

# The Role of Rice Husk Charcoal and Cow Manure on The Availability of Nutrients and Yield of Cherry Tomatoes (*Solanum lycopersicum*) on Ultisol Soil

Denah Suswati<sup>1</sup> & Sri Dewi Murni<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia;

## Article History

Received : November 03<sup>th</sup>, 2025

Revised : November 21<sup>th</sup>, 2025

Accepted : December 05<sup>th</sup>, 2025

\*Corresponding Author: **Sri Dewi Murni**, Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia;  
Email: [sri.dewi@faperta.untan.ac.id](mailto:sri.dewi@faperta.untan.ac.id)

**Abstract:** Ultisol as a growing medium for cultivated plants requires proper management because it has chemical limiting factors, namely acidic soil pH, availability of macro and micro nutrients and low base saturation. Acidic soil reaction in Ultisol soil can cause nutrients, especially P and Ca, to be less available while Fe, Al and Mn nutrients are in excessive amounts so that they become toxic to plants. The purpose of this study was to obtain a combination of rice husk charcoal and cow manure doses that can increase the availability of macro nutrients and the highest yield of Cherry Tomato plants on Ultisol soil. The technique is a Completely Randomized Factorial Design (CRD Factorial), with 48 experimental units made up of the first treatment (a dose of rice husk charcoal with four treatment levels) and the second treatment (a dose of cow manure with four treatment levels) repeated three times. As demonstrated by the study's findings, the A3S3 treatment (rice husk charcoal 2,250 g/polybag, cow manure 3,000 g/polybag) can raise pH by 370.86%, increase nutrient availability (N, P, K, Ca, Mg, and Na) by 121.74%-539.39%, and increase crop yields (number of fruits per plant and fruit weight per plant) of corn in Ultisol soil by 230.27%-370.86% when compared to the A0S0 treatment.

**Keywords:** Ameliorant, cherry tomatoes, cow manure, ultisol soil, rice husk charcoal.

## Pendahuluan

Salah satu jenis tanah yang terdapat di Indonesia adalah ultisol, yang mencakup 45.794.000 hektar, atau hampir 25% dari total luas daratan negara. Diperkirakan 30,15 juta hektar, atau 57,22% dari total permukaan pulau, ditutupi oleh tanah ini di Kalimantan. Ultisol, beberapa Inceptisol, dan Oxisol adalah jenis tanah utama. Tanah ultisol ditemukan di berbagai relief, dari pegunungan hingga dataran. Sebagian besar bahan induk tanah ini adalah batuan sedimen masam, sementara ultisol dapat terbentuk dari berbagai bahan induk, termasuk yang bersifat basa dan masam. Tanah ultisol dikategorikan sebagai tanah marginal dengan produktivitas rendah (Prawito *et al.*, 2021).

Tanah Ultisol biasanya memiliki kadar bahan organik yang rendah karena proses dekomposisi yang cepat dan pencucian alkali yang intens, sehingga mengakibatkan rendahnya kadar hara. Saat menanam tomat ceri di tanah

Ultisol, unsur anorganik dibutuhkan untuk meningkatkan kesuburan tanah, terutama ketersediaan N, P, dan K. Pupuk organik berperan penting terhadap perbaikan sifat fisik, biologi, dan kimia tanah, satu diantara bahan organik yang dapat digunakan adalah arang sekam padi dan pupuk kandang sapi.

Tomat merupakan satu diantara tanaman sayuran yang memiliki manfaat yang sangat banyak, serta termasuk tanaman hortikultura yang sering dikonsumsi masyarakat Indonesia setiap harinya. Tomat ceri (*Lycopersicum* var. *Cerasiforme*) merupakan satu diantara jenis tomat yang mulai banyak diminati oleh masyarakat Indonesia. Tomat ceri lebih sering dijumpai di pasar modern dibandingkan di pasar tradisional karena harga jualnya yang tinggi, sehingga tomat ceri lebih dikenal oleh Masyarakat dari kalangan menengah keatas yang tinggal di daerah perkotaan. Tomat ceri biasanya dikonsumsi sebagai tomat segar atau diolah menjadi salad ataupun jus dan bahan

tambahan pada bahan masakan (Pehrsson, et al, 2022).

Menurut Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat (2022), produksi tomat di Kalimantan Barat dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2022 selalu mengalami peningkatan, namun pada tahun 2020 produksinya menurun. Produksi tanaman tomat pada tahun 2019 sebanyak 2088 ton, lalu turun menjadi 1857 ton pada tahun 2020, kemudian meningkat kembali pada tahun 2021 menjadi 4108 ton dan pada tahun 2022 mengalami penurunan dengan hasil 3136 ton. Tomat ceri masih kurang umum di pasar lokal. Indonesia mengimpor 3.128 kg, senilai US\$5.794, untuk memenuhi permintaan; jumlah ini terus meningkat setiap tahun (Safa'ah & Ardiarini, 2018). Tomat ceri memang banyak diminati, tetapi hanya sekitar 60% yang dapat diproduksi di dalam negeri, sehingga membutuhkan impor tahunan sekitar Rp178.022.258,60 (Wuryani dkk., 2014).

Permintaan tomat ceri (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*), salah satu komoditas sayuran, terus meningkat setiap tahun. Akibatnya, masih terdapat banyak peluang bisnis untuk menanam tomat karena pasokan tahunan tidak dapat memenuhi permintaan konsumen domestik dan mancanegara. Indonesia harus meningkatkan produksi tomat agar dapat memanfaatkan potensi pasar ini. Penyuluhan pertanian, yang bertujuan untuk meningkatkan potensi tanaman untuk menghasilkan hasil panen yang tinggi, merupakan salah satu upaya tersebut. Salah satu jenis tanah yang menjanjikan untuk perluasan pertanian adalah ultisol (Jin dkk., 2021).

