

**EFEK RESIDU KOMPOS DAN UREA DENGAN APLIKASI
KOMPOS KOTORAN KAMBING TERHADAP KETERSEDIAAN
DAN SERAPAN N,P, K SERTA HASIL TANAMAN OKRA
(*Abelmoschus esculentus*) PADA TANAH TERDAMPAK
ERUPSI GUNUNG KELUD**

**Effects of Compost and Urea Residues with Application of Goat Dung
Compost on Availability and Uptake of NPK and Yield of Okra Plant
(*Abelmoschus esculentus*) Grown on Soils Affected by Mount Kelud
Eruption**

Arinda Dining Atsari, Retno Suntari*

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

*Penulis Korespondensi: rsuntari@ub.ac.id

Abstract

Mount Kelud is one of the most active volcanoes in Indonesia. Ash volcanic that released by Mount Kelud has some nutrients needed for plant, but requires a weathering process so as to provide nutrients in the soil. The soil that affected by Mount Kelud was given the addition of compost and urea fertilizer has residual effect for the next plant growth. This research was conducted in greenhouse of Agriculture Faculty, Brawijaya University from January until June 2017. This research used a completely randomized design with 5 treatments and 3 replications. The treatment consisted of A1: 2/3 soil residue (100% urea) + 1/3 goat manure compost; A2: 2/3 soil residue (100% chicken manure compost) + 1/3 goat manure compost; A3: 2/3 soil residue (100% cow manure compost) + 1/3 goat manure compost; A4: 2/3 soil residue (50% urea + 50% chicken manure compost) + 1/3 goat manure compost; A5: 2/3 soil residue (50% urea + 50% cow manure compost) + 1/3 goat manure compost. Variables of the observation were availability and uptake of NPK, plant height, number of leaves, number of pods, yield, and dry weight plant of okra. The results showed that compost residue and urea in the application of goat manure compost with ratio 2:1 had no effect in NPK availability on soil affected by Mount Kelud eruption. In plant's parameter, there were effects on number of leaves at observation 12 weeks and P uptake, but no effect on N and K uptake, and okra's yield.

Keywords: *compost, okra, residue, soil chemical properties, urea*

Pendahuluan

Gunung Kelud merupakan salah satu gunung berapi yang masih aktif di Indonesia. Gunung ini terletak di perbatasan Kabupaten Kediri, Blitar, dan Malang. Letusan terakhir Gunung Kelud terjadi pada tanggal 14 Februari 2014 dengan mengeluarkan abu vulkanik pekat yang berdampak bagi lahan pertanian, termasuk Desa Trisulo Kabupaten Kediri. Dampak secara langsung yang diberikan terhadap lahan

pertanian ialah tertimbunnya permukaan tanah dengan abu vulkanik sehingga terjadi perubahan sifat fisik, kimia, dan biologi yang tidak dapat mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal (Achmad dan Hadi, 2015). Abu vulkanik yang dikeluarkan oleh Gunung Kelud mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, namun membutuhkan proses pelapukan sehingga dapat menyediakan unsur hara dalam tanah. Berdasarkan hasil analisis dasar pada tanah terdampak erupsi Gunung

Kelud memiliki pH masam yaitu 5,29, N-total sangat rendah yaitu 0,065%, P-total sangat tinggi yaitu 126,9 mg 100g⁻¹ dan K-total sangat rendah yaitu 4,4 mg 100g⁻¹ (Putri, 2016). Salah satu sumber alternatif penyediaan unsur hara untuk meningkatkan kandungan N dan K dalam tanah adalah dengan pengaplikasian bahan organik berupa kompos dan urea. Kompos yang berasal dari kotoran ayam dan sapi serta pupuk urea diharapkan dapat memperbaiki kualitas abu vulkanik dari segi fisik, kimia, dan biologi sehingga petani dapat menggunakan abu vulkanik sebagai media tanam dengan biaya yang rendah dan hasil panen yang optimal. Tanaman akan menyerap N dari kompos kotoran ayam dan sapi hingga 31 minggu setelah tanam (MST), sedangkan serapan N dari pupuk urea berlangsung hingga 16 MST (Adil et al., 2006).

Berlangsungnya mineralisasi N hingga 31 MST, maka ada kemungkinan tanah terdampak erupsi Gunung Kelud dengan aplikasi kompos dan urea memiliki dampak residu bagi pertumbuhan tanaman berikutnya karena kompos bersifat *slow release*. Pengaplikasian residu pupuk kandang dan kompos dapat menghasilkan jumlah dan bobot polong kedelai yang lebih tinggi (Melati, Asiah, dan Rianawati, 2008). Okra merupakan tanaman sayuran yang mengandung serat tinggi, vitamin C, dan folat. Menurut Ikrarwati dan Rokhmah (2016), tanaman okra dikenal sebagai bahan konsumsi dan pengobatan karena mampu menurunkan resiko penyakit diabetes. Idiok, Udo, dan Braide (2012) menyatakan bahwa tanaman okra membutuhkan serapan unsur hara yang tinggi. Salah satu bahan organik yang dapat menambah ketersediaan unsur hara bagi tanaman okra adalah dengan aplikasi kompos kotoran kambing. Menurut penelitian Hariadi, Nurhayati, dan Hariyani (2016) diketahui bahwa aplikasi 2/3 tanah dengan 1/3 kompos kotoran kambing sebagai campuran media tanam dapat menghasilkan pertumbuhan daun jagung yang optimal hingga dua kali lipat.

