

KAJIAN SIFAT KIMIA TANAH ALFISOL SERTA HASIL TANAMAN TOMAT CHERRY AKIBAT APLIKASI BAHAN ORGANIK TANPA DIBAKAR (KOMPOS) DAN BAHAN ORGANIK YANG DIBAKAR

STUDY OF THE CHEMICAL PROPERTIES OF ALFISOL AND THE YIELDS OF CHERRY TOMATO PLANTS DUE TO THE APPLICATION OF ORGANIK MATERIALS WITHOUT BURNING (COMPOST) AND BURNED ORGANIK MATERIALS

Asrarudin, Yoke I. Benggu, Lily F. Ishaq, Elias St. O. Nguru, M. Kasim, Yenny Radja Kana

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana, Kupang,
E-mail: yokebenggu@gmail.com

ABSTRACT

The use of organic matter to improve soil fertility has been proven. However, how big and fast the effect is on increasing soil fertility will depend on the type and dose of organic matter used. This study aimed to determine the effect of the application of unburned organic materials and burnt organic materials on the chemical properties of soil and cherry tomato yields and to determine the dose of unburned organic materials and burnt organic materials which gave the best results on the chemical properties of soil and cherry tomatoes. This was a single-factor experimental study designed in a randomized block design (RBD). The treatments were the doses of unburned organic materials and burnt organic materials which were 0, 10, 15, 20, and 25 tons.ha⁻¹, respectively. Each treatment consisted of 3 replications. The variables observed in this study were soil N-total, available P, exchangeable K, organic C, soil pH, number of fruit per plot, and fresh weight of fruit per plot. The results showed that the dose of unburned organic materials (compost) and burnt organic matter had a significant effect on available P, exchangeable K, soil pH at harvest, number of fruit per plot and fruit weight per plot, but had no significant effect on N- total, available P, exchangeable K-of the soil at the end of vegetative, and C-organic content at harvest. The treatment that gave the best average yield was 10 tons.ha⁻¹.and 20 tons.ha⁻¹ burnt organic matter with the following details: Number of fruit as many as 284, 00 pieces. Plot⁻¹ and fresh fruit weight of Cherry tomatoes 2443,867 grams. Plot⁻¹.

Keywords: Organic ingredients, Cherry Tomato

ABSTRAK

Pemanfaatan bahan organik untuk meningkatkan kesuburan tanah sudah sangat terbukti. Namun seberapa besar dan cepat pengaruhnya pada peningkatan kesuburan tanah akan sangat tergantung dari jenis dan dosis bahan organik yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bahan organik tanpa dibakar dan bahan organik yang dibakar terhadap sifat kimia tanah serta hasil tanaman tomat cherry dan mengetahui dosis bahan organik tanpa dibakar dan bahan organik yang dibakar yang memberikan hasil terbaik pada sifat kimia tanah dan hasil tomat cherry. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental faktor tunggal yang dirancang dalam rancangan lingkungan rancangan acak kelompok (RAK). Perlakuan yang dicobakan adalah bahan organik yang dibakar dan tanpa dibakar dengan dosis masing-masing 10, 15, 20, dan 25 ton.ha⁻¹, terdapat juga perlakuan tanpa bahan organik (kontrol). Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah N-total tanah, P-tersedia tanah, K-dd tanah, C-organik Tanah, pH tanah, Jumlah buah tiap petak dan Bobot

segar buah tiap petak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis bahan organik tanpa dibakar (Kompos) dan bahan organik yang dibakar berpengaruh nyata pada variabel kandungan P-tersedia, K_{dd}, pH tanah pada saat panen, jumlah buah tiap petak dan bobot buah tiap petak, namun tidak berpengaruh nyata pada variabel N total, P-tersedia, K_{dd} tanah pada akhir vegetatif, dan kandungan C-organik pada saat panen. Perlakuan yang memberikan rerata jumlah buah terbanyak (284,00) adalah perlakuan dosis bahan organik yang dibakar 10 ton.ha⁻¹ dan yang memberikan bobot buah tertinggi (2443,867 gram.petak⁻¹) adalah perlakuan 20 ton.ha⁻¹

Kata Kunci: Bahan organik dibakar, Tomat Cherry

PENDAHULUAN

Tanah Alfisol merupakan tanah yang relatif muda yang memiliki ciri utama seperti banyaknya mineral primer yang mudah lapuk dan mineral liat, sering terdapat penimbunan liat pada horizon bawah, memiliki tekstur sedang sampai halus, kapasitas tukar kation (KTK) sedang sampai tinggi dan mempunyai kandungan bahan organik yang rendah (Munir, 1996 ; Hardjowigeno, 2013).