Kandungan karbon yang tinggi, arang sekam padi, juga dikenal sebagai sekam padi bakar, sering digunakan untuk mengemburkan tanah dan meningkatkan kadar P yang dapat diakses dan total. Selain itu, arang sekam padi bersifat pori dan menyediakan aerasi yang memadai untuk perkembangan akar. Selain itu, arang sekam padi dapat meningkatkan penyerapan tanah, retensi air, dan tingkat nutrisi (Kartika, 2016). Pemberian pupuk kandang sapi pada tanah ultisol dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya pegang air, meningkatkan pH tanah, menambah unsur hara, meningkatkan kapasitas tukar kation dan meningkatkan mikroorganisme tanah. Pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tomat ceri (*Solanum lycopersicum*

var. *Cerasiforme*) di tanah ultisol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi terhadap ketersediaan unsur hara makro dan hasil tanaman tomat ceri pada tanah ultisol.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai November 2024. Tempat pelaksanaan di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Analisis tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura.

### Jenis penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan amelioran pupuk kandang sapi terbukti mampu meningkatkan kesuburan tanah pasir pantai, tanah mineral dan tanah pasca tambang emas. Hasil penelitian yang sudah dilakukan dan yang berkesesuaian adalah sebagai berikut :

Komposisi ideal untuk media penyapihan tanaman Jabon adalah 60% tanah Ultisol pascatambang bauksit, 15% arang sekam padi (pH 7,6), dan 25% pupuk kandang sapi. Kombinasi ini dapat meningkatkan pH tanah, ketersediaan kation basa ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , dan  $Na^+$ ), serta tinggi dan diameter batang tanaman Jabon (Suswati dkk., 2016). Pada tanaman jagung yang ditanam di tanah gambut, perlakuan R3S4 (200 g arang sekam padi ditambah 2.000 kg pupuk kandang sapi) dapat meningkatkan bobot 100 biji per tongkol sebesar 6,54%, bobot biji kering per tanaman sebesar 97,23%, dan penyerapan hara N, P, K, Ca, dan Mg pada bagian atas tanaman sebesar 456,52% hingga 833,33% (Suswati dkk., 2018).

Perlakuan L2S2 yang terdiri dari 1 kg lumpur laut dan 1 kg pupuk kandang sapi mampu meningkatkan pH tanah sebesar 47,35%, meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P, K, Ca, Mg, dan Na sebesar 75,56% hingga 1.950%, serta meningkatkan daya serap unsur hara tanaman jagung bagian atas sebesar 600% hingga 1.052% di lahan pasir pantai. Perlakuan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi pada perlakuan M3A2 (Arang sekam padi 450 g/polybag + pupuk kandang sapi 2.000 g/polybag) merupakan perlakuan yang dapat meningkatkan serapan hara N, P, K, Ca, Mg sebesar 40,25%-67,78%, dan hasil tanaman jagung sebesar 10,51%-41,76% dibandingkan

perlakuan dengan takaran arang sekam padi dan pupuk kandang sapi terendah (M1A1) di lahan pasir pantai. Pemberian pupuk kandang sapi (S3) dengan dosis 450 g/polybag mampu meningkatkan bobot 100 biji per tongkol sebesar 87,03%, bobot biji kering per tanaman sebesar 36,36%, dan daya serap hara N, P, K, Ca, dan Mg sebesar 137,41%–344,29% pada tanaman jagung di tanah aluvial jika dibandingkan dengan dosis terendah pupuk kandang sapi (S0) di tanah Ultisol (Suswati *et al.*, 2022).

#### Analisis data

Penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengan pola factorial 4x4, terdiri dari dua faktor: Faktor A (pupuk kandang sapi): A0 : 0 g/polybag, A1 : 750 g/polybag (17 ton/ha), A2 : 1500 g/polybag (34 ton/ha), A3 : 2250g/polybag (51 ton/ha). Faktor B (Arang Sekam Padi S0 : 0 g/polybag, S2 :1000 g/polybag (25 ton/ha), S2 2000 g/polybag (50 ton/ha), S3 3000 g/polybag (75 ton/ha).

Analisis data dengan uji F dan DMRT pada taraf kepercayaan 5 % (49).

#### Hasil dan Pembahasan

#### Sifat Kimia Tanah

Penambahan kotoran sapi dan arang sekam padi merupakan metode lain untuk meningkatkan pH tanah. Pupuk kandang sapi dengan arang sekam padi dapat meningkatkan pH dan ketersediaan hara tanah, di antara sifat-sifat kimia lainnya. Pemanfaatan pupuk kandang sapi dan arang sekam padi dapat meningkatkan produktivitas tanah Ultisol, berdasarkan data pH dan kandungan hara.

Berdasarkan kandungan haranya, arang sekam padi memiliki kandungan N total 1,59%, P tersedia 0,45 ppm, dan K-dd 0,27 cmol(+)kg<sup>-1</sup>, Ca-dd 1,34 cmol(+)kg<sup>-1</sup>, dan Mg-dd 0,35 cmol(+)kg<sup>-1</sup>. Sebaliknya, pupuk kandang sapi memiliki kandungan N total 2,83%, P 0,14 ppm, dan K-dd 0,27 cmol(+)kg<sup>-1</sup>, Ca 0,51 cmol(+)kg<sup>-1</sup>, dan Mg-dd 0,13 cmol(+)kg<sup>-1</sup>. Unsur hara ini dapat digunakan untuk menjaga keseimbangan hara tanah. Lebih jauh lagi, arang sekam padi dan kotoran sapi memiliki nilai pH yang hampir netral masing-masing 6,68 dan 6,88—sehingga penambahan arang sekam padi diantisipasi dapat meningkatkan pH tanah Ultisol.