Metode Penelitian

Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Juni 2017 di Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Analisis kimia

tanah serta tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

Persiapan Media

Media tanam yang digunakan adalah tanah terdampak erupsi Gunung Kelud dengan aplikasi kompos kotoran ayam dan sapi serta urea yang diperoleh dari penelitian sebelumnya (Putri, 2016). Tanah dilakukan pengayakan pada masing-masing perlakuan dan ulangan hingga lolos ayakan 2 mm. Tanah hasil ayakan digunakan dengan perbandingan 2:1 dimana 6 kg tanah kering udara yang setara dengan 5,97 kg kering oven dan dicampurkan dengan 3 kg kompos kotoran kambing untuk setiap polibag. Untuk pengamatan tanah inkubasi membutuhkan 0,6 kg tanah kering udara yang setara dengan 0,597 kg kering oven dan 0,3 kg kompos kotoran kambing. Kombinasi perlakuan 2/3 tanah dengan 1/3 kompos kotoran kambing berdasarkan penelitian Hariadi et al., (2016). Persiapan media tanam dilakukan 1 minggu sebelum tanam.

Analisis dasar

Tanah yang digunakan dilakukan analisis residu tanah berdasarkan kandungan unsur hara N-total, P tersedia, K-dd, pH, C-organik, C/N rasio, dan KTK.

Penanaman

Penanaman dilakukan dengan memilih benih okra yang seragam lalu direndam selama 4 hingga 6 jam (Ikrarwati dan Rokhmah, 2016). Benih yang tenggelam kemudian ditanamkan ke dalam polibag yang berisi tanah dan kompos kotoran kambing dengan tiga benih per polibag. Benih okra dipilih satu yang terbaik pada 7 HST. Jarak tanam tanaman okra adalah 30x50 cm (Gudugi, 2013).

Pemupukan

Aplikasi pupuk dasar dilakukan pada saat tanam (Gudugi, 2013). Aplikasi pupuk dasar berdasarkan Dierolf et al. (2001) dan Idiok et al. (2012) yaitu 60 kg N ha⁻¹, 60 kg P₂O₅ ha⁻¹, dan 60 kg K₂O ha⁻¹.

Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman dilakukan secara rutin dengan melakukan penyiraman menggunakan air bebas ion dan penyiangan gulma secara

manual jika diperlukan. Penyiraman tanaman dilakukan sesuai kapasitas lapang.

Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan meliputi pengamatan tanah dan tanaman okra. Pengamatan tanah dilakukan setiap 4 minggu setelah inkubasi (MSI) meliputi N-total, P tersedia, dan K-dd. Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan pada 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 MST meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah buah, dan berat kering tanaman. Pengamatan hasil buah, berat kering tanaman, dan serapan hara N P K tanaman dilakukan saat 12 MST.

Pemanenan

Pemanenan buah okra dilakukan pada 8 MST, namun pemanenan dapat berlangsung hingga 12 MST (Uka, Chukwuka, dan Iwuagwu, 2003; Adesina *et al.*, 2016). Buah yang dipanen adalah

buah yang masih muda dengan ukuran 5–10 cm (Ikrarwati dan Rokhmah, 2016).

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) berdasarkan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila didapatkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Selanjutnya, untuk mengetahui keeratan hubungan antar perlakuan dilakukan korelasi antar parameter pengamatan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis residu tanah

Hasil analisis residu tanah aplikasi kompos dan urea pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis residu tanah

Kode	pH		N-total		P tersedia		K-dd		C-organik		C/N		KTK	
	k	m	%	sr	mg 100g ⁻¹	st	me 100g ⁻¹	k	%	k	k	me 100g ⁻¹	k	
A1	5,3	m	0,04	sr	147,33	st	0,10	sr	0,75	sr	18,75	t	6,41	r
A2	5,6	am	0,04	sr	127,11	st	0,20	sr	0,60	sr	15,00	s	9,60	r
A3	5,6	am	0,04	sr	121,47	st	0,17	sr	0,75	sr	18,75	t	5,34	r
A4	5,4	m	0,04	sr	121,35	st	0,10	sr	0,67	sr	16,75	t	8,53	r
A5	5,6	am	0,04	sr	122,82	st	0,13	sr	0,75	sr	18,75	t	8,53	r

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009). k: kriteria; m: masam; am: agak masam; sr: sangat rendah; s: sedang; t: tinggi; st: sangat tinggi. A1: 100% urea; A2: 100% kompos kotoran ayam; A3: 100% kompos kotoran sapi; A4: 50% urea + 50% kompos kotoran ayam; A5: 50% urea + 50% kompos kotoran sapi.

Pada Tabel 1, menunjukkan bahwa hasil analisis residu tanah terdampak erupsi Gunung Kelud memiliki nilai pH dengan kriteria masam hingga agak masam (5,3–5,6). Nilai pH tanah sangat berkaitan dengan sifat kimia dalam tanah antara lain N-total, P tersedia, K-dd, C-organik, C/N, dan KTK. Jika nilai pH tanah rendah maka nilai dari sifat kimia lain akan rendah pula.