Tanah Alfisol di pulau Timor dikenal sebagai tanah merah. Penyebaran tanah ini relatif luas di Kota Kupang dan sering digunakan sebagai lahan budidaya tanaman. Kendala utama yang dialami dalam kegiatan budidaya tanaman pada tanah Alfisol adalah ketersediaan hara yang rendah, padahal untuk tanaman hortikultura, terutama tanaman yang dikonsumsi berasal dari bagian generatif tanaman, ketersediaan hara menjadi penting. Hal ini dikarenakan pertumbuhan tanaman dimulai dari fase vegetatif hingga fase generatif sangat ditentukan oleh ketersediaan hara dalam tanah. Kasim (2005) yang dikutip oleh Bolly (2012) menyatakan bahwa tanah berjenis Alfisol di Kupang dicirikan dengan kandungan C-organik rendah, pH tinggi, N-total rendah, P- tersedia sangat rendah dan Ca tinggi.

Melihat kondisi tersebut, maka perlu dilakukan upaya peningkatan hara dalam tanah, salah satunya melalui pemanfaatan pupuk organik. Bahan dasar yang dapat digunakan untuk pupuk organik adalah limbah hasil panen padi berupa jerami, sekam, dan dedak. yang merupakan limbah pertanian yang cukup banyak tersedia. Bahan-bahan ini mempunyai rasio C/N yang cukup tinggi sehingga perlu dikelola dengan cara dikomposkan untuk menurunkan rasio C/N nya. Cara lain yaitu dengan membuatnya menjadi arang sehingga selain dapat menyediakan unsur hara juga mempunyai dampak yang baik bagi sifat fisik dan kemampuan menahan air dan unsur hara.

Penggunaan kompos dan arang campuran jerami, sekam dan dedak padi sebagai alternatif dalam upaya peningkatan hasil produksi pertanian sangat baik sekali sebab mengandung unsur hara. Menurut Simarmata & Joy (2010) dalam Rosiana dkk. (2103), kompos jerami yang dibenamkan kedalam tanah memiliki kandungan C-organik sebesar 40 - 43%, N 0,5 - 0,8%, P 0,07 - 0,12%, K 1,2 - 7%, Ca 0,6%, Mg 0,2%, Si 4 - 7% dan S 0,10%. Sedangkan kandungan unsur hara N, P dan K abu jerami padi masing-masing adalah 0,76% N; 0,45% ppm P; 1,85% K (Djaliil dkk, 2004). Kandungan unsur-unsur hara tersebut sangat berpengaruh terhadap produktivitas tanah dan tanaman. Atmojo (2003) mengemukakan bahwa pemberian kompos jerami padi sebagai bahan organik ke dalam tanah akan memberikan pengaruh atau respon positif terhadap tanah (tempat tumbuh tanaman), sehingga tempat tanaman tumbuh tersebut akan memberikan kondisi yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Hal ini dikarenakan di dalam jerami padi mengandung vitamin, asam amino, dan zat pengatur tumbuh tanaman yaitu auksin dan giberelin, yang terbentuk melalui dekomposisi bahan organik yang penting bagi pertumbuhan tanaman.

Menurut Sudadi dan Atmaka (2000), abu jerami padi selain berperan untuk meningkatkan pH juga mampu menambah unsur hara yang mudah tersedia bagi tanaman. Selanjutnya menurut Setyorini (2003), abu sekam padi memiliki fungsi mengikat logam. Selain itu, abu sekam padi berfungsi untuk mengemburkan tanah, sehingga bisa mempermudah akar tanaman menyerap unsur hara.

Tomat adalah tanaman dari famili terung-terungan (*Solanaceae*). Salah satu jenis tomat yang umum digunakan oleh masyarakat yaitu tomat cherry atau tomat cung berbentuk bulat atau bulat panjang, berwarna merah atau kuning, ruang buah sedikit, dan ukurannya kecil-kecil. Tomat cherry merupakan salah satu komoditas sayuran penting dan sangat potensial untuk dikembangkan karena harga jual yang tinggi dan lebih mudah beradaptasi. Data Statistik melaporkan bahwa produksi tomat di NTT dari tahun 2011 – 2015 mengalami penurunan tiap tahunnya, sebesar 104,721 ton, 59,571 ton, 37,296 ton, 40,306 ton, 44,418 ton (Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2016). Untuk mencapai hasil yang tinggi, teknik budidaya tanaman tomat harus dilakukan dengan tepat dan benar. Salah satu teknik budidaya yang baik adalah menyiapkan media tanam yang memiliki ketersediaan hara yang baik.

Tanaman tomat memerlukan unsur hara makro N, P, K, Ca, dan Mg serta unsur hara mikro Mn, Zn, dan B (Koswara, 2006). Oleh karena itu, jika dibudidayakan pada tanah Alfisol

yang rendah hara maka aplikasi pupuk organik baik dalam bentuk kompos maupun dibakar dapat menjadi salah satu sumber hara bagi tanaman tomat. Namun informasi mengenai dosis optimum bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar bagi tanaman tomat di tanah Alfisol Kota Kupang belum tersedia.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengetahui pengaruh aplikasi bahan organik tanpa dibakar dan bahan organik yang dibakar terhadap sifat kimia tanah serta hasil tanaman tomat cherry; 2) mengetahui dosis bahan organik tanpa dibakar dan bahan organik yang dibakar yang memberikan hasil terbaik pada sifat kimia tanah dan tomat cherry.

