ditanam pada tanah terinfeksi *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Agrologia*. 9(2): 81–84.
- Kaya, E. 2014. Pengaruh pupuk organik dan pupuk NPK terhadap pH, K-tersedia tanah serta serapan-K, pertumbuhan, dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L). *Buana Sains*. 14(2): 113–112.
- Monde, A, N Sinukaban, K Murtilaksono, dan NH Pandjaitan. 2008. Dinamika kualitas tanah, erosi, dan pendapatan petani akibat alih guna lahan hutan menjadi lahan kakao di DAS Napu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Forum Pasca Sarjana*. 31(3): 215–225.
- Mu'min, MIA, B Joy, dan A Yuniarnti. 2016. Dinamika kalium tanah dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.) akibat pemberian NPK majemuk dan penggenangan pada fluvaquentic epiaquepts. *Soilrens*. 14(1): 11–15.
- Mulyani, O, EH Salim, A Yuniarti, Y Machfud, A Sandrawati, dan MP Dewi. 2017. Studi perubahan unsur kalium akibat pemupukan dan pengaruhnya terhadap hasil tanaman. *Soilrens*. 15(1): 53–61.
- Murnita, dan YA Taher. 2021. Dampak pupuk organik dan anorganik terhadap perubahan sifat kimia tanah dan produksi tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Menara Ilmu*. 15(2): 67–76.
- Nargesi, MM, S Sedaghathoor, and D Hashemabadi. 2022. Effect of foliar application of amino acid, humic acid and fulvic acid on the oil content and quality of olive. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 29(5): 3473–3481. DOI: 10.1016/j.sjbs.2022.02.034.
- Nazir, M, S Syakur, dan M Muyassir. 2017. Pemetaan kemasaman tanah dan analisis kebutuhan kapur di Kecamatan Keumala Kabupaten Pidie. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*. 2(1): 21–30.
- Nopriani, LS, Soemarno, E Hadiwijoyo, AA Hanuf, dan DS Sholikah. 2021. Pengelolaan P tanah dan pemupukan fosfat. UB Press. Malang.
- Núñez, A, and M Schipanski. 2023. Changes in soil organic matter after conversion from irrigated to dryland cropping systems. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 347:108392. DOI: 10.1016/j.agee.2023.108392.
- Nurhidayati. 2017. *Kesuburan dan Kesehatan Tanah*. Intimedia. Malang.
- Purnamasari, L, T Rostaman, L Widowati, and L Anggria. 2021. Comparison of appropriate cation exchange capacity (CEC) extraction methods for soils from several regions of Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 648:012209. DOI: 10.1088/1755-1315/648/1/012209.
- Purwaningtyas, DM, dan Y Nuraini. 2022. Pengaruh mikroorganisme lokal rebung dan plant growth promoting rhizobacteria terhadap nitrogen tanah total, populasi bakteri dan produksi kacang tanah (*Arachis Hypogaea* L). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 9(2): 365–73.
- Putra, AD, MMB Damanik, dan H Hanum. 2015. Aplikasi pupuk urea dan pupuk kandang kambing untuk meningkatkan N-Total pada tanah inceptisol Kwala Bekala dan kaitannya terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(1): 128–135.
- Rahmah, S, Yusran, dan H Umar. 2014. Sifat kimia tanah pada berbagai tipe penggunaan lahan di Desa Bobo Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. *Warta Rimba*. 2(1): 88–95.
- Safitri, DE, A Ahmad, and M Nathan. 2021. Study of soil management in rice fields in Bantimurung District Maros Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 807(4):042008. DOI: 10.1088/1755-1315/807/4/042008.
- Salsabila, AH. 2022. Pengaruh Dosis Pupuk Anorganik Majemuk terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa*) serta Sifat Fisik dan Kimia

- Tanah. [Skripsi]. Universitas Brawijaya. Malang.
- Setiawan, Y, Liyantono, A Fatikhunnada, PA Permatasari, and MR Aulia. 2015. Dynamics pattern analysis of paddy fields in Indonesia for developing a near real-time monitoring system using modis satellite images. ACRS 2015 - 36th Asian Conference on Remote Sensing: Fostering Resilient Growth in Asia, Proceedings. 33:108–16. DOI: 10.1016/j.proenv.2016.03.062.
- Sulakhudin, S, dan M Hatta. 2018. Increasing productivity of newly opened paddy field in tidal swampy areas using a local specific technology. Indonesian Journal of Agricultural Science. 19(1):91–16. DOI:10.21082/ijas.v.19.n1.2018.p.9–16.
- Toková, L, D Igaz, J Horák, and E Aydin. 2020. Effect of biochar application and re-application on soil bulk density, porosity, saturated hydraulic conductivity, water content and soil water availability in a silty loam haplic luvisol. Agronomy. 10(7):1005. DOI:10.3390/agronomy10071005.
- Triharto, S, I Musa, dan G Sitanggang. 2014. Survei dan pemetaan unsur hara N, P, K, dan pH tanah pada lahan sawah tada hujan di Desa Durian Kecamatan Pantai Labu. Jurnal Online Agroekoteknologi. 2(3): 1195–1204.
- Wandasari, NR, dan H Swandaru. 2017. Aplikasi pupuk organik terhadap sifat tanah dan produksi padi. Seminar Nasional Hasil Penelitian Universitas Kanjuruhan Malang. Hlm. 90–96.
- Yang, R, Z Wang, S Fahad, S Geng, C Zhang, MT Harrison, M Adnan, S Saud, M Zhou, K Liu, and X Wang. 2022. Rice paddies reduce subsequent yields of wheat due to physical and chemical soil constraints. Frontiers in Plant Science. 13:959784. DOI: 10.3389/fpls.2022.959784.
- Yanti, D. 2019. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Penambahan Jerami Terhadap Kebutuhan Air Penyiapan Lahan Padi Sawah. JTEP: Jurnal Keteknikan Pertanian. 7(2): 185–192.
- Yunanda, F, IN Soemeinabedhy, dan IP Silawibawa. 2022. Pengaruh pemberian pupuk organik cair terhadap sifat fisik tanah, kimia tanah, dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogea* L.) di Kecamatan Kediri. Jurnal Ilmiah Agrokomplek. 1(3): 294–303.
- Yuniarti, A, E Solihin, dan ATA Putri. 2020. Aplikasi pupuk organik dan N, P, K terhadap pH tanah, P-tersedia, serapan P, dan hasil padi hitam (*Oryza sativa* L.) pada Inceptisol. Jurnal Kultivasi. 19(1): 1040–1046.
- Yuniarti, A, M Damayani, dan DM Nur. 2019. Efek pupuk organik dan pupuk N, P, K terhadap C-organik, N-total, C/N, serta hasil padi hitam pada inceptisols. Jurnal Pertanian Presisi. 3(2): 90–105.
- Yusra, H Akbar, dan Hidayatullah. 2018. Status N, P, K tanah dan tanaman pada sawah bukaan baru dan lama di Kecamatan Sawang Kabupaten Aceh Utara. Prosing Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia (FKPTPI) 2018 Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. Hlm. 385–392.
- Zeid, HA, HM Wafaa, AE Seoud, and WAA Alhadad. 2015. Organic materials can also increase the amount of macro and micro nutrients which will ultimately have a positive effect on plant growth and production. Middle East Journal of Agriculture Research. 4(1): 77–87.
- Zhang, C, Z Zhao, F Li, and J Zhang. 2022. Effects of organic and inorganic fertilization on soil organic carbon and enzymatic activities. Agronomy. 12(12):3125. DOI:10.3390/agronomy12123125.