Berdasarkan analisis residu tanah memiliki kandungan N-total dan K-dd secara berurutan dalam kriteria sangat rendah untuk seluruh perlakuan yaitu 0,04% dan 0,10–0,20 me 100g⁻¹. Akan tetapi, P tersedia pada residu tanah memiliki kriteria sangat tinggi yaitu 121,35 - 147,33 mg 100g⁻¹. Kandungan C-organik dalam residu tanah memiliki kriteria sangat rendah

pada seluruh perlakuan (0,60–0,75%). Akan tetapi, hasil analisis residu tanah mengandung C/N rasio dengan kriteria sedang hingga tinggi (15–18,75). Nilai KTK juga dipengaruhi oleh nilai pH tanah. Residu tanah memiliki nilai KTK dengan kriteria rendah (5,34–9,60 me 100 g⁻¹).

N-total tanah

Hasil analisis ragam efek residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing tidak berpengaruh nyata terhadap N-total pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud (Tabel 2). Tabel 4 menunjukkan bahwa pada pengamatan 4, 8, dan 12 MSI memiliki kriteria N-total yang sama yaitu sedang.

Tabel 2. Efek residu dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap N-total tanah

Perlakuan	N-total (%)											
	4 MSI	k	+	(%)	8 MSI	k	+	(%)	12 MSI	k	+	(%)
A1	0,276	s	0		0,388	s	0		0,265	s	0	
A2	0,364	s	31,88		0,444	s	14,43		0,276	s	4,15	
A3	0,334	s	21,01		0,388	s	0		0,314	s	18,49	
A4	0,326	s	18,12		0,439	s	13,14		0,304	s	14,72	
A5	0,326	s	18,12		0,379	s	-2,32		0,308	s	16,23	

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009). k: kriteria; s: sedang. +: peningkatan, A1: 2/3 tanah residu (100% urea) + 1/3 kompos kotoran kambing; A2: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A3: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing; A4: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A5: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing.

Secara umum, perlakuan residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing memberikan peningkatan kriteria N-total dari sangat rendah menjadi sedang jika dibandingkan dengan N-total pada hasil analisis residu tanah yaitu 0,04%, sehingga dengan aplikasi kompos kotoran kambing dapat meningkatkan nilai N-total tanah hingga 31,88%.

Hasil N-total yang tidak berpengaruh nyata pada ketiga pengamatan diduga akibat dari unsur hara yang berasal dari perlakuan pada penanaman pertama, telah diserap oleh tanaman sehingga kandungan unsur hara N-total yang sangat rendah pada residunya. Menurut Zulkarnain (2014), menyatakan bahwa kehilangan N dalam tanah juga disebabkan karena penyerapan oleh tanaman atau terangkut saat panen, pencucian oleh air, dan denitrifikasi. Aplikasi kompos dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara N dalam

tanah dan akan tersimpan dalam waktu yang lama sehingga dapat memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman selanjutnya (Diacono dan Montemurro, 2009). Peningkatan kriteria N-total dari sangat rendah pada residu tanah menjadi sedang disebabkan oleh pemenuhan kandungan unsur hara nitrogen dari kompos kotoran kambing. Hal ini selaras dengan Shiyam, Binang, dan Stephen (2016) menyatakan bahwa aplikasi kompos kotoran kambing dapat meningkatkan kandungan N-total dalam tanah yang mana unsur hara N sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman okra.

P tersedia pada tanah

Hasil analisis ragam efek residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap P tersedia pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Efek residu dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap P tersedia tanah

Perlakuan	P tersedia (mg kg ⁻¹)											
	4 MSI	k	+	(%)	8 MSI	k	+	(%)	12 MSI	k	+	(%)
A1	77,95	st	0		123,04	st	0		125,78	st	0	
A2	74,64	st	-4,25		146,99	st	19,47		123,29	st	-1,20	
A3	71,54	st	-8,22		130,42	st	5,60		131,01	st	4,16	
A4	81,08	st	4,06		147,16	st	19,60		143,40	st	14,01	
A5	76,98	st	-1,24		134,82	st	9,57		121,05	st	-3,76	

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009). k: kriteria; st: sangat tinggi. +: peningkatan. A1: 2/3 tanah residu (100% urea) + 1/3 kompos kotoran kambing; A2: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A3: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing; A4: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A5: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing.

Berdasarkan Tabel 3, perlakuan residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing menunjukkan tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan P pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud. Pengaplikasian residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing pada seluruh pengamatan mengalami fluktuasi, tetapi tetap dalam kriteria yang sama dengan hasil analisis residu tanah yaitu sangat tinggi. Nilai pH pada hasil analisis residu tanah menunjukkan kriteria masam hingga agak masam, akan tetapi nilai P tersedia dalam tanah memiliki kriteria yang sangat tinggi.

Tingginya nilai ketersediaan P pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud disebabkan karena mengandung silikat (Si) yang tinggi sehingga dapat melepaskan P tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman (Suntari *et al.*, 2016). Hal ini didukung oleh Rosmarkam dan Yuwono (2002) bahwa tersedianya unsur hara Si dalam tanah dapat menyebabkan kenaikan ketersediaan P. Sebab, Si mampu menggantikan

P yang tersemat sehingga P yang tidak tersedia oleh tanaman berubah menjadi dalam bentuk yang tersedia sehingga dapat meningkatkan serapan P bagi tanaman. Fluktuasi nilai pada 4 MSI mengandung unsur hara P tersedia yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai P tersedia pada residu tanah. Hal ini diduga karena P anorganik yang dilepaskan oleh mikroba diserap kembali oleh mikroba itu sendiri atau mikroba lain (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Selanjutnya, pada pengamatan 8 dan 12 MSI mengalami peningkatan nilai P tersedia dari analisis residu tanah disebabkan karena mikroba yang mati akan melepaskan kembali P organik menjadi P anorganik (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