METODE PENELITIAN

Bahan organik yang digunakan bersumber dari campuran jerami, sekam dan dedak padi. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental faktor tunggal yang dirancang dalam rancangan lingkungan berupa rancangan acak kelompok (RAK). Perlakuan yang dicobakan adalah dosis bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar yang terdiri atas 9 perlakuan dan 3 kelompok sehingga secara keseluruhan terdapat 27 satuan percobaan. Perlakuan yang dicobakan adalah:

A0: Kontrol

A1: Dosis bahan organik tanpa dibakar 10 ton. ha⁻¹ setara dengan bahan mentah 2,56 kg/2,56m²; bahan jadi (kompos) 4,08 kg/2,56 m²; 255 gram/lubang tanam

A2: Dosis bahan organik tanpa dibakar 15 ton. ha⁻¹ setara dengan bahan mentah 3,84 kg/2,56m²; bahan jadi (kompos) 6,12 kg/2,56 m²; 382,5 gram/lubang tanam

A3: Dosis bahan organik tanpa dibakar 20 ton. ha⁻¹ setara dengan bahan mentah 5,12 kg/2,56m²; bahan jadi (kompos) 8,15/2,56 m²; 509 gram/lubang tanam

A4: Dosis bahan organik tanpa dibakar 25 ton. ha⁻¹ setara dengan bahan mentah 6,4 kg/2,56m²; bahan jadi (kompos) 10,20 kg/2,56 m²; 637,5 gram/lubang tanam

B1: Dosis bahan organik yang dibakar 10 ton. ha⁻¹ setara dengan bahan mentah 2,56 kg/2,56m²; bahan jadi (arang) 0,93 kg/2,56 m²; 58,13 gram/lubang tanam

B2: Dosis bahan organik yang dibakar 15 ton. ha⁻¹ setara dengan bahan mentah 3,84 kg/2,56m²; bahan jadi (arang) 1,40 kg/2,56 m²; 87,5 gram/lubang tanam

B3: Dosis bahan organik yang dibakar 20 ton. ha⁻¹ setara dengan bahan mentah 5,12 kg/2,56m²; bahan jadi (arang) 1,87 kg/2,56 m²; 116,8 gram/lubang tanam

B4: Dosis bahan organik yang dibakar 25 ton. ha⁻¹ setara dengan bahan mentah 6,4 kg/2,56m²; bahan jadi (arang) 2,34 kg/2,56 m²; 146,2 gram/lubang tanam

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam untuk melihat pengaruh perlakuan yang dicobakan, dan apabila terdapat pengaruh yang nyata dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) 5%.

Pengamatan dilakukan terhadap variabel-variabel sebagai berikut: N-total tanah, P-tersedia Tanah, K-tersedia Tanah, Reaksi tanah (pH tanah), Kandungan C - organik Tanah, Jumlah Buah Tiap Petak dan Bobot Buah Panen Tiap Petak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kimia tanah awal (sebelum digunakan) di laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Alfisol Awal Asal Matani, Desa Penfui Timur, Kecamatan Kabupaten Kupang Tengah

C organik (%)	N total Tanah (%)	P-tersedia (mg/kg)	K- dd (me/100g)	pH
1,55	0,17	19,15	0,69	7,21
Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	Agak Alkalis

Sumber: Hasil analisis laboratorium kimia tanah Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana, 2018

Berdasarkan hasil analisis tanah awal pada Tabel 1 menunjukkan kandungan C- organik dan Nitrogen total tanah pada status rendah, P-tersedia rendah, K-dd sedang dan pH agak alkalis.

N-Total Tanah

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian dosis bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar tidak berpengaruh nyata terhadap rerata N-total tanah pada fase vegetatif akhir dan saat panen. Rerata nilai N-total tanah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata N-Total Tanah pada Vegetatif Akhir dan Saat Panen

Perlakuan	Rerata N total Tanah Akhir Vegetatif (%)	Rerata N total Tanah saat panen (%)
A0 (Kontrol)	0,18 a Rendah	0,16 a Rendah
A1(B.O tanpa dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	0,15 a Rendah	0,20 a Rendah
A2 (B.O tanpa dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	0,20 a Rendah	0,25 a Sedang
A3 (B.O tanpa dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	0,30 a Sedang	0,15 a Rendah
A4 (B.O tanpa dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	0,21 a Sedang	0,15 a Rendah
B1 (B.O yang dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	0,21 a Sedang	0,20 a Rendah
B2(B.O yang dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	0,12 a Rendah	0,20 a Rendah
B3 (B.O yang dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	0,27 a Sedang	0,19 a Rendah
B4 (B.O yang dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	0,18 a Rendah	0,22 a Sedang

Keterangan : 1. Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam kolom, bermakna berbeda pada uji BNJ 0,05

2.Kriteria Penilaian Status N-total Tanah Berdasarkan Sumber : Balai Penelitian Tanah (2005)

Data Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan dosis bahan organik tanpa dibakar (Kompos) dan bahan organik yang dibakar memberikan nