

# Aplikasi Pupuk Kompos Dan Npksi Cair Terhadap Ph Tanah, Ketersediaan Fosfor, Dan Pertumbuhan Padi Gogo Pada Inceptisols

Emma Trinurani Sofyan\*<sup>1</sup>, Anni Yuniarti<sup>1</sup>, Ahmad Musthofa Kamal<sup>2</sup>,  
Sastrika Anindita<sup>1</sup>, Ichsan Nurul Bari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, FakultasPertanian Universitas Padjadjaran

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi, FakultasPertanian Universitas Padjadjaran

<sup>3</sup>Departemen Hama dan Penyakit Tanaman, FakultasPertanian Universitas Padjadjaran

\*Corresponding Author Email: [emma.trinurani@unpad.ac.id](mailto:emma.trinurani@unpad.ac.id)

---

## ABTSRAK

Pengaplikasian pupuk kimia sintetik secara intensif pada pertanian konvensional telah menurunkan kualitas lahan, sehingga terjadi ketidakseimbangan nutrisi serta pencucian unsur hara pada tanah Inceptisols, termasuk unsur silika. Pemupukan berimbang menggunakan kombinasi pupuk organik dan anorganik merupakan pendekatan yang tepat untuk memperbaiki keseimbangan hara dan menunjang pertumbuhan optimal tanaman padi gogo. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kombinasi dosis pupuk kompos, N,P,K, dan NPKSi cair terhadap pH tanah, ketersediaan fosfor, dan pertumbuhan padi gogo pada Inceptisols. Percobaan dilakukan di Lahan Percobaan Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman serta analisis tanah, pupuk, dan tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran dari bulan April–Agustus 2025. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 10 perlakuan dan tiga ulangan, yaitu perlakuan kontrol negatif, kontrol positif (N,P,K Standar), kombinasi pupuk N,P,K ( $\frac{1}{2}$  dan  $\frac{3}{4}$  dosis) dengan NPKSi Cair ( $\frac{1}{2}$  dan 1 dosis), dan kompos (5 dan 10 t.ha<sup>-1</sup>). Data dianalisis menggunakan analisis ragam dan uji lanjut DMRT pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kompos, N,P,K, NPKSi cair, berpengaruh nyata terhadap pH, P-tersedia, serta pertumbuhan padi gogo. Kombinasi  $\frac{3}{4}$  N,P,K + 1 NPKSi Cair + 10 t.ha<sup>-1</sup> kompos berhasil meningkatkan pH tanah tertinggi (6,43). Sementara itu,  $\frac{3}{4}$  N, P, K +  $\frac{1}{2}$  NPKSi Cair + 10 t.ha<sup>-1</sup> kompos menjadi kombinasi efisien dalam meningkatkan P-tersedia (11,94ppm). Untuk pertumbuhan tanaman, kombinasi 1 N,P,K standar memberikan efisiensi terhadap tinggi dan jumlah anakan padi gogo.

---

**Keyword:** Fosfor, Inceptisols, Pupuk majemuk cair, Pupuk organik, Silika

## 1. PENDAHULUAN

Tatanan pertanian konvensional identik dengan penggunaan pupuk kimia sintetik yang tinggi untuk meningkatkan hasil pertanian. Hal tersebut memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, terutama tanah karena dapat menyebabkan kerusakan, pencemaran, dan racun sehingga menurunkan kualitas tanah (Nindito & Tomtomo, 2020). Diperlukan upaya untuk meningkatkan produksi tanaman, tetapi tetap mempertahankan kualitas tanah. Salah satu upaya mempertahankan hal tersebut melalui pemupukan kompos sesuai dengan pemupukan berimbang. Pupuk kompos merupakan jenis pupuk alami karena terbentuk dari sisa organisme, baik berupa tumbuhan, hewan, atau kotorannya. Pupuk kompos ideal digunakan karena prosesnya ekonomis, praktis, serta bahan bakunya mudah didapatkan. Bahan organik berpeluang menjadi buffer atau penyangga yang bertujuan dalam peningkatan dan perbaikan mutu tanah berdasarkan karakter fisik, kimia, serta biologisnya (Reganold & Watcher, 2016). Di samping itu, pemupukan berimbang menjadi metode dalam memberikan sejumlah pupuk yang relevan dengan kebutuhan spesifik tanaman agar unsur hara di tanah seimbang dan

optimal. Selain memasok zat hara makro dan mikro sesuai kebutuhan, pemupukan berimbang juga menambahkan unsur yang jumlahnya kurang mencukupi bagi tanaman (Balittanah, 2021).

Pupuk kompos yang dicobakan terdiri dari multibahan, meliputi kotoran hewan (kohe) sapi, jerami padi, daun bambu, dan dedak. penggunaan kohe sapi dapat meningkatkan kesuburan tanah karena memiliki kadar selulosa tinggi, menggemburkan tanah, serta memperbaiki daya serap air (Suswati dkk., 2024). Jerami padi dijadikan sebagai pembenah tanah terbaik yang berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah. Daun bambu mengandung unsur fosfor (P), kalium (K), lignin, dan silikon (Si) yang relatif tinggi sehingga mampu menjadi substrat pengomposan, dan meningkatkan ketahanan tanaman (Yang et al., 2025). Tambahan dedak diperlukan dalam upaya menyediakan unsur P (0,21%) sehingga mempercepat laju pertumbuhan akar, batang, dan dedaunan menjadi rimbun (Damayanti dkk., 2016).

Inceptisols merupakan satu diantara ordo tanah yang memiliki kesuburan rendah. Ordo tersebut memiliki kendala berupa kadar zat hara makro rendah, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), derajat pH rendah – sedang, agregat kurang stabil, hingga kandungan liat cenderung tinggi (Pathak et al., 2016). Di sisi lain, ordo Inceptisols termasuk lahan kering yang sebagian besar dapat ditanami tanaman pangan, termasuk padi gogo. Padi gogo membutuhkan nutrisi optimal, meliputi N, P, K, dan Si untuk pertumbuhannya. Unsur Si digunakan dalam memperkuat jaringan tanaman sehingga tidak rentan terhadap penyakit, hama, stress lingkungan dan mampu mempengaruhi kelarutan fosfor dalam tanah (Setiawan dkk., 2018). Namun, lahan Indonesia yang jenuh mengakibatkan pasokan hara makro dan mikro tercuci, terutama hara silika.

Oleh karenanya, satu diantara cara untuk meningkatkan ketersediaan unsur Si dapat diaplikasikan pemupukan silika pada padi gogo, sedangkan untuk memastikan pertumbuhan optimal tetap diperlukannya pupuk majemuk anorganik untuk memberikan hara makro yang diperlukan dalam jumlah banyak. Peningkatan efektivitas pupuk majemuk dapat dicapai dengan melakukan inovasi terhadap unsur Si yang menjadi bahan penunjang pupuk majemuk NPK. Pupuk NPKSi cair ialah pupuk majemuk dengan kandungan tiga unsur makro esensial yang diperkaya dengan unsur Si sebagai unsur hara beneficial, sehingga mampu diaplikasikan dalam satu kali pemupukan (Rachinda et al., 2024). Pengaplikasian dalam bentuk cair bertujuan agar lebih efektif dan mempermudah karena langsung diserap oleh daun tanaman.

Berlandaskan pernyataan sebelumnya, untuk mengatasi permasalahan dampak dari aktivitas pertanian konvensional, rendahnya kesuburan tanah Inceptisol, dan defisiensi hara Si pada padi gogo, maka dilakukan percobaan dengan beberapa level dosis pupuk kompos yang dikombinasikan dengan NPKSi cair. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan peningkatan dalam kesuburan tanah, khususnya karakteristik kimia berupa kemasaman (pH tanah) dan P-tersedia, sehingga berdampak positif terhadap pertumbuhan padi gogo.

## **2. METODOLOGI**

### **Waktu dan Lokasi**

Rangkaian kegiatan percobaan dilaksanakan pada bulan April sampai Agustus 2025. Percobaan dilakukan di rumah kaca milik Lahan Percobaan Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran pada ketinggian  $\pm$  750 mdpl. Analisis pupuk, kimia tanah, dan tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman (KTNT), Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan,

Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang. Selain itu, analisis karakteristik kimia tanah awal terdiri pH H<sub>2</sub>O dan KCl (1 M), C-organik (Walkey & Black), N-total (Kjeldahl), proporsi C/N, P-tersedia (Bray I), Kation basa dapat dipertukarkan (K-dd, Na-dd, Ca-dd, Mg-dd), serta KTK. Karakteristik kimia tanah yang dianalisis setelah percobaan, yaitu pH tanah H<sub>2</sub>O (metode elektrometri) dan P-tersedia (metode Bray I).

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan berupa tanah Inceptisol asal Jatinangor, benih padi gogo varietas Situbagendit, pupuk kompos (kohe sapi, jerami, daun bambu, dan dedak), Urea, SP-36, KCl, material formulasi KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, asam borat 1%, NaOH 4%, pereaksi ammonium molibdovanadat, EDTA, serta bahan lainnya. Untuk alatnya mencakup semua peralatan yang berkaitan dengan penataan tanah di area penelitian dan evaluasi parameter di laboratorium.

### Rancangan Percobaan

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah ekperimental, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) mencakup 10 perlakuan, tiga ulangan, dan dua unit (fase vegetatif dan fase generatif), sehingga total unit percobaan yang digunakan adalah 10 x 3 x 2 = 60 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan dalam percobaan ini ialah aplikasi pupuk kompos, N,P,K, dan NPKSi cair. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan software SmartstatXL V.3.6.5.4. Dilakukan pengujian analisis ragam dan uji lanjut Duncan (DMRT) pada derajat signifikansi 5%. Kombinasi setiap perlakuan disajikan di bawah ini.

Tabel 1. Susunan Perlakuan Penelitian Pupuk Kompos dan NPKSi Cair

Perlakuan	N, P, K tunggal (kg.tanaman <sup>-1</sup> )			NPKSi air ml.l <sup>-1</sup>
	Urea	SP-36	KCl	
A:Kontrolnegatif (tanpapemupukan)	0	0	0	0
B:Kontrolpositif (1 N,P,K)	350	50	50	0
C:½ N,P,K + ½ NPKSi cair+ 5 t.ha <sup>-1</sup> kompos	175	25	25	2
D:½ N,P,K + 1 NPKSi cair+ 5 t.ha <sup>-1</sup> kompos	175	25	25	4
E:¾ N,P,K + ½ NPKSi cair+ 5 t.ha <sup>-1</sup> kompos	262,5	37,5	37,5	2
F:¾ N,P,K + 1 NPKSi cair+ 5 t.ha <sup>-1</sup> kompos	262,5	37,5	37,5	4
G:½ N,P,K + ½ NPKSi cair+10t.ha <sup>-1</sup> kompos	175	25	25	2
H:½ N,P,K + 1 NPKSi cair+10t.ha <sup>-1</sup> kompos	175	25	25	4
I:¾ N,P,K + ½ NPKSi cair+10t.ha <sup>-1</sup> kompos	262,5	37,5	37,5	2
J:¾ N,P,K + 1 NPKSi cair+10 t.ha <sup>-1</sup> kompos	262,5	37,5	37,5	4

Keterangan: Kandungan Pupuk NPKSi cair 8,36% N: 4,62% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 3,49% K<sub>2</sub>O: 2,30% SiO<sub>2</sub>.

### Variabel Pengamatan

Variabel yang diobservasi mencakup: komponen pertumbuhan (tinggi tanaman dan jumlah anakan padi gogo). Pengamatan tinggi tanaman (cm) dan jumlah anakan diterapkan pada selang dua minggu sekali hingga masa vegetatif akhir. Tinggi tanaman dihitung mulai dasar batang pada permukaan tanah sampai titik tertinggi daun yang direntangkan tegak lurus serta diukur memakai alat bantuan (meteran). Jumlah anakan

diukur dengan cara mengkalkulasi semua batang pertanaman lalu dikurangi satu batang sebagai batang primer batang padi gogo.