**Tabel 1.** Data Parameter Sifat Kimia Tanah Ultisol, Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Ayam Sebelum Perlakuan

Parameter Kimia	Tanah Ultisol	Arang Sekam Padi	Pupuk Kandang Sapi
Tekstur			
Debu (%)	44,21	-	-
Liat (%)	31,98 (%)	-	-
Lempung (%)	23,81 (%)	-	-
pH H <sub>2</sub> O (%)	5,09	6,68	6,88
C-organik (%)	1,3 (%) (%)1,3 (%)	54.03 (%)	56,47 (%)
N-total(%)	1.11 (%)	1.59 (%)	2,83 (%)
C/N (%)		33.98	19,95
P Bray I (ppm)	17,82	0.45	0.14
K (cmol(+)kg <sup>-1</sup> )	0,09	0.27()	0,27
Ca (cmol(+)kg <sup>-1</sup> )	1,09	1.34	0.51
Mg (cmol(+)kg <sup>-1</sup> )	0,27	0.35 (cmol(+)kg <sup>-1</sup> )	0.13
Na (cmol(+)kg <sup>-1</sup> )	0,35	-	-
CTK (cmol(+)kg <sup>-1</sup> )	17,93	-	-
KB (%)	10,04	-	-
Al(cmol(+)kg <sup>-1</sup> )	0,31 (cmol(+)kg <sup>-1</sup> )	-	-

Sumber : Hasil Analisis di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, 2024

#### Ketersediaan Hara Tanah Setelah Inkubasi

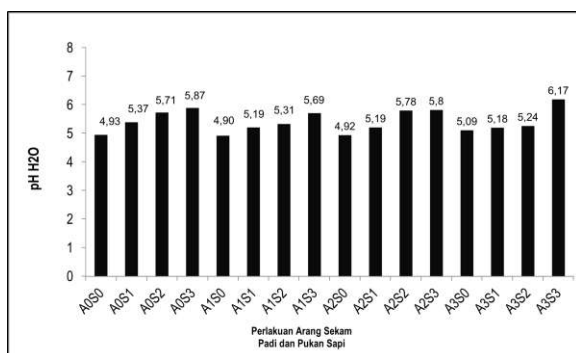
##### Reaksi Tanah (pH)

Gambar 1. menunjukkan bahwa pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi yang semakin meningkat sampai pada perlakuan A3S3 (2.250 g/polybag+3.000g/polybag) pH tanah cenderung meningkat, walaupun tidak berbeda nyata

dengan perlakuan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi dan dengan dosis yang lebih rendah A2S2 (1.500 g/polybag+2.000g/polybag), A2S3 (1.500 g/polybag+3.000g/polybag) dan A0S3 (0 g/polybag+3.000g/polybag). Hal ini disebabkan arang sekam padi yang digunakan mempunyai pH H<sub>2</sub>O 6,68 dan pupuk kandang sapi pH H<sub>2</sub>O

6,88, sehingga semakin tinggi takaran arang sekam padi sampai dengan 2.250 g dan pupuk kandang sapi sampai dengan 3.000 g yang ditambahkan akan meningkatkan pH tanah Ultisol tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

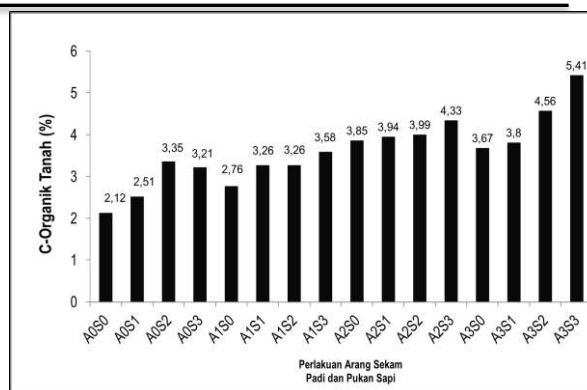
Keunggulan arang sekam padi adalah dapat menetralkan pH tanah yang digunakan dalam jumlah banyak (Raharjo dan Takaeb, 2020). Lebih lanjut, keberadaan kation basa dalam arang sekam padi akan meningkatkan persentase kejenuhan basa (KB), meningkatkan kompleks koloid, dan meningkatkan pH tanah. Menurut Amijaya dkk. (2015) (53), pH tanah selalu meningkat setelah penambahan pupuk kandang sapi. Ketika konsentrasi ion  $H^+$  dalam larutan tanah meningkat, pH tanah akan turun; sebaliknya, jika konsentrasi ion  $HO^-$  dalam larutan tanah meningkat, pH akan meningkat (Bayer dkk., 2001 dalam Wahyuni dan Djalalembah, 2021).



**Gambar 1.** pH Tanah Setelah Inkubasi dengan Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Sapi

#### Karbon Organik Tanah Setelah Inkubasi

Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi yang semakin meningkat sampai pada kombinasi perlakuan A3S3 (perlakuan arang sekam padi 2.250g/polibag + pupuk kandang sapi 3.000 g/polybag) dapat meningkatkan C-organik tanah apabila dibandingkan dengan tanpa penambahan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi A (A0S0). Penyebabnya arang sekam padi dan pupuk kandang sapi mengandung C-organik yang tinggi sehingga semakin tinggi dosis yang ditambahkan dapat meningkatkan C-organik tanah.

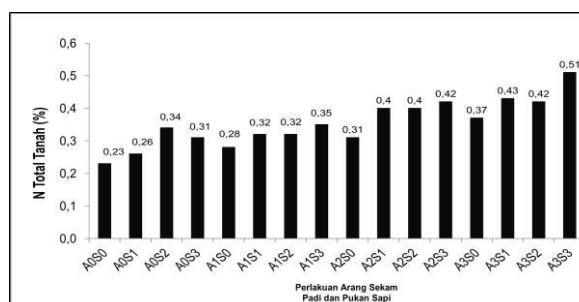


**Gambar 2.** C-Organik Tanah Setelah Inkubasi dengan Kombinasi Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Sapi

Karbon organik tanah akan meningkat ketika bahan-bahan dengan kandungan karbon organik tinggi ditambahkan (Han dkk., 2020; Dijkstra dkk., 2021). Limbah organik dari sekam padi bersifat abrasif, mengandung banyak abu, dan memiliki kandungan karbon yang relatif tinggi (Budi, 2017). Menurut Fadhlina dkk. (2017), penambahan biokarbon sekam padi ke dalam tanah dapat meningkatkan kandungan karbon organik dan nutrisinya.