K-dd pada tanah

Hasil analisis ragam efek residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap K-dd pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Efek residu dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap K-dd

Perlakuan	K-dd (me 100g ⁻¹)								
	4 MSI	k	+ (%)	8 MSI	k	+ (%)	12 MSI	k	+ (%)
A1	5,21	st	0	5,87	st	0	5,60	st	0
A2	5,90	st	13,24	7,91	st	34,75	5,46	st	-2,50
A3	6,23	st	19,57	6,70	st	14,14	4,56	st	-18,57
A4	6,71	st	28,79	8,80	st	49,91	3,84	st	-31,43
A5	5,73	st	9,98	7,20	st	22,66	3,57	st	-36,25

Keterangan: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009). k: kriteria; st: sangat tinggi. A1: 2/3 tanah residu (100% urea) + 1/3 kompos kotoran kambing; A2: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A3: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing; A4: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A5: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing.

Perlakuan residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan K. Hasil analisis K-dd pada Tabel 4 menunjukkan kriteria yang sangat tinggi pada 4, 8, dan 12 MSI. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kriteria K-dd dari analisis residu tanah dalam kriteria sangat rendah (0,10–0,20 me 100g⁻¹) menjadi sangat tinggi. Peningkatan K-dd pada seluruh perlakuan yaitu 9,98–28,79 me 100g⁻¹ pada 4 MSI dan 14,14–49,91 me 100g⁻¹ pada 8 MSI. Akan tetapi terjadi penurunan yaitu (-2,5%) – (-36,25%) me 100g⁻¹ pada 12

MSI. Seluruh perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap K-dd dalam tanah diduga karena ketersediaan K yang tidak selalu tetap dalam keadaan tersedia dan masih berubah menjadi bentuk yang lambat untuk diserap tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Menurut Safuan *et al.* (2011), kadar K total dalam tanah berkisar antara 0,01% hingga 4% tergantung pada jenis tanah, namun hanya 2% dari jumlah tersebut berada dalam bentuk larutan maupun K yang dapat dipertukarkan sehingga 98% sisanya berada dalam bentuk mineral atau K struktural yang tidak tersedia

bagi tanaman. Peningkatan kriteria K-dd dari sangat rendah menjadi sangat tinggi diduga dari aplikasi kompos kotoran kambing yang digunakan sebagai campuran media tanam mengandung unsur hara K dengan kriteria sedang sehingga unsur hara K tersebut telah berubah menjadi dalam bentuk K⁺ tersedia yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman okra.

Ketersediaan K berkorelasi positif terhadap hasil buah okra dengan hubungan kuat ($r=0,59$) (Tabel 9). Unsur hara berada dalam keadaan tersedia jika pH tanah berada pada kisaran 5,5–6,5 (Suntari et al., 2016). Unsur hara K akan tersedia dalam jumlah cukup pada pH 6,0. Oleh sebab itu, kondisi pH tanah yang

netral akan memberikan ketersediaan unsur hara K bagi tanaman, sehingga aktivitas metabolisme dalam tanaman dapat berjalan dengan baik dan secara langsung akan berpengaruh terhadap peningkatan hasil tanaman.

Tinggi tanaman

Hasil analisis ragam efek residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud terhadap tinggi tanaman okra disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Efek residu dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap tinggi tanaman

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)					
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST	12 MST
A1	14,33	23,17	41,00	51,67	57,3	63,5
A2	13,83	27,00	42,50	48,67	53,3	65,0
A3	14,00	27,17	44,83	52,67	56,2	67,2
A4	13,17	25,00	40,50	48,17	51,7	60,2
A5	14,33	28,83	47,17	55,17	58,8	62,5

Keterangan: A1: 2/3 tanah residu (100% urea) + 1/3 kompos kotoran kambing; A2: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A3: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing; A4: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A5: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing.

Pada Tabel 5, menunjukkan bahwa perlakuan residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman okra. Akan tetapi, perlakuan tersebut memberikan peningkatan tinggi tanaman okra dari pengamatan awal hingga akhir. Hal ini diduga bahwa nilai N-total dalam tanah dari seluruh perlakuan masuk dalam kriteria sedang (Tabel 2), sehingga dapat memenuhi masa vegetatif yaitu tinggi tanaman walaupun tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hal ini selaras dengan Nweke, Ijearu, dan Igili (2013) menunjukkan bahwa aplikasi 12 kg plot⁻¹ kompos kotoran ayam, 12 kg plot⁻¹ kompos kotoran kambing, dan 12 kg plot⁻¹ kompos kotoran babi dengan ukuran plot 12 m² tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang okra. Aplikasi kompos kotoran kambing pada residu tanah tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Hal ini diduga karena kompos kotoran

kambing yang diaplikasikan dalam jumlah sama untuk seluruh perlakuan yaitu 45 g N polibag⁻¹. Selaras dengan Awodun (2007) menunjukkan bahwa aplikasi kompos kotoran kambing sebesar 2, 4, 6, dan 8 t ha⁻¹ tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman okra, tetapi dengan aplikasi 2 t ha⁻¹ kompos kotoran kambing + 120 kg ha⁻¹ pupuk urea secara nyata mampu meningkatkan jumlah buah, berat buah, panjang buah, dan tinggi tanaman okra dengan kisaran 54,3–55,4 cm.