### **Pengaturan Eksperimen**

Pupuk kompos dibuat dengan prinsip aerobik, yang diawali dengan pencacahan (jerami dan daun bambu) ukuran sekitar 2 cm bersamaan menyiapkan kohe sapi serta dedak (1 kg). Bahan dicampur dengan rasio kebutuhan 1 (jerami): 1 (daun bambu): 2 (kohe sapi). Tambahkan Orgadec sebagai starter pengomposan. Setelah itu, melakukan penumpukan dan dikomposkan sekitar 21 hari. Kompos ditutup dengan terpal dan dipelihara dengan cara membalik dan menyiram setiap satu minggu sekali guna menjaga kelembaban dan suhu kompos. Pemberian dosis kompos sebanyak 5 dan 10 t.ha<sup>-1</sup>, yang diberikan satu minggu sebelum penanaman.

Pupuk NPKSi cair diproduksi dengan mencampur terlebih dahulu unsur hara mikro (MnSO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, ZnSO<sub>4</sub>, dan ammonium molibdovanadat), unsur makro (Urea, MKP, KCl, FeSO<sub>4</sub>), asam borat, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, dan EDTA. Selanjutnya, dilarutkan dengan air suling bebas ion hingga volume 1 L hingga semua bahan homogen. Pemberian dosis NPKSi yaitu 4 l.aplikasi<sup>-1</sup>, sebanyak enam kali setiap minggunya. Pemberian pupuk Urea (1, 3, 6 MST), SP-36 (1 MST), dan KCl (1 & 6 MST).

Benih padi var. Situbagendit ditanam (sistem tugal) sekitar 3–5 benih/polybag dengan jarak 25 x 25 cm. Setelah 4 MST dilakukan penjarangan, hanya menyisakan satu tanaman per polybag dengan pertumbuhan terbaik. Sementara itu, tanaman yang tersisa ditanam dalam tanah guna mengisi kembali nutrisi yang telah diserap. Penyiraman sesuai dengan kapasitas lapangan (1.700 ml). Analisis tanaman dilakukan pada stadia vegetatif akhir, sekitar 60 HST, ditandai dengan munculnya daun bendera dan tahap pembungaan. Bagian tanaman yang dianalisis untuk pengukuran serapan hara adalah batang dan daun. Pemanenan dilakukan Ketika 90–95% gabah dalam malai sudah berwarna kuning atau mulai bernas.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Tanah Awal**

Analisis permulaan tanah, sampel yang diperlukan pada percobaan merupakan ordo Inceptisols asal Cileles. Hasil analisis menunjukkan tanah tersebut tergolong dengan tingkat kesuburan rendah yang ditandai dengan pH tanah H<sub>2</sub>O masam (5,30), pH tanah KCl (4,9), kandungan C-organik sangat rendah (0,93%), N-total rendah (0,18%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (HCL 25%) rendah (2,35 mg.100<sup>-1</sup> g). K-dd rendah (0,11 cmol.kg<sup>-1</sup>), KTK rendah (11,31 cmol.kg<sup>-1</sup>), hingga ketersediaan P sangat rendah (2,35 ppm) dan diikuti dengan tekstur tanah termasuk lempung (loam). Sebagian besar kandungan kimia tanah awal tergolong kritis, untuk itu diperlukan pemberian pupuk.

### **Analisis Kompos Multibahan**

Sampel kompos serasah bambu, kohe sapi, daun bambu, dan dedak yang diuji di Laboratorium (KTNT) Faperta Unpad, menghasilkan unsur hara yang tersaji di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Uji Laboratorium Kandungan dan Kualitas Pupuk Kompos

No.	Parameter	Satuan	Hasil	SNI-19-7030-2004
1.	pH kompos	-	8,80	6,8-7,49
2.	C-Organik	%	32,53	9,8-32
3.	C/N	-	27	10-20
4.	Kadar air	%	45,50	≤ 50
5.	N	%	1,19	≥ 0,4
6.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,97	≥ 0,20
7.	K <sub>2</sub> O	%	1,11	≥ 0,10
8.	SiO <sub>2</sub>	%	15,04	-

(Keterangan: Laboratorium KTNT, 2024)

Hasil analisis berpedoman kepada SNI 19-7030-2004 terkait “Spesifikasi Kompos dan Sampah Organik Domestik”. Berdasarkan Tabel 1 nilai pH kompos tercatat 8,80 yang artinya kategori basa dan berada lebih sedikit dari rentang SNI. Sifat kebasaaan tersebut diperkirakan dipengaruhi oleh bahan baku kohe sapi, yang relative menghasilkan kation basa (Ca 2+, Mg 2+) dan senyawa ammonium terhidrolisis selama pengomposan berlangsung (Zuraida & Nuraini, 2021). Namun, pH akhir kompos yang baik berada dalam kisaran 6,5 -8,0 sehingga dapat menekan risiko kehilangan unsur N melalui ammonia volatile (Palashikar et al., 2016). Oleh karena itu, nilai pH 8,80 menunjukkan bahwa proses composting telah berlangsung, tetapi dari segi keseimbangan kimia masih perlu diperhatikan jika diaplikasikan pada jenis tanah tertentu. Tahapan fermentasi yang berlangsung dengan baik dapat menurunkan Ph kompos menuju tingkat netral.

Kandungan karbon dalam kompos berperan dalam sumber tenaga bagi organisme mikro yang menguraikan bahan organik, sehingga berkontribusi dalam memperbaiki kemampuan tanah menahan air serta meningkatkan suhu tanah (Mirwan, 2025). Berdasarkan data C-organik kompos menunjukkan nilai 32,53%. Kadar C-organik yang tinggi mencerminkan keberadaan bahan organik relatif banyak. Hal ini rasional karena bahan kompos meliputi kohe sapi dan residu tanaman (daun bambu, jerami, dan dedak) yang mengandung lignoselulosa. Menurut Istikowati dkk. 2020, bahan jerami atau daun bambu relatif mengandung fraksi karbon yang agak lebih tahan terdegradasi dibanding bahan halus. Ketika proses komposting, kualitas C-organik akan menurun seiring dengan mineralisasi dan humifikasi bahan organik (Hidayanto dkk.,2025) Demikian, dari aspek materi organik, komposisi ini menunjukkan potensi baik sebagai pupuk organik, tetapi juga menyiratkan bahwa proses mineralisasi dapat terus berjalan setelah aplikasi dilapangan.

Tingkat kadar air pada kompos yang diperoleh sudah memenuhi standar SNI (45,50%). Artinya, kondisi fisik kompos sangat memadai untuk pengaplikasian karena tidak terlalu kering (memperlambat mikroba) ataupun tidak terlalu basah (menyebabkan anerob dan aroma tidak sedap). Sejalan pernyataan Wahyudin & Nurhidayatulloh. (2018), pengaturan kelembaban yang ideal sangat penting guna aktivitas mikroba tetap optimal dan stabilitas kompos tercapai. Kadar air yang sesuai diduga karena selama proses pengomposan dilakukan pengecekan. Penyesuaian kadar air diterapkan dengan menambah air bila terlalu rendah dari ambang batas atau

membalik tumpukan bila terlalu tinggi agar bahan dikeringkan melalui masuknya udara. Tingginya kandungan kadar air pada kompos disebabkan juga karena penggunaan kotoran sapi. Menurut Dewi dkk. (2017), kotoran sapi mengandung kadar air 85–92 %. Kadar air tinggi mampu menjaga kelembaban pupuk kompos, sehingga menciptakan kondisi optimal untuk aktivitas mikroorganisme pengurai.

Kandungan makronutrisi N (1,19%), P (0,97%), dan K (1,11%) memperlihatkan bahwa kompos mengandung hara makro yang baik dan melebihi persyaratan minimal SNI. Hal tersebut berhubungan dengan material pembentuknya: kohe sapi menjadi sumber unsur N dan K yang baik, dedak padi mengandung asam fitat relatif tinggi sebagai sumber unsur P yang ideal untuk pertumbuhan tanaman, jerami padi dan daun bambu sebagai residu tanaman menyumbang unsur kalium dan silika setelah pembusukan. Hasil pembuatan kompos menunjukkan bahwa tambahan unsur P dan K dalam kompos meningkatkan mutu pupuk organik (Saputri dkk., 2023).

Kemasaman (pH Tanah) dan Ketersediaan Fosfor Kemasamn (pH tanah). Hasil uji statistik memperlihatkan jika aplikasi pupuk kompos dan NPKSi cair memberikan pengaruh terhadap pH tanah Inceptisol asal Jatinangor (Tabel 3). Lazimnya, unsur hara dapat diserap oleh tanaman pada rentang pH tanah 6-7 (Purba, 2021). Hasil tanah awal termasuk kriteria masam (pH 5,30), nilai pH tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan J ( $\frac{3}{4}$  N,P,K + 1 NPKSi cair + 10 t.ha<sup>-1</sup>) dengan pH mencapai 6,43, sedangkan nilai pH terendah terdapat pada perlakuan B (N,P,K Standar). Kenaikan pH tanah dari yang sebelumnya diduga karena pemberian kompos multibahan sebagai pupuk dasar. Pupuk kompos memiliki pH lebih netral dan cenderung basa (pH 8,80). Ketika diaplikasikan ke dalam tanah yang awalnya masam, pupuk kompos mampu meningkatkan pH melalui mekanisme kimia (penetralkan asam tanah). Menurut Shi et al. 2019, naiknya derajat kemasaman tanah setelah penambahan kompos (kotoran sapi) dipengaruhi oleh keberadaan senyawa dan ion-ion bersifat basa seperti Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, atau K<sup>+</sup>, sehingga pH tanah meningkat karena sifat kompos yang alkalis.

Perlakuan B (N, P, K Standar) menerangkan pH tanah terendah dan berbeda signifikan dibandingkan perlakuan lainnya. Hal tersebut disebabkan oleh pemberian pupuk tunggal tanpa diimbangi dengan pupuk organik. Pupuk tunggal, terutama Urea dengan dosis tinggi mampu menurunkan pH tanah, akibat mekanisme nitrifikasi yang mengonversi ammonium menjadi nitrat sekaligus melepaskan ion H<sup>+</sup> (Damanik dkk., 2014). Selain itu, nilai pH tanah dominan meningkat signifikan pada perlakuan yang diserahkan pupuk kompos pada dosis 10 t.ha<sup>-1</sup> daripada 5 t.ha<sup>-1</sup>. Ketidaksamaan tersebut disebabkan oleh pengaruh kuantitas dosis bahan organik yang diberikan. Artinya, aktivitas mikroorganisme meningkat karena banyaknya organic materials yang tersedia dapat diuraikan. Dekomposisi menghasilkan ion OH<sup>-</sup> dan kation basa mampu menetralkan ion H<sup>+</sup> sehingga meningkatkan pH tanah lebih tinggi dibandingkan dengan dosis lebih rendah (Weil & Brady, 2017).

Tabel 3. Pengaruh Pupuk Kompos dan NPKSi Cair terhadap pH dan P-tersedia Tanah

Perlakuan	pH Tanah	P-tersedia (ppm)
A: Kontrolnegatif	5,83 cd	4,40 a
B: Kontrolpositif (N, P, K standar)	5,36 a	9,15 e
C: ½ N,P,K + ½ NPKSiCair + 5 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	5,87 d	5,48 abc
D: ½ N,P,K + 1 NPKSiCair+ 5t.ha <sup>-1</sup> Kompos	5,89 d	6,94 d
E: ¾ N,P,K + ½ NPKSiCair + 5 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	5,75 c	5,96 bcd
F: ¾ N,P,K + 1 NPKSiCair+ 5t.ha <sup>-1</sup> Kompos	5,61 b	5,38 ab
G: ½ N,P,K + ½ NPKSiCair+ 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	6,03 e	6,62 cd
H: ½ N,P,K + 1 NPKSiCair + 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	6,33 f	9,07 e
I: ¾ N,P,K + ½ NPKSiCair+ 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	6,10 e	11,94 f
J: ¾ N,P,K + 1 NPKSiCair + 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	6,43 g	12,31 f

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5% Ketersediaan Fosfor.

Berlandaskan data Tabel 3, diketahui bahwa setiap perlakuan berpengaruh terhadap P-tersedia pada tanah Inceptisol asal Jatinangor. Nilai P-tersedia pada perlakuan J (¾ N,P,K + 1 NPKSi cair + 10 t.ha<sup>-1</sup> Kompos) menunjukkan ketersediaan fosfor tertinggi, sebesar 12,31 ppm, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan I (¾ N,P,K + ½ NPKSi cair + 10 t.ha<sup>-1</sup>). Sementara itu, perlakuan C (½ N,P,K + ½ NPKSi cair + 5 t.ha<sup>-1</sup> Kompos) dan F (¾ N,P,K + 1 NPKSi cair + 5 t.ha<sup>-1</sup> Kompos) tidak berbeda nyata dengan perlakuan A (kontrol negatif). Hal tersebut disebabkan oleh pH tanah yang terdapat pada perlakuan C (pH 5,87) dan F (pH 5,61). Sejalan pernyataan Siswanto. (2018), pada tanah masam ketersediaan unsur P menjadi terbatas karena unsur P akan bereaksi dengan ion Fe dan Al serta membentuk FeSO<sub>4</sub> (besi fosfat) dan AlPO<sub>4</sub> (aluminium fosfat), yang memiliki sifat insoluble dalam air, sehingga belum mampu tersedia bagi tanaman. Tidak hanya itu, tetapi fosfor juga membentuk ikatan ion Ca membentuk Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (kalsium fosfat) yang sukar larut pada pH tanah yang tinggi atau alkalis (Dhage et al., 2014).

Perlakuan J (¾ N,P,K + 1 NPKSi Cair + 10 t.ha<sup>-1</sup> Kompos) mengalami peningkatan P-tersedia mencapai 80,90% dari P-tersedia tanah awal yang hanya 2,35 ppm. Kondisi ini diperkirakan karena pemberian dosis pupuk kompos yang disumbangkan. Takaran kompos yang lebih tinggi mampu memacu dalam aktivitas mikroorganisme tanah. Mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim fosfatase lebih banyak guna mendekomposisikan P-organik di dalam tanah menjadi P-anorganik yang nantinya mudah diserap oleh tanaman. Hal ini ditegaskan dalam penelitian Wanke et al. 2024, bahwa pemberian kompos dengan dosis tinggi secara signifikan meningkatkan ortofosfat anorganik (55%). Proses tersebut meningkatkan ketersediaan fosfor untuk penyerapan tanaman dan berkorelasi dengan dampak positif kompos pada aktivitas mikroorganisme tanah dan siklus nutrisi.

Diketahui juga, berdasarkan data rerata nilai P-tersedia relatif meningkat bersamaan dengan peningkatan dosis pupuk NPKSi cair. Artinya hara silika memegang peranan penting karena berpengaruh terhadap peningkatan P-tersedia tanah. Kondisi

tersebut karena unsur Si melepaskan unsur P yang sebelumnya terfiksasi oleh Fe, sehingga fosfor menjadi lebih tersedia bagi tanaman. Menurut Sahebi et al. 2023, unsure silika dapat menekan gejala toksisitas Fe, sehingga meningkatkan ketersediaan unsur P di dalam tanah. Interaksi ini memungkinkan unsur P menjadi bebas dan mudah diakses oleh tanaman, yang pada gilirannya meningkatkan penyerapan hara dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan.

Di samping itu, perlakuan F ( $\frac{3}{4}$  N,P,K + 1 NPKSi Cair + 5 t.ha<sup>-1</sup> Kompos) dan C ( $\frac{1}{2}$  N,P,K +  $\frac{1}{2}$  NPKSi Cair + 5 t.ha<sup>-1</sup> Kompos) memberikan perolehan yang tidak berbeda signifikan oleh perlakuan A (kontrol negatif). Kondisi tersebut diduga mengalami residual effect atau efek pemupukan susulan. Hal ini mengindikasikan pupuk tunggal yang ditanamkan tidak seluruhnya dimanfaatkan oleh tanaman, tetapi sebagian tetap terakumulasi di dalam tanah. Selaras dengan pendapat Yuniarti dkk. 2020, mekanisme ketersediaan atau penyerapan unsur P tidak dipastikan dipengaruhi oleh dosis pemupukan fosfor atau bahkan dapat memicu penurunan ketersediaan unsure P jika diberikan dosis yang makin tinggi.

### Tinggi Tanaman

Berlandaskan hasil uji statistik menyeluruh menerangkan bahwa aplikasi macam dosis perlakuan pupuk kompos dan NPKSi cair terhadap tinggi tanaman padi gogo pada umur 2–10 MST. Data tersebut memaparkan adanya pengaruh nyata terhadap kontrol negatif (perlakuan A). Tidak adanya pemberian zat hara terhadap perlakuan A atau kontrol negatif menyebabkan tidak terpenuhinya nutrisi bagi tanaman secara optimal.

Tabel 4. Pengaruh Pemberian Kompos dan NPKSi Cair terhadap Tinggi Padi Gogo

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm) pada umur				
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST
A: Kontrolnegatif	23.30	25.68 a	32.46 a	40.50 a	46.18 a
B: Kontrolpositif (N, P, K standar)	22.43 a	37.38 b	54.48 b	66.58 b	67.75 b
C: $\frac{1}{2}$ N,P,K + $\frac{1}{2}$ NPKSiCair + 5 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	22.50 a	37.00 b	55.93 b	69.30 b	73.38 b
D: $\frac{1}{2}$ N,P,K + 1 NPKSiCair+ 5t.ha <sup>-1</sup> Kompos	23.70	35.16 b	53.70 b	66.95 b	69.75 b
E: $\frac{3}{4}$ N,P,K + $\frac{1}{2}$ NPKSiCair + 5 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	24.26 b	34.71 b	54.06 b	67.21 b	72.46 b
F: $\frac{3}{4}$ N,P,K + 1 NPKSiCair+ 5t.ha <sup>-1</sup> Kompos	24.43 b	33.30 b	52.28 b	60.93 b	66.75 b
G: $\frac{1}{2}$ N,P,K + $\frac{1}{2}$ NPKSiCair+ 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	23.06	39.46 b	57.51 b	70.25 b	75.45 b
H: $\frac{1}{2}$ N,P,K + 1 NPKSiCair + 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	23.36	39.66 b	60.16 b	74.41 b	79.30 b
I: $\frac{3}{4}$ N,P,K + $\frac{1}{2}$ NPKSiCair+ 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	24.30 b	36.01 b	55.28 b	68.06 b	72.35 b
J: $\frac{3}{4}$ N,P,K + 1 NPKSiCair + 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	23.36	36.21 b	55.60 b	67.06 b	73.61 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Pada Tabel 4 diterangkan bahwa tinggi tanaman padi gogo umur 2 MST yang tertinggi adalah akibat pemberian kombinasi  $\frac{3}{4}$  N,P,K + 1 NPKSi Cair + 5 t.ha -1 Kompos, (24,43 cm), sedangkan tinggi padi gogo terendah yaitu akibat diberikan pupuk N,P,K standar atau kontrol positif (22,43 cm). Hal tersebut diduga terjadi karena efek dosis Urea, SP-36, dan KCl yang relatif berlebih karena 1 dosis sesuai standar. Selaras dengan temuan Sharestha et al. 2020 penggunaan pupuk tidak seimbang menyebabkan penurunan kualitas tanah, yang pada akhirnya mempengaruhi pertumbuhan padi secara negatif. Di samping itu, seluruh perlakuan tampak memiliki nilai relatif sepadan (22–24 cm). Kondisi ini mengindikasikan pengaruh pupuk terhadap tanaman belum terlihat karena diduga ketersediaan nutrisi belum sepenuhnya dimanfaatkan oleh akar padi gogo yang baru tumbuh. Tanaman muda memiliki keterbatasan penyerapan zat hara karena susunan perakaran belum terjalin sempurna (Jatsiyah et al., 2021).

Pada umur 4–10 MST mulai tampak efek dari pemberian pupuk kompos dan NPKSi cair karena nilai terlihat beragam. Diketahui tinggi padi gogo tertinggi pada perlakuan H ( $\frac{1}{2}$  N,P,K + 1 NPKSi Cair + 10 t.ha -1 Kompos). Situasi ini disebabkan karena unsur silika yang tersemat pada NPKSi cair berperan dalam tahapan efisiensi fotosintesis, yang mampu memproduksi lebih banyak asimilat untuk pertumbuhan sel dan jaringan tanaman, termasuk tinggi. Menurut Yuniarti dkk. 2020, silika mampu menjaga tegaknya tanaman lebih ideal, sehingga proses peningkatan cahaya dapat diintersepsi dengan baik guna menunjang dalam tahap fotosintesis.

Kotoran sapi dalam wujud kompos yang dicampurkan ke dalam tanah sanggup memasok gizi yang diperlukan untuk mendukung kehidupan tanaman. Sebagaimana dijelaskan oleh Prananda et al. (2014), penggunaan kompos sebagai pengganti lapisan top soil mampu menambah ketersediaan zat hara, memperbaiki struktur tanah agar lebih remah, dan menyediakan lingkungan yang lebih baik bagi organisme mikro bermanfaat. Pemberian tersebut disebabkan pupuk NPKSi cair berperan dalam menyediakan unsure hara makro esensial dan memperkuat tanaman dalam fase pertumbuhan padi gogo (Rachinda et al, 2024).

Namun, nilai tersebut tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan kompos dan NPKSi cair, yang memperlihatkan dosis aplikasi kompos dan NPKSi cair yang meningkat tidak mempengaruhi tinggi padi gogo. Perlakuan H tidak berbeda nyata dengan seluruh perlakuan, kecuali perlakuan A (kontrol negatif). Disimilaritas tersebut diduga karena efek ketersediaan hara optimum. Dimana, pupuk standar kemungkinan sudah memenuhi sebagian besar kebutuhan esensial (khususnya unsur N, yang paling penting untuk pertumbuhan vegetatif). Kondisi tersebut sering menyebabkan tidak adanya perbedaan nyata antar perlakuan yang sudah mencukupi kebutuhan tanaman, karenanya tanaman telah mencapai penyerapan nutrisi yang optimal (Schmidt et al., 2021).

Secara umum, aplikasi pemupukan baik organik maupun anorganik akan berpengaruh sangat terhadap komponen pertumbuhan tanaman padi gogo, khususnya tinggi tanaman. Dengan demikian jenis ataupun ragam takaran pupuk dalam perlakuan penelitian memberikan tanggapan yang beragam terhadap tinggi tanaman padi gogo.

### Jumlah Anakan

Ragam takaran pupuk kompos yang dipadukan dengan pupuk NPKSi cair berdampak terhadap jumlah anakan (Tabel 6). Berlandaskan data seluruh perlakuan yang diberikan kombinasi kompos dan NPKSi cair menunjukkan rerata jumlah anakan lebih banyak daripada dengan kontrol negatif. Pada umur 4 MST jumlah anakan terbanyak pada perlakuan G ( $\frac{1}{2}$  N, P, K +  $\frac{1}{2}$  NPKSi Cair + 10 t.ha<sup>-1</sup> Kompos), umur 6 MST perlakuan B (N,P,K standar), umur 8 MST perlakuan H ( $\frac{1}{2}$  N, P, K + 1 NPKSi Cair + 10 t.ha<sup>-1</sup> Kompos), dan umur 10 MST perlakuan J ( $\frac{3}{4}$  N, P, K + 1 NPKSi Cair + 10 t.ha<sup>-1</sup> Kompos).

Tabel 5 Pengaruh Pemberian Kompos dan NPKSi Cair terhadap Jumlah Anakan Padi Gogo

Perlakuan	Jumlah Anakan pada umur			
	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST
A: Kontrolnegatif	0.00 a	0.66 a	0.66 a	1.00 a
B: Kontrolpositif (N, P, K standar)	1.67 bc	5.55 b	6.33 b	7.16 bc
C: $\frac{1}{2}$ N,P,K + $\frac{1}{2}$ NPKSiCair + 5 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	2.33 bc	5.00 b	6.83 b	9.66 bc
D: $\frac{1}{2}$ N,P,K + 1 NPKSiCair+ 5t.ha <sup>-1</sup> Kompos	2.00 bc	4.22 b	5.50 b	7.66 bc
E: $\frac{3}{4}$ N,P,K + $\frac{1}{2}$ NPKSiCair + 5 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	1.00 ab	4.05 b	6.00 b	7.66 bc
F: $\frac{3}{4}$ N,P,K + 1 NPKSiCair+ 5t.ha <sup>-1</sup> Kompos	1.83 bc	4.72 b	5.16 b	6.50 b
G: $\frac{1}{2}$ N,P,K + $\frac{1}{2}$ NPKSiCair+ 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	3.00 c	5.38 b	6.16 b	7.66 bc
H: $\frac{1}{2}$ N,P,K + 1 NPKSiCair + 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	2.50 c	5.50 b	7.33 b	8.00 bc
I: $\frac{3}{4}$ N,P,K + $\frac{1}{2}$ NPKSiCair+ 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	2.00 bc	4.38 b	5.66 b	8.83 bc
J: $\frac{3}{4}$ N,P,K + 1 NPKSiCair + 10 t.ha <sup>-1</sup> Kompos	2.50 c	4.72 b	6.00 b	10.16 c

Keterangan: Angka yang diikutihuruf yang samatidakmenunjukkanperbedaan yang nyatamenurut Uji Jarak Berganda Duncan pada tarafnyata 5%

Rerata hasil jumlah anakan terbanyak didapatkan dari perlakuan yang diberikan dosis kompos yang lebih banyak, yaitu 10 t.ha<sup>-1</sup> (Perlakuan G, H, J). Hal tersebut membuktikan bahwasannya pemberian kompos mampu memperkuat kapasitas tanah dalam mendukung pertumbuhan anakan. Sependapat dengan penelitian Wang et al. 2021, kompos mampu menunjang pertumbuhan tanaman padi, sehingga proses penyerapan, distribusi, serta akumulasi unsur hara terlaksana optimal. Artinya, mampu menunjang pertumbuhan anakan, diantaranya peningkatan rumpun malai, jumlah bulir malai, dan proporsi gabah berisi. Selain itu juga dipengaruhi oleh pemberian pupuk tunggal SP-36 karena berperan dalam merangsang pertumbuhan akar serta pembentukan anakan. Menurut Afriani dkk. (2021), pemberian pupuk tunggal P mampu memproduksi jumlah anakan terbanyak karena fosfor bertindak sebagai zat hara komplemen dalam tahapan metabolisme tanaman.

Namun, sama halnya dengan tinggi tanaman. Perlakuan terbanyak jumlah anakan tidak berbeda nyata dengan seluruh perlakuan, kecuali perlakuan A (control negatif). Disimilaritas efek pada perlakuan B – J diduga juga disebabkan efek residu pemupukan. NPKSi cair memberikan zat hara dalam bentuk tersedia (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, K<sub>2</sub>

O, dan SiO<sub>2</sub>) yang cepat diserap tanaman (Rachinda et al., 2024). Karenanya efek stimulasi pertumbuhan mulai tampak pada minggu ke-2 setelah tanam. Di sisi lain, nitrogen bersifat mobile –dapat cepat diserap, diuapkan (NH<sub>3</sub> volatil) atau tercuci. Fosfor dan kalium mampu menjadi residu lebih lama, yang gilirannya unsur P dapat terikat oleh Fe atau Al sehingga menjadi kurang tersedia, sedangkan unsur K relative tersisa dalam bentuk tukar kompleks kation tanah (Havlin et al., 2014). Apabila perlakuan B (N, P, K standar) sudah memberikan pasokan hara N dan K yang cukup, maka efek residu jangka pendek dari aplikasi NPKSi cair pada periode pengamatan (4–10 MST) akan mirip atau menumpuk dengan efek pelepasan kompos pada perlakuan lainnya, sehingga perbedaan anakan tidak terlalu berdampak.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berlandaskan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Pemberian pupuk kompos dan NPKSi cair berpengaruh terhadap peningkatan pH tanah, kandungan P-tersedia, dan pertumbuhan padi gogo. Namun, tidak memberikan perbedaan signifikan antar perlakuan pada pertumbuhan padi gogo mulai 2–10 MST; (2). Aplikasi dosis  $\frac{3}{4}$  N,P,K +  $\frac{1}{2}$  NPKSi cair + 10 t.ha<sup>-1</sup> kompos merupakan perlakuan terbaik dan efisien untuk pH tanah (6,43) dan P-tersedia (11,94 ppm), sedangkan dosis N,P,K standar menjadi perlakuan efisien untuk pertumbuhan (tinggi tanaman dan jumlah anakan) padi gogo.

#### Ucapan Terimakasih

Terima kasih disampaikan kepada Universitas Padjadjaran atas pendanaan ALG untuk penelitian ini dan Laboratorium KTNT Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran atas fasilitas laboratorium ataupun lahan (lapangan) untuk dapat mengimplementasikan penelitian ini dan juga tenaga laboran serta mitra-mitra terkait.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, M., Arman, E., Murniati., Yoseva, S. (2021). Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Pupuk Fosfor terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) yang Ditanam Secara SRI Modifikasi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 9(2), 84-98. <https://doi.org/10.32528/agritrop.v19i2.5814>.
- Damanik, A.R.B., H. Hanum, Sarifudin. (2014). Dinamika N-NH<sub>4</sub> dan NO<sub>3</sub> Akibat Pemberian Pupuk Urea dan Kapur CaCO<sub>3</sub> pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala dan Kaitannya terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 2 (3): 1218 – 1227.
- Damayanti, E., Nurlala., & Nurlaila. (2016). Peningkatan Kandungan Hara pada Kompos dari Enceng Gondok dan Dedak Padi dengan Bioaktivator Berbeda. Samarinda: Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
- Dewi, C. P., Y. Setiyo., & IGN. A. Aviantara. (2017). Kajian Proses Pengomposan Berbahas Baku Limbah Kotoran Sapi dan Kotoran Ayam. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 5(2), 31-38.
- Dhage, Shubhangi J., Patil, J. D., & Dhamak, A. L. (2014). Influence of Phosphorus and Sulphur Levels on Nodulation, Growth Parameters and Yield of Soybean (*Glycine max* L.) Grown on Vertisol. *Asian Journal of Soil Science*, 9 (2): 244-249.

- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. (2014) *Soil Fertility and Fertilizers; An Introduction to Nutrient Management*. 6th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Hidayanto, F., Purnamasari, R. T., Utami, S. W., & Handayani, M. (2025). Perbandingan Proses Mineralisasi Karbon dan Nitrogen serta Humifikasi pada System Pertanian yang Berbeda di Tanah Andisol. *Jurnal Acta Solum*, 3 (3), 117-124.
- Istikowati, W. T., Sunardi., & Sutiya, B. (2020). *Teknologi Pulp dan Kertas*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Jatsiyah, V., Rosmalinda., Sopiana., dan Nurhayati. (2020). Respon Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Industri Tahu. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 68-73. DOI: <https://doi.org/10.35329/agrovital.v5i2.1742>
- Mirwan, R. (2025). Analisis Kandungan Unsur Hara Biokonversi Sampah Organik Menggunakan Larva BSF untuk Mendukung Peningkatan Kesuburan Tanah. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 11(1).
- Pathak, R., Arya, V., Shrivastava, S., Dhakad, H., & Trivedi, SK. (2016). Status of Macro and Micro Nutrients in Inceptisol and Vertisol of Gwalior District of Northern Madhya Pradesh. *International Journal of Chemical Studies*, 5 (5), 156-160. p
- Prananda, R., Indriyanto., & Riniarti, M. (2014). Respon Pertumbuhan Bibit Jabon (*Anthocephalus cadamba*) dengan Pemberian Kompos Kotoran Sapi pada Media Penyapihan. *Jurnal Sylva Lestari*, 2(3), 29. <https://doi.org/10.23960/jsl3229-38>.
- Purba, T., Ningsih, H., Purwaningsih, Junaedi, A. S., Gunawan, B., Junairah., Firgiyanto, R., & Asri. (2021). *Tanah dan Nutrisi*. Medan: Yayasan Menulis Kita.
- Rachinda, A. R. C., Yuniarti, A., & Fitriatin, B. N. (2024). Effectiveness of Liquid NPKSi and N, P, K Fertilizer on Nutrient Uptake and Yield Rice Paddy in Ultisols. *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch*, 9 (5), 36-42.
- Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic Agriculture in the Twenty-First Century. *Nature Plants*, 2(2), 1–9. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.199>.
- Sahebi, M., Hanafi, M. M., Akmar, A. S. N., Rafli, M. Y., Azizi, P., Tengous, F.F., Azwa, J. N. M., & Shabanimofrad, M. (2016). Importance of Silicon and Mechanisms of Biosilica Formation in Plants. *BioMed Research International*, 1-7.
- Saputri, E. W., Syafria, H., & Adriani, D. (2023). Pengaruh Penambahan Effective Microorganism 4 (Em4) Terhadap Kualitas Kompos Campuran Feses Sapi Dan Pelempah Sawit.
- Schmidt, M., Corre, M. D., Kim, B., Morley, J., Göbel, L., Sharma, A. S. I., Setriuc, S., & Veldkamp, E. (2021). Nutrient Saturation of Crop Monocultures and Agroforestry Indicated by Nutrient Response Efficiency. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 119(1), 69–82. <https://doi.org/10.1007/S10705-020-10113-6>
- Setiawan, R. B., Dwipa, I., & Suliansyah, I. (2018). Respon Agronomis dan Fisiologis Tanaman Padi terhadap Pemberian Beberapa Sumber Unsur Silika. Padang: Universitas Andalas.
- Shi R, Liu Z, Li Y, Jiang T, Xu M, Li J & Xu R. (2019). Mechanisms for Increasing Soil Resistance to Acidification by Long-term Manure Application. *Soil and Tillage Research*. 185:77–84.

- Shrestha, J., Shah, K. K., & Timsina, K. P. (2020). Effects of Different Fertilizers on Growth and Productivity of Rice (*Oryza sativa* L.): a review. 7(1). <https://doi.org/10.26540/IJGSR.V7.I1.2020.151>
- Siswanto, B. (2018). Sebaran Unsur Hara N, P, K, dan Ph dalam Tanah. *Jurnal Buana Sains*, 18 (2), 109-124.
- Suswati, D., Murni, S. D., & Fadilla, U. (2024). Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap serapan hara makro dan produksi tanaman jagung pada tanah aluvial. *Jurnal Agroteksos*, 34(1), 143-153.
- Mirwan, R. (2025). Analisis kandungan unsur hara biokonversi sampah organik menggunakan larva BSF untuk mendukung peningkatan kesuburan tanah. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 11(1).
- Wahyudin., & Nurhidayatullah. (2018). Pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Mikroorganisme Lokal Bonggol Pisang sebagai Bioaktivator. *AGRIOVET*. 1 (1), 20- 37.
- Wanke, D. J., Nkebiwe, P. M., Günther, J., Reusser, J. E., Hartmann, T. E., Yang, H., Zhang, W., Chen, X., & Müller, T. (2024). Identification and Quantification of Phosphate Turnover Indicators After Long-term Compost Application – Long-term and Single Season Effects. *Plant and Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-024-06620-y>
- Wang, M., Gao, L., Dong, S., Sun, Y., Shen Q., & Guo, S. (2017). Role of Silicon on Plant–Pathogen Interactions. *Front. Plant Sci.* 8:701. doi: 10.3389/fpls.2017.00701 f
- Weil, R & Brady, N. C. (2017). *The Nature and Properties of Soils*. 15th Edition. London: Pearson Education. ISBN: 978-0133254488.
- Yang, Y., Huang, L., Yu, L., Zhu, F., Chang, J., Li, M., Wang, S., Wang, S., Wang, C., & Zhan, H. (2025). Silicon Accumulation and Photosynthetic Capacity of *Dendrocalamus brandisii* in Response to Sodium Silicate Foliar Application Across Vegetative Phenological Stages. *Plants*, 14(17), 2624.
- Yuniarti, A., Solihin, E., & Putri, A. T. A. (2020). Aplikasi Pupuk Organik dan N, P, K terhadap pH Tanah, P-tersedian, Serapan P, dan Hasil Padi Hitam (*Oryza sativa* L.) pada Inceptisols. *Jurnal Kultivasi*, 19 (1), 1040-1046.
- Zuraida, P. A., & Nuraini, Y. (2021). Pengaruh Aplikasi Kompos Kotoran Sapi dan Paitan terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8 (1), 123-133.