#### Nitrogen total tanah setelah inkubasi

Pemberian pupuk kandang sapi dengan arang sekam padi dapat meningkatkan kandungan nitrogen tanah secara keseluruhan. Kombinasi perlakuan A3S3 (kombinasi 2.250 g arang sekam padi/polybag + 3.000 g pupuk kandang sapi/polybag) dapat meningkatkan total N tanah paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan A2S3 (kombinasi 1.500 g arang sekam padi/polybag + 3.000 g pupuk kandang sapi/polybag). Ketika arang sekam padi dan kotoran sapi ditambahkan ke tanah, jumlah nitrogen total meningkat karena kandungan C-organik tanah juga meningkat, sehingga mempercepat proses mineralisasi.



**Gambar 3.** N total Tanah Setelah Inkubasi dengan Kombinasi Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk kandang sapi

Salah satu unsur yang paling banyak diperoleh dari penguraian bahan organik adalah nitrogen (N). Kuantitas dan kualitas bahan organik memiliki dampak yang signifikan terhadap jumlah nitrogen yang disumbangkan selama proses penguraian. Kenaikan pH tanah merupakan salah satu unsur yang memengaruhi laju dekomposisi. Menurut Girijaveni, V., dkk., (2023), jumlah N dalam tanah yang berasal dari proses fiksasi dari udara hanya sekitar 2-10 kg/ha/tahun. Hidrolisis, mineralisasi, dan nitrifikasi yang cepat terjadi pada pupuk organik di dalam tanah; setelah 14 hari inkubasi, jumlah maksimum akumulasi N-NO<sub>3</sub> tercapai.

#### *Fosfor Tersedia Tanah setelah inkubasi*

Setelah inkubasi, analisis varians P mudah diakses tanah menunjukkan bahwa kedua perlakuan—kotoran sapi dan arang sekam padi—berinteraksi kuat dan berpengaruh nyata terhadap P tersedia tanah. Konsentrasi fosfor (ppm) tanah setelah aplikasi arang sekam padi dan kotoran sapi. Tabel 2 menunjukkan bahwa peningkatan penggunaan kedua bahan ini dapat meningkatkan jumlah P tersedia di dalam tanah dibandingkan dengan kandungan P tersedia tanah tanpa perlakuan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi.

**Tabel 2.** P Tersedia (ppm) Setelah Inkubasi dengan Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk kandang sapi

Perlakuan Arang Sekam Padi (g/polybag)	Perlakuan Pupuk Kandang Sapi (g/polybag)			
	S0 (kontrol)	S1 (1000)	S2 (2000)	S3 (3000)
<b>A0 (kontrol)</b>	235,9 de	383,4 cde	694,2 bc	741,6 b
<b>A1 (750)</b>	189,1 e	248,0 de	547,5 bcd	1062,0 a
<b>A2 (1.500)</b>	470,3 bcde	470,3 bcde	1042,4 a	1106,9 a
<b>A3 (2.250)</b>	310,6 de	367,3 de	460,0 bcde	1079,0 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Meskipun tidak jauh berbeda dari perlakuan A1S3, A2S2, dan A3S3, peningkatan aplikasi arang sekam padi dan pupuk kandang sapi (1.500 g arang sekam padi/polybag + 3.000 g pupuk kandang sapi/polybag) pada perlakuan A2S3 meningkatkan jumlah P tersedia tanah ke tingkat tertinggi (1106,9 ppm) jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Karena: (1) terciptanya senyawa yang lebih mudah diserap tanaman; (2) reaksi pertukaran ion; (3) terbungkusnya partikel Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oleh humus, yang menurunkan kapasitas fiksasi tanah; dan (4) terbentuknya senyawa kompleks yang stabil dengan besi dan aluminium, bahan organik memiliki dampak yang signifikan terhadap ketersediaan fosfor bagi tanaman. Lebih lanjut, karena asam organik yang dihasilkan oleh pemecahan limbah organik dapat membuat fosfat dan unsur hara mikro lebih larut dalam tanah dan dengan demikian tersedia bagi tanaman, karbon organik juga meningkat dalam keadaan ini.

Ketersediaan fosfor dalam tanah dapat ditingkatkan dengan pemberian pupuk kandang sapi. Menurut Nguyen dkk. (2021), ketersediaan fosfor dapat ditingkatkan dengan menambahkan pupuk kandang sapi ke dalam tanah. Temuan ini juga konsisten dengan penelitian Khan dkk.

(2023), yang menemukan bahwa peningkatan ketersediaan fosfor dalam tanah dapat dicapai dengan pemberian amelioran seperti pupuk kandang sapi.

#### **Kalium pada tanah setelah inkubasi**

Hasil analisis ragam terhadap K-dd tanah setelah inkubasi menunjukkan bahwa perlakuan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi berpengaruh nyata terhadap K-dd tanah dan antara kedua perlakuan berinteraksi nyata. Kalium dapat ditukar tanah (cmol kg (+) kg<sup>-1</sup>) setelah inkubasi dengan perlakuan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi (Tabel 3).

Pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi yang semakin meningkat sampai pada perlakuan A3S2 dapat meningkatkan K-dd tanah paling tinggi (1.97cmol kg (+) kg<sup>-1</sup>) dibandingkan perlakuan lainnya, walaupun tidak berbeda nyata dengan A1S3, A2S3, dan A3S3. Hal ini disebabkan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi mengandung K, sehingga apabila ditambahkan ke dalam tanah akan meningkatkan ketersediaan K tanah. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Daniel dkk. (2018), yang menemukan bahwa kalium dalam pupuk kandang sapi dapat meningkatkan kadar K-dd dalam tanah. Selain itu, penambahan pupuk



kandang sapi pada tanah dengan kandungan K-dd rendah dapat meningkatkan ketersediaan K-dd, menurut Hanudin dkk. (2021). Selain itu, penambahan arang sekam padi berpeluang besar meningkatkan ketersediaan K-dd dalam tanah.

Hasil peneltian Tambunan et al., (2015) menunjukkan bahwa aplikasi arang sekam padi dapat meningkatkan K-dd tanah tertinggi dibanding aplikasi kompos jerami.

**Tabel 3.** K-dd Tanah (cmol kg (+) kg-1) Setelah Inkubasi dengan Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Sapi

Perlakuan Arang Sekam Padi (g/polybag)	Perlakuan Pupuk Kandang Sapi (g/polybag)			
	S0 (kontrol)	S1 (1000)	S2 (2000)	S3 (3000)
A0 (kontrol)	0,33 d	0,46 cd	0,74 c	1,25 b
A1 (750)	0,36 d	0,51 cd	0,54 cd	1,67 a
A2 (1.500)	0,65 cd	0,68 cd	0,81 c	1,72 a
A3 (2.250)	0,57 cd	1,29 b	1,97 a	1,81 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

#### Kalsium pada tanah setelah inkubasi

Setelah inkubasi, hasil analisis varians Ca-dd tanah menunjukkan bahwa penambahan kotoran sapi dan arang sekam padi berpengaruh nyata terhadap Ca-dd tanah dan terdapat

interaksi yang signifikan antara kedua perlakuan. Setelah inkubasi, penambahan kotoran sapi dan arang sekam padi dapat menyebabkan pertukaran kalsium dalam tanah (Tabel 4).

**Tabel 4.** Ca-dd Tanah (cmol kg (+) kg-1) Setelah Inkubasi dengan Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Sapi

Perlakuan Arang Sekam Padi (g/polybag)	Perlakuan Pupuk Kandang Sapi (g/polybag)			
	S0 (kontrol)	S1 (1000)	S0 (kontrol)	S3 (3000)
A0 (kontrol)	0,33 g	0,71 fg	1,09 ef	1,22 def
A1 (750)	0,74 fg	0,77 fg	1,03 ef	1,70 cd
A2 (1.500)	1,06 ef	1,42 de	2,01 bc	2,31 b
A3 (2.250)	2,27 b	3,06 a	2,22 bc	3,32 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi yang semakin meningkat sampai pada perlakuan A3S3 dapat meningkatkan Ca-dd tanah paling tinggi (3.32 cmol kg (+) kg-1) dibandingkan perlakuan lainnya, walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan A3S1 (Tabel 4). Hal ini disebabkan arang sekam padi mengandung Ca 1,34 cmol(+)kg-1 lebih tinggi dibanding kandungan kation basa yang lain (K dan Mg) sehingga dapat berperan sebagai sumber Ca. Hal ini sesuai dengan pendapat Zobia et al., (2018), bahwa aplikasi pupuk kandang sapi dapat meningkatkan kandungan kalsium pada tanah dan Riopy et al., (2022) menyatakan bahwa pemberian bahan organik berupa pupuk kandang sapi membantu proses dekomposisi bahan organik sehingga hara kalsium menjadi tersedia. Selain itu pH tanah dan KTK tanah juga paling tinggi pada perlakuan tersebut (A3S3) sehingga dapat meningkatkan Ca-dd tanah paling tinggi

dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Nguemezi, C., et. al., (2020), bahwa faktor yang sangat penting dalam menentukan Ca-dd tanah antar lain pH dan KTK tanah.

#### Magnesium pada tanah setelah inkubasi

Perlakuan lumpur laut memiliki dampak substansial terhadap Mg-dd tanah, dan terdapat interaksi yang signifikan antara kedua perlakuan, berdasarkan analisis data varians Mg yang dapat diakses tanah setelah inkubasi. Magnesium yang dapat ditukar tanah (Cmol kg (+) kg-1) setelah perlakuan dengan kotoran sapi dan arang sekam padi (Tabel 5). Tabel 5 menunjukkan bahwa pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi yang semakin meningkat dapat meningkatkan Mg-dd tanah dibandingkan tanpa perlakuan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi. Hal ini disebabkan arang sekam padi mengandung Mg sehingga

dapat berperan sebagai sumber Mg, sehingga Mg-dd tanah meningkat dengan pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi yang semakin meningkat sampai pada perlakuan

A3S3, karena pH tanah juga meningkat. Menurut Ghisman, V., et.al., (2022) pH tanah berkontribusi terhadap peningkatan Mg-dd tanah.

**Tabel 5.** Mg Tersedia Tanah (Cmol kg (+) kg-1) Setelah Inkubasi dengan Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Sapi

Perlakuan Arang Sekam Padi (g/polybag)	Perlakuan Pupuk Kandang Sapi (g/polybag)			
	S0 (kontrol)	S1 (1000)	S0 (kontrol)	S3 (3000)
A0 (kontrol)	0,33 j	0,52 ij	0,61 hij	0,83 ghi
A1 (750)	0,86 fgh	0,87 efgh	0,98 defg	1,24 bcd
A2 (1.500)	1,05 cdefg	1,20 bcde	1,32 bcd	1,52 b
A3 (2.250)	1,10 cdefg	1,40 bc	1,19 bcdef	2,11 a

Sumber : Hasil Analisis Data, 2024

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

### Natrium pada tanah setelah inkubasi

Hasil analisis ragam terhadap Na-dd tanah setelah inkubasi menunjukkan bahwa perlakuan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi berpengaruh nyata terhadap Na-dd tanah

dan antara kedua perlakuan berinteraksi nyata. Natrium dapat ditukar tanah dengan perlakuan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi (Tabel 6).

**Tabel 6.** Na-dd Tanah (Cmol kg (+) kg-1) Setelah Inkubasi dengan Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Sapi

Perlakuan Arang Sekam Padi (g/polybag)	Perlakuan Pupuk Kandang Sapi (g/polybag)			
	S0 (kontrol)	S1 (1000)	S0 (kontrol)	S3 (3000)
A0 (kontrol)	0,14 i	0,21 h	0,30 fg	0,43 cd
A1 (750)	0,28 g	0,30 fg	0,32 efg	0,46 c
A2 (1.500)	0,30 fg	0,38 de	0,36 def	0,53 b
A3 (2.250)	0,43 cd	0,49 bc	0,47 bc	0,62 a

Sumber : Hasil Analisis Data, 2024

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Tabel 6 menunjukkan bahwa penambahan arang sekam padi dan kotoran sapi dapat meningkatkan jumlah Na-dd dalam tanah dibandingkan dengan kandungan Na-dd tanah ketika bahan-bahan ini tidak ditambahkan (A0S0). Natrium dapat ditukar tanah semakin meningkat dengan pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi yang semakin meningkat sampai pada perlakuan A3S3. Hal ini disebabkan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi mengandung Na sehingga dapat berperan sebagai sumber Na tersedia tanah. Natrium diretensi lemah oleh bahan organik atau mineral.