Jumlah daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada pengamatan 2, 4, 6, 8, dan 10 MST. Akan tetapi, perlakuan tersebut berpengaruh nyata terhadap jumlah daun okra pada pengamatan 12 MST (Tabel 6). Pada tabel 6, jumlah daun pada perlakuan A1 berbeda nyata dengan perlakuan A3, A4, dan

A5, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan A2. Rerata jumlah daun tertinggi didapatkan pada perlakuan A1 yaitu 28 helai, sedangkan rerata jumlah daun terendah didapatkan pada perlakuan A4 dan A5 yaitu 23 helai. Hal ini diduga bahwa penanaman

pertama yang hanya diberikan perlakuan 100% pupuk urea mengandung ketersediaan N dalam bentuk NH_4^+ dan NO_3^- yang akan berubah menjadi N organik dengan bantuan dari metabolisme tanaman atau mikroorganisme.

Tabel 6. Efek residu dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap jumlah daun

Perlakuan	Jumlah daun (helai)					
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST	12 MST*
A1	4	6	8	9	11	28 b
A2	4	7	8	10	13	26 ab
A3	4	7	10	13	15	24 a
A4	4	7	10	11	14	23 a
A5	4	7	9	12	13	23 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT taraf *5% ($P < 0,05$). A1: 2/3 tanah residu (100% urea) + 1/3 kompos kotoran kambing; A2: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A3: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing; A4: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A5: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing.

Bentuk N-NH_4^+ memiliki bentuk yang lebih efisien sehingga dapat langsung diimobilisasikan ke dalam bentuk organik dan dapat dijadikan sebagai residu tanaman selanjutnya (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Menurut Juarsah (2016) dosis pupuk urea yang diberikan sesuai anjuran akan membuat residu pupuk berakhir lebih lama dengan peningkatan hasil yang lebih tinggi. Dengan tersedianya unsur hara N dalam jumlah tercukupi maka akan memacu pertumbuhan vegetatif tanaman secara keseluruhan meliputi batang, cabang, dan daun. Pada penanaman kedua, residu tanah yang dikombinasikan kompos kotoran kambing

dengan perbandingan 2:1 dapat meningkatkan jumlah daun tanaman okra selama pertumbuhan. Hal ini selaras dengan penelitian Hariadi *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa aplikasi 2/3 tanah + 1/3 kompos kotoran kambing mampu menghasilkan pertumbuhan daun jagung yang optimal hingga dua kali lipat.

Hasil tanaman Okra

Hasil analisis ragam efek residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap jumlah buah, hasil buah, dan berat kering tanaman okra disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Efek residu dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap hasil tanaman okra

Perlakuan	Jumlah buah		Hasil buah		Berat kering tanaman g tanaman ⁻¹
	Buah tanaman ⁻¹	g tanaman ⁻¹	t ha ⁻¹	t ha ⁻¹	
A1	5	55,64	3,71	6,70	
A2	4	48,68	3,25	9,59	
A3	5	50,26	3,35	10,66	
A4	6	54,05	3,60	15,26	
A5	5	56,35	3,75	7,97	

Keterangan: A1: 2/3 tanah residu (100% urea) + 1/3 kompos kotoran kambing; A2: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A3: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing; A4: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A5: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing.

Jumlah buah dan hasil buah Okra

Pada Tabel 7, menunjukkan bahwa residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jumlah buah dan hasil buah okra. Unsur hara yang dapat memacu pembentukan dan pematangan buah ialah unsur hara fosfor (Hardjowigeno, 2003). Kebutuhan tanaman okra terhadap unsur hara fosfor dapat terpenuhi dari residu kompos kotoran ayam dan sapi, maupun kompos kotoran kambing.

Aplikasi kompos kotoran kambing pada seluruh perlakuan tidak berpengaruh terhadap jumlah buah dan hasil buah okra, tetapi dapat mempercepat fase generatif tanaman okra. Hal ini diduga karena ketersediaan unsur hara fosfor pada residu tanah dalam kriteria sangat tinggi untuk seluruh perlakuan. Begitu pula pada pengamatan 4, 8, dan 12 MSI juga dalam kriteria sangat tinggi. Hal ini didukung oleh Safuan *et al.* (2011) bahwa rendahnya ketersediaan unsur hara P dalam tanah akan menurunkan proses fotosintesis sehingga pertumbuhan generatif tanaman tidak optimal dan akan mempengaruhi berat buah yang dihasilkan. Selaras dengan Ogundare *et al.* (2015), aplikasi pupuk urea ($108,7 \text{ kg N ha}^{-1}$), kompos kotoran ayam ($3,01 \text{ t ha}^{-1}$), dan kompos kotoran sapi ($3,83 \text{ t ha}^{-1}$) tidak berpengaruh nyata terhadap berat buah okra dari tiga varietas yang berbeda yaitu Lady's Finger, LD88, dan Okole. Berdasarkan hasil korelasi antar parameter, jumlah buah berkorelasi positif terhadap hasil tanaman okra dengan hubungan kuat ($r= 0,58$) (Tabel 9), sehingga semakin tinggi jumlah buah yang dihasilkan maka akan meningkatkan hasil tanaman okra.

Berat kering tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam pada seluruh perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman okra (Tabel 7). Akan tetapi, perlakuan tersebut cenderung meningkatkan berat kering tanaman okra jika dibandingkan dengan kontrol. Hal ini diduga bahwa hasil analisis N-total, P tersedia, dan K-dd secara berurutan dalam kriteria sedang, sangat tinggi, dan sangat tinggi terhadap pertumbuhan tanaman okra serta tidak

mengalami gejala defisiensi. Dari seluruh perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman okra diduga kandungan N yang berasal dari kompos kotoran kambing dengan kriteria sedang, belum dalam bentuk tersedia sehingga unsur hara tidak dapat diserap oleh tanaman okra.

Pendugaan lain adalah disebabkan karena aplikasi kompos kotoran kambing dengan jumlah sama yaitu $45 \text{ g N polibag}^{-1}$ untuk seluruh perlakuan sehingga tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap variabel berat kering tanaman okra. Hal ini selaras dengan penelitian Adil *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa tidak adanya perbedaan yang nyata pada variabel bobot kering tanaman okra, serapan N, dan efisiensi serapan N diantara perlakuan kompos kotoran ayam dan sapi saja maupun kombinasi kompos dengan urea karena N yang berasal dari kedua sumber tersebut telah terserap pada penanaman pertama. Berat kering tanaman berkorelasi positif terhadap jumlah daun dengan hubungan kuat ($r= 0,63$) (Tabel 9). Berat kering tanaman merupakan cara untuk mengetahui seberapa besar unsur hara dapat diserap oleh tanaman dan dapat disalurkan ke seluruh jaringan tanaman. Tingginya serapan N oleh tanaman akan memacu proses fotosintesis yang optimal sehingga meningkatkan jumlah daun dan mempengaruhi nilai berat kering tanaman (Hadi, Heddy, dan Sugito, 2015).

Serapan N P K pada tanaman Okra

Hasil analisis ragam dari efek residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing terhadap serapan N P K tanaman okra pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud disajikan pada Tabel 8.

Serapan N pada tanaman

Berdasarkan Tabel 8, perlakuan residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing tidak berpengaruh nyata terhadap serapan N tanaman okra. Secara umum, aplikasi kompos kotoran kambing pada residu tanah 100% kompos kotoran ayam (A2) mampu meningkatkan serapan N dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini karena kompos kotoran ayam lebih mudah terurai dibandingkan dengan kompos kotoran sapi sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman (Yuliana, Rahmadani, dan Permanasari, 2015).

Tabel 8. Efek Residu dengan Aplikasi Kompos Kotoran Kambing Terhadap Serapan N P K Tanaman

Perlakuan	Serapan (g tanaman ⁻¹)						
	N	+ (%)	P*		+ (%)	K	+ (%)
A1	35,35	0	2,59	a	0	2,92	0
A2	53,56	51,51	5,90	b	127,80	4,41	51,03
A3	35,51	0,45	4,40	ab	69,88	4,78	63,70
A4	22,95	-35,08	3,27	a	26,25	7,12	143,84
A5	26,33	-25,52	4,31	ab	66,40	2,99	2,40

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji DMRT taraf *5% (P<0,05). +: peningkatan. A1: 2/3 tanah residu (100% urea) + 1/3 kompos kotoran kambing; A2: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A3: 2/3 tanah residu (100% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing; A4: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran ayam) + 1/3 kompos kotoran kambing; A5: 2/3 tanah residu (50% urea + 50% kompos kotoran sapi) + 1/3 kompos kotoran kambing.

Seluruh perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap serapan N diduga karena pada penanaman kedua, tanaman okra ditanam tepat pada 31 MST penanaman pertama. Hal ini didukung oleh Adil *et al.* (2006) menyatakan bahwa serapan N dari kompos kotoran ayam dan sapi akan menurun pada 31 MST, sedangkan serapan N dari pupuk urea menurun pada 16 MST, sehingga perlakuan A1 memiliki nilai serapan N lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Serapan N berkorelasi positif kuat dengan jumlah daun tanaman okra ($r= 0,67$) (Tabel 9). Pupuk kandang mengandung unsur hara N yang berfungsi untuk pembentukan asimilat, terutama karbohidrat dan protein serta sebagai bahan penyusun klorofil yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis. Tersedianya unsur hara N dalam jumlah cukup akan mempermudah proses pembelahan sel dengan baik karena nitrogen memiliki peranan utama dalam merangsang pertumbuhan secara keseluruhan khususnya pertumbuhan batang dan jumlah daun (Yuliana *et al.*, 2015). Oleh karena itu, semakin tinggi serapan N oleh tanaman maka akan meningkatkan pertumbuhan jumlah daun tanaman okra. Serapan N juga berkorelasi positif sangat kuat dengan berat kering tanaman ($r= 0,98$) (Tabel 9).

Daun merupakan tempat untuk melakukan proses fotosintesis bagi tanaman, selanjutnya hasil fotosintesis digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Semakin baik proses metabolisme dalam tanaman akan semakin baik pula pertumbuhan tanaman dan akan mempengaruhi produksi tanaman tersebut.

Gulshan *et al.* (2013) mengemukakan bahwa dengan tersedianya unsur N dan P dalam tanah dengan jumlah cukup dan serapan N dan P yang tinggi maka mampu meningkatkan pertumbuhan panjang akar dan berat kering buah okra secara nyata.

Serapan P pada tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam efek residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing berpengaruh nyata terhadap serapan P pada tanaman okra dan berbeda nyata pada seluruh perlakuan. Perlakuan A2 memiliki serapan P tertinggi yaitu 5,90 g tanaman⁻¹, tetapi tidak berbeda dengan perlakuan A3 dan A5. Hasil analisis P tersedia pada perlakuan efek residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kambing menunjukkan kriteria sangat tinggi (Tabel 8) sehingga berpengaruh nyata terhadap serapan P oleh tanaman okra. Aplikasi residu kompos kotoran ayam dengan kompos kotoran kambing dapat meningkatkan serapan P pada tanaman okra sebesar 127,80% dibandingkan dengan kontrol. Hal ini selaras dengan Rachman *et al.* (2008) menyatakan bahwa serapan P pada perlakuan kompos kotoran ayam dengan aplikasi 20 t ha⁻¹ memiliki hasil yang tertinggi dan berbeda nyata antara seluruh perlakuan.

Serapan K pada tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa residu kompos dan urea dengan aplikasi kompos kotoran kambing pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud tidak berpengaruh nyata terhadap serapan K pada tanaman okra (Tabel 8).

Tabel 9. Korelasi antar parameter pengamatan

	Tinggi tanaman	Jumlah daun	Jumlah buah	Hasil buah	BKT	N-total	P tersedia	K-dd	Serapan N	Serapan P	Serapan K
Tinggi tanaman	1										
Jumlah daun	0,15	1									
Jumlah buah	0,30	-0,25	1								
Hasil buah	0,26	-0,13	0,58	1							
BKT	0,44	0,63	-0,28	-0,18	1						
N-total	0,06	-0,72	0,18	0,16	-0,42	1					
P tersedia	0,23	-0,03	0,17	0,30	0,02	0,17	1				
K-dd	-0,02	0,25	0,20	0,59	-0,06	-0,14	0,35	1			
Serapan N	0,39	0,67	-0,26	-0,20	0,98	-0,43	-0,01	-0,008	1		
Serapan P	0,38	-0,04	-0,27	-0,20	0,13	0,004	-0,15	-0,07	0,14	1	
Serapan K	0,40	0,60	-0,31	-0,30	0,98	-0,42	-0,06	-0,17	0,97	0,11	1

Ketersediaan K yang berasal dari aplikasi kompos kotoran kambing diduga belum dalam bentuk tersedia sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman okra. Hal ini didukung oleh Rosmarkam dan Yuwono (2002) menyatakan bahwa unsur hara kalium yang tersedia dalam tanah tidak selalu tetap dalam keadaan tersedia, tetapi masih dapat berubah menjadi bentuk yang lambat untuk diserap oleh tanaman. Oleh sebab itu, seluruh perlakuan tidak berpengaruh terhadap serapan K oleh tanaman okra. Serapan K berkorelasi positif sangat kuat dengan jumlah daun ($r=0,60$) (Tabel 9).

Tanaman membutuhkan hara K untuk pembentukan ATP yang dihasilkan dari proses fotosintesis dan respirasi karena ATP merupakan sumber energi utama bagi berlangsungnya proses metabolisme tanaman yang digunakan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu jumlah daun. Oleh sebab itu, semakin tinggi serapan K oleh tanaman maka akan meningkatkan jumlah daun okra. Serapan K berkorelasi positif sangat kuat dengan serapan N ($r=0,97$) (Tabel 9). Penyerapan N nitrat untuk sintesis menjadi protein juga dipengaruhi oleh ketersediaan ion K^+ (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Menurut Safuan *et al.* (2011) total penyerapan N dan sintesis protein mengalami penurunan pada tanaman yang kekurangan K. Oleh sebab itu peningkatan serapan K pada tanaman yang tumbuh pada tanah yang mengandung unsur hara K tinggi atau yang telah diaplikasikan pemupukan K akan meningkatkan serapan hara N serta sintesis protein. Dilanjutkan dengan serapan K yang juga berkorelasi positif sangat kuat dengan berat kering tanaman ($r=0,98$) (Tabel 9). Semakin tinggi serapan N dan K oleh tanaman maka akan berlangsungnya proses fotosintesis secara optimal sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Pertumbuhan vegetatif yang meningkat akan secara langsung mempengaruhi berat kering tanaman karena definisi dari berat kering tanaman adalah gambaran dari sejumlah unsur hara yang diserap oleh tanaman dan disalurkan ke seluruh jaringan tanaman sehingga nilai berat kering tertinggi merupakan dampak dari penyerapan unsur hara yang optimal oleh tanaman (Ichsan, Riskiyandika, dan Wijaya, 2015).

Kesimpulan

Tidak terdapat pengaruh nyata terhadap ketersediaan N, P, K pada tanah terdampak erupsi Gunung Kelud. Terdapat pengaruh nyata terhadap jumlah daun pada 12 MST, serapan P, namun tidak berpengaruh nyata terhadap serapan N, K, dan hasil tanaman okra.