### KTK pada tanah setelah inkubasi

Setelah inkubasi, hasil analisis varians KTK tanah menunjukkan bahwa penambahan kotoran sapi dan arang sekam padi berpengaruh nyata terhadap KTK tanah dan terdapat interaksi

yang signifikan antara kedua perlakuan. KTK (Cmol kg (+) kg-1) tanah setelah inkubasi dengan perlakuan kotoran sapi dan arang sekam padi (Tabel 7). Nilai KTK tanah maksimum diperoleh dengan pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi hingga perlakuan A3S3 (2.250 g arang sekam padi per polibag ditambah 3.000 g pupuk kandang sapi per polibag), yang secara substansial berbeda dengan perlakuan lainnya.

KTK tanah dapat ditingkatkan dengan pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam padi yang lebih banyak. Hal ini dikarenakan kotoran sapi memiliki kandungan C-organik yang tinggi (56,47%), dan arang sekam padi memiliki kandungan C-organik yang tinggi (54,03%), yang dapat meningkatkan jumlah koloid organik dan mineral dalam tanah. Jumlah bahan organik tanah berkorelasi langsung dengan nilai KTK tanah. Satu diantara sumber

muatan negatif tanah adalah bahan organik, muatan tersebut berasal dari dissosiasi gugus fungsional asam-asam organik. Menurut

Suswati, D., & Denashurya, N. I. (2023) KTK dari bahan humus dapat mencapai 150-300 cmol (+)kg-1.

**Tabel 7.** KTK Tanah (Cmol kg (+) kg-1) Setelah Inkubasi dengan Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Sapi

Perlakuan Arang Sekam Padi (g/polybag)	Perlakuan Pupuk Kandang Sapi (g/polybag)			
	S0 (kontrol)	S1 (1000)	S0 (kontrol)	S3 (3000)
A0 (kontrol)	5,04 i	5,98 hi	6,88 fgh	8,27 de
A1 (750)	6,61 gh	6,68 gh	7,67 efg	7,75 efg
A2 (1.500)	7,61 efg	8,01 def	9,03 cd	9,88 bc
A3 (2.250)	9,21 cd	10,63 b	8,90 cde	11,93 a

Sumber : Hasil Analisis Data, 2024

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

### KTK pada tanah setelah inkubasi

Setelah inkubasi, hasil analisis varians pada Nilai KTK tanah menunjukkan bahwa penambahan kotoran sapi dan arang sekam padi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap KTK tanah, serta interaksi yang signifikan antara kedua perlakuan. KTK tanah (Cmol kg

(+) kg-1) setelah inkubasi dengan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi (Tabel 7). Perlakuan A3S3 (arang sekam padi 2.250 g/polybag + pupuk kandang sapi 3.000 g/polybag) memberikan KTK tanah maksimum dan berbeda secara signifikan dibandingkan perlakuan lainnya.

**Tabel 7.** KTK Tanah (Cmol kg (+) kg-1) Setelah Inkubasi dengan Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Sapi

Perlakuan Arang Sekam Padi (g/polybag)	Perlakuan Pupuk Kandang Sapi (g/polybag)			
	S0 (kontrol)	S1 (1000)	S0 (kontrol)	S3 (3000)
A0 (kontrol)	5,04 i	5,98 hi	6,88 fgh	8,27 de
A1 (750)	6,61 gh	6,68 gh	7,67 efg	7,75 efg
A2 (1.500)	7,61 efg	8,01 def	9,03 cd	9,88 bc
A3 (2.250)	9,21 cd	10,63 b	8,90 cde	11,93 a

Sumber : Hasil Analisis Data, 2024

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi yang semakin meningkat dapat meningkatkan KTK tanah. Hal ini disebabkan arang sekam padi mengandung C-organik yang tinggi (54,03%), sehingga dapat meningkatkan koloid mineral dan koloid organik tanah dan pupuk kandang sapi mengandung C-organik tinggi (56,47%). Nilai KTK tanah berhubungan langsung dengan jumlah bahan organik tanah. Satu diantara sumber muatan negatif tanah adalah bahan organik, muatan tersebut berasal dari dissosiasi gugus fungsional asam-asam organik. Menurut Suswati, D., & Denashurya, N. I. (2023) KTK dari bahan humus dapat mencapai 150-300 cmol (+)kg-1.

### Kejenuhan Basa tanah setelah inkubasi

Analisis varians kadar KB tanah setelah inkubasi menunjukkan bahwa perlakuan arang

sekam padi dan kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap kadar KB tanah, dengan interaksi yang signifikan antara kedua perlakuan. Tabel 8 menunjukkan kadar KB tanah (%) setelah inkubasi dengan arang sekam padi dan kotoran sapi. Tabel 8 menunjukkan bahwa pemberian arang Peningkatan penggunaan sekam padi dan kotoran sapi dapat meningkatkan kesuburan tanah. Kecuali untuk perlakuan A1S3, A2S3, A3S1, dan A3S3, perlakuan A3S2 memiliki kesuburan tanah terbaik di antara kelompok perlakuan. Hal ini karena arang sekam padi mengandung kation-kation basa seperti K, Ca, Mg, dan Na, sehingga menghasilkan kesuburan yang tinggi. Selain itu pupuk kandang sapi mampu meningkatkan aktivitas organisme dalam proses mineralisasi bahan organik tanah sehingga kation-kation basa dapat terlarut serta dapat meningkatkan kejenuhan basa tanah.



Pupuk kandang sapi dapat melepaskan kation-kation basa di dalam tanah sehingga nilai kejenuhan basa secara signifikan bertambah,

kation kation basa mempengaruhi kejenuhan basa tanah.

**Tabel 8.** KB Tanah (%) Setelah Inkubasi dengan Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Sapi

Perlakuan Arang Sekam Padi (g/polybag)	Perlakuan Pupuk Kandang Sapi (g/polybag)			
	S0 (kontrol)	S1 (1000)	S0 (kontrol)	S3(3000)
A0 (kontrol)	25,74 f	31,95 ef	39,74 cde	44,69 bcd
A1 (750)	33,84 ef	37,46 de	44,87 bcd	62,83 a
A2 (1.500)	38,56 cde	45,98 bcd	49,83 b	62,41 a
A3 (2.250)	47,59 bc	58,43 a	67,12 a	66,05 a

Sumber : Hasil Analisis Data, 2024

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%

### Parameter Hasil Tanaman Tomat Ceri

#### Jumlah Buah per Tanaman

Hasil analisis ragam jumlah buah per tanaman menunjukkan bahwa perlakuan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi

berpengaruh nyata terhadap jumlah buah per tanaman, dengan interaksi yang nyata antara kedua perlakuan. Tabel 9 menunjukkan jumlah buah per tanaman setelah inkubasi dengan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi.

**Tabel 9.** Jumlah Buah per Tanaman (Buah) dengan Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Sapi

Perlakuan Arang Sekam Padi (g/polybag)	Perlakuan Pupuk Kandang Sapi (g/polybag)			
	S0 (kontrol)	S1 (1000)	S0 (kontrol)	S3 (3000)
A0 (kontrol)	11.0 i	24.333 gh	27,667 def	26,667 efg
A1 (750)	24.667 gh	25.333 fgh	29,0 cde	25,667 fgh
A2 (1.500)	23.667 h	26,333 efgh	32,0 b	30,0 bcd
A3 (2.250)	26,333 efgh	26,0 fgh	30,667 bc	36,33 a

Sumber : Hasil Analisis Data, 2024

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%

Tabel 9 menunjukkan bahwa pemberian arang sekam padi dan pupuk kandang sapi yang semakin meningkat dapat meningkatkan jumlah buah/tanaman. Perlakuan A3S3 mempunyai jumlah buah/tanaman paling tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi yang diaplikasikan dalam media tanam mampu meningkatkan ketersediaan unsur makro termasuk unsur hara K dan sejalan dengan pernyataan Siregar dkk., (2017) yang menyatakan bahwa penambahan arang sekam ke dalam tanah dapat meningkatkan ketersediaan kalium yang pada akhirnya dapat meningkatkan hasil tanaman.

Kalium mengatur biosintesis, konversi, dan alokasi metabolit yang pada akhirnya meningkatkan hasil panen (Hasanuzzaman, 2018). Menurut Subandi (2013), unsur K juga merupakan penentu utama kuantitas dan kualitas produksi pertanian karena esensial untuk sintesis protein, translokasi produk fotosintesis, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres biotik (penyakit atau hama). Menurut Azis

(2012), jumlah K per tanaman sangat dipengaruhi oleh pupuk kandang sapi. Jumlah hara K yang terdapat dalam media tanam juga memengaruhi jumlah buah.

### Berat Buah per Tanaman

Hasil analisis ragam bobot buah per tanaman setelah inkubasi menunjukkan bahwa perlakuan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi berpengaruh nyata terhadap bobot buah per tanaman, dengan interaksi yang nyata antara keduanya. Bobot buah per tanaman setelah inkubasi dengan arang sekam padi dan pupuk kandang sapi (Tabel 10). Semakin banyak kotoran sapi dan arang sekam padi yang diberikan, bobot buah per tanaman meningkat. Berbeda dengan perlakuan lainnya, Perlakuan A3S3 menghasilkan buah terbanyak per tanaman. Hal ini disebabkan peningkatan jumlah dan bobot buah, serta kandungan makronutrientnya. Jumlah buah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap bobot buah; semakin tinggi jumlahnya, semakin berat buahnya.

**Tabel 10.** Berat Buah per Tanaman Setelah Inkubasi dengan Perlakuan Arang Sekam Padi dan Pupuk Kandang Sapi

Perlakuan Arang Sekam Padi (g/polybag)	Perlakuan Pupuk Kandang Sapi (g/polybag)			
	S0 (kontrol)	S1 (1000)	S2 (2000)	S3 (3000)
<b>A0 (kontrol)</b>	44,96 i	98,443 h	101,093 gh	114,147 ef
<b>A1 (750)</b>	96,30 h	101,723 gh	109,950 efg	111,180 ef
<b>A2 (1.500)</b>	97,717 h	105,567 fgh	126,097 d	154,93 b
<b>A3 (2.250)</b>	119,003 de	117,173 de	139,63 c	211,7 a

Sumber : Hasil Analisis Data, 2024

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf uji DMRT 5%.

Arang sekam padi dapat meningkatkan bobot buah dan hasil panen per tanaman (Walianggen, 2022). Penambahan arang sekam padi meningkatkan jumlah bunga yang dihasilkan tanaman (Kurniastuti, 2018). Hal ini terjadi karena arang sekam padi memperbaiki sifat fisikokimia tanah, yang meningkatkan penyerapan nutrisi, yang selanjutnya dicerna selama fotosintesis. Karbohidrat yang dihasilkan oleh fotosintesis pada daun tanaman memberi energi dan menghasilkan buah. Bobot buah tomat dapat ditingkatkan dengan menambahkan arang sekam padi ke dalam media tanam (Sitinjak & Mulyadi, 2021). Kotoran sapi membantu tanaman dengan memberikan nutrisi, yang meningkatkan bobot buah. Bobot buah yang dihasilkan tanaman meningkat seiring dengan jumlah kotoran sapi yang diberikan. Produktivitas tanaman meningkat seiring dengan jumlah pupuk kandang yang diberikan karena meningkatkan penyerapan nitrogen (Atman, 2020). Pemberian kotoran sapi akan menghasilkan bobot buah yang maksimal (Wales dkk., 2023).

## Kesimpulan

Dibandingkan dengan perlakuan tanpa arang sekam padi dan pupuk kandang sapi (A0S0), aplikasi bahan-bahan ini pada perlakuan A3S3 meningkatkan pH sebesar 370,86%, ketersediaan hara N, P, K, Ca, Mg, dan Na sebesar 121,74%-539,39%, dan hasil jagung (jumlah buah per tanaman dan berat buah per tanaman) sebesar 230,27%-370,86% pada tanah Ultisol.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar.

## Referensi

- Amijaya M, Dunga YP, Thaha AbdR. 2015. Pengaruh Pupuk Kandang Sapi Terhadap Serapan Posfor dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* l.) Varietas Lembah Palu di Entisols Sidera. *Agrotekbis*.3(2):187–97. <https://doi.org/10.33059/agrotekbis.v3i2.933>
- Atman A. 2020. Peran Pupuk Kandang dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah dan Produktivitas Tanaman. *Jurnal Sains Agro*. 5(1):1-12. <https://doi.org/10.36355/jsa.v5i1.285>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Barat. 2022. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Barat dalam Angka. Pontianak;
- Budi N,D,L. 2017. Uji Efektivitas Karbon Aktif Sekam Padi dan Rumput Alang-Alang Sebagai Pengadsorpsi Ion Logam Pb2+ Pada Air Sungai. [Semarang]: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang;
- Fadhilina F, Jamidi J, Usnawiyah U. 2017 Aplikasi Biochar dengan Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Agrium*.;14(1):26. <https://doi.org/10.29103/agrium.v14i1.871>
- Ghismam V, Muresan AC, Buruiana DL, Axente ER. 2022. Waste Slag Benefits for Correction of Soil Acidity. *Sci Rep*. ;12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21950-8>
- Girijaveni V, Sammi Reddy K, Prasad JVNS, Singh VK. 2023. Carbon Footprint and Sustainability of Different Agricultural Production Systems in Climate Change Scenario. In: *Handbook of Energy Management in Agriculture*.

- Han L, Sun K, Yang Y, Xia X, Li F, Yang Z. 2020. Biochar's Stability and Effect on the Content, Composition and Turnover of Soil Organic Carbon. Vol. 364, Geoderma. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114177>
- Hanudin E, Iskyati W, Yuwono NW. 2021. Improving Nutritional Value of Cow Manure with Biomass Ash and Its Response to the Growth and K-Ca Absorption of Mustard on Inceptisols. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/833/1/012028>
- Hasanuzzaman M, Bhuyan M, Nahar K, Hossain Md, Mahmud J, Hossen Md. 2018. Potassium: A Vital Regulator of Plant Responses and Tolerance to Abiotic Stresses. Agronomy [Internet]. ;8(3):31. <https://doi.org/10.3390/agronomy8030031>
- Jin L, Xiang X, Zhang J, Zhang J, Liu M, Qin W, et al. Dramatic shifts in fungal communities following application of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth L.) in upland of Ultisol. Eur J Soil Biol. 2021;106. <https://doi.org/10.1016/j.ejsoilbio.2021.103328>
- Kartika D. Peningkatan Ketersediaan Fosfor (P) Dalam Tanah Akibat Penambahan Arang Sekam Padi dan Analisisnya Secara Spektrofotometri [Skripsi]. [Jember]: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember; 2016
- Khan K, S. Ali M M, Naveed M, Rehmani MIA, Shafique MW, Ali HM. 2022. Co-application of Organic Amendments and Inorganic P Increase Maize Growth and Soil Carbon, Phosphorus Availability in Calcareous Soil. Front Environ Sci.;10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.856715>
- Nguemezi C, Tematio P, Yemefack M, Tsozue D, Silatsa TBF. 2020. Soil Quality and Soil Fertility Status in Major Soil Groups at the Tombel Area, South-West Cameroon. Heliyon. 6(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03417>
- Prawito P, Sitorus IHW, Muktamar Z, Hermawan B, Herman W. Soil Properties Variability Under Various Agroecosystems In Ultisols Of Bengkulu. Terra: Journal of Land Restoration. 2021;4(2). <https://doi.org/10.31599/terra.v4i2.645>
- Siregar DAN, Lahay RR, Rahmawati N. 2017. Respons Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* (L. Merrill) Terhadap Pemberian Biochar Sekam Padi Dan Pupuk P. Jurnal Agroekoteknologi FP USU.;5(3). <https://doi.org/10.32734/jaet.v5i3.15546>
- Suswati D, I. Umran, S.D. Murni. 2023. Peranan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Serapan Hara Makro dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L) di Tanah Ultisol. In: Penelitian DIPA Untan. Penelitian DIPA Untan; 2023.
- Tambunan DPB, Hanum H, Rauf A. 2015. Aplikasi Limbah Panen Padi dan Pupuk Kalium untuk Meningkatkan Hara Kalium dan Pertumbuhan Serta Produksi Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). Jurnal Online Agroekoteknologi.;3(2). <https://doi.org/10.32734/joa.v3i2.7937>
- Wahyuni I, Djalalembah Rap. 2021. Pengaruh Pupuk Kandang Sapi Terhadap Serapan Nitrogen tanaman Bawang Merah (*Allium ascallonicum* L) Pada Entisols Sidera. Agrotekbis.;9(6). <https://doi.org/10.33059/agrotekbis.v9i6.4678>
- Wales S, Tulung SMT, Mamarimbing R. 2023. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Pada Beberapa Jenis Media Tanam. Jurnal Agroekoteknologi Terapan.4(1). <https://doi.org/10.35790/jat.v4i1.48839>
- Walianggen A. 2022. Biochar Rice Husk Charcoal on Growth and Production of Long Bean Plants (*Vigna sinensis* L.): Formulation Analysis. Agaricus: Advances Agriculture Science & Farming.;2(1). <https://doi.org/10.53358/agaricus.v2i1.13>
- Wu X, Yu L, Pehrsson PR. Are Processed Tomato Products as Nutritious as Fresh Tomatoes? Scoping Review on the Effects of Industrial Processing on Nutrients and Bioactive Compounds in Tomatoes. Vol. 13, Advances in Nutrition. 2022. <https://doi.org/10.1093/advances/nmab143>
- Wuryani S, Herastuti H, Supriyanto D. Respon Kualitas Hasil Tomat Cherry (*Lycopersicum cerasiforme* mill.)

---

terhadap Penggunaan Teknologi Sonic  
Bloom dengan Berbagai Pupuk Daun.

Agrivet. 2014;20(1).  
<https://doi.org/10.36048/agrivet.v20i1.139>