Daftar Pustaka

- Achmad, S.R. dan Hadi, H. 2015. Identifikasi sifat kimia abu vulkanik dan upaya pemulihan tanaman karet terdampak letusan Gunung Kelud (Studi kasus: Kebun Ngrangkah Pawon, Jawa Timur). *Warta Perkaratan*. 34(1): 19–30
- Adesina, J.M., Ileke, K.D., Yallappa, R. and Ofuya, T.I. 2016. Insecticidal evaluation of *Bridelia micrantha* and *Dalbergia lactea* aqueous extracts for the control of *Podagrica unifirma* (Jacoby) and *Nisotra dilecta* (Jacoby) (Coleoptera: Chysomelidae) infestation on okra. *Agrivita Journal of Agricultural Science*. 38(3): 269-274
- Adil, W.H., Sunarlim, N. dan Roostika, I. 2006. Pengaruh tiga jenis pupuk nitrogen terhadap tanaman sayuran. *Biodiversitas* 7(1): 77–80
- Awodun, M A. 2007. Effect of goat manure and urea fertilizer on soil, growth, and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Journal of Agricultural Research*. 2(7): 632–636
- Diacono, M. and Montemurro, F. 2009. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 30(2): 401–422
- Dierolf, T., Fairhurst, T. and Mutert, E. 2001. Soil fertility kit a tool kit for acid, up soil fertility management in soil southeast Asia. East and Southeast Asia Program (ESEAP). Singapore. pp 159
- Gudugi, I. A. S. 2013. Effect of cow dung and variety on the growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Journal of Experimental Biology*. 3(2): 495–498
- Gulshan, A.B., Saeed, H.M., Javid, S., Meryem, T., Atta, M.I. and Aminuddin, M. 2013. Effects of animal manure on the growth and development of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Journal of Agriculture and Biological Science*. 8(3): 213–218
- Hadi, R.Y., Heddy, Y.B.S. dan Sugito, Y. 2015. Pengaruh jarak tanam dan dosis pupuk kotoran kambing terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 3(4): 295–301
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Jakarta. Akademika Pressindo. pp 77–79

- Hariadi, Y.C., Nurhayati, A.Y. and Hariyani, P. 2016. Biophysical monitoring on the effect on different composition of goat and cow manure on the growth response of maize to support sustainability. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 9: 118–127
- Ichsan, M.C., Riskiyandika, P. dan Wijaya, I. 2015. Respon produktifitas okra (*Abelmoschus esculentus*) terhadap pemberian dosis pupuk petrogenik dan pupuk N. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. pp 29–41
- Idiok, A.U.A., Udo, I.A. and Braide, E.I. 2012. The use of human urine as an organic fertilizer in the production of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in South Eastern Nigeria. *Resources, Conservation and Recycling*. 62: 14–20
- Ikrarwati, dan Rokhmah, N.A. 2016. Budidaya okra dan kelor dalam pot. Jakarta. BPTP
- Juarsah, I. 2016. Pemanfaatan zeolit dan dolomit sebagai pembenah untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pada lahan sawah. *Jurnal Agro*. 3(1): 10–19
- Melati, M., Asiah, A. dan D. Rianawati, D. 2008. Aplikasi pupuk organik dan residunya untuk produksi kedelai panen muda. *Buletin Agronomi* 36(3): 204–213
- Nweke, I.A., Ijearu, A.I. and Igili, D.N. 2013. Effect of different sources of animal manure on the growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* L. moench) in Ustoxic Dystropept at Enugu South Eastern, Nigeria. *Journal of Scientific and Technology Research*. 2(3): 135 – 137
- Ogundare, K.S., Owa, F.D., Etukudo, O.O. and N. Ayeni, K.I. 2015. Influence of different nitrogen sources on the growth and yield of three varieties of okra (*Abelmoschus esculentus*) in Kabba, Kogi State, Nigeria. *Agricultural Sciences*. 6: 1141–1147
- Putri, R.A. 2016. Aplikasi kompos dan urea terhadap ketersediaan dan serapan NPK, serta hasil jagung (*Zea mays*) pada tanah dampak letusan Gunung Kelud. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
- Rachman, I., Djuniwati, S. dan Idris, K. 2008. Pengaruh bahan organik dan pupuk NPK terhadap serapan hara dan produksi jagung di Inceptisol Ternate. *Jurnal Tanah dan Lingkungan* 10(1): 7–13
- Rosmarkam, A. Dan Yuwono, N.W. 2002. Ilmu kesuburan tanah. Yogyakarta. Kanisius. pp 48–137
- Safuan, L.O., Poerwanto, R., Susilo, A.D. dan Sobir. 2011. Pengaruh status hara kalium tanah terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman nenas. *Jurnal Agroteknos*. 1(1): 1–7
- Shiyam, J.O., Binang, W.B. and Stephen, G.E. 2016. Effect of animal manure on soil nutrients replishment and performance of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) grown on degraded sandy soil in Calabar, Nigeria. *Journal of Environmental*. 1(1): 20–31
- Suntari, R., Syekhfani, Lenny, L., Danny, D.S., Syahrul, K., dan Novalia, K. 2016. Kemasaman tanah dan ketersediaan unsur hara pasca erupsi di toposekuen timur laut Gunung Kelud. Seminar Nasional HITI. Surabaya. UPN
- Uka, U.N., Chukwuka, K.S. and Iwuagwu, M. 2013. Relative effect of organic and inorganic fertilizers on the growth of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Journal of Agricultural Sciences* 58(3): 159-166.
- Yuliana, E., Rahmadani, dan Permanasari, I. 2015. Aplikasi pupuk kandang sapi dan ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) di media gambut. *Jurnal Agroekoteknologi*. 5(2): 37–42
- Zulkarnain. 2014. Perubahan beberapa sifat kimia tanah akibat pemberian limbah cair industri kelapa sawit dengan metode land application. *Jurnal Agrifor* 13(1): 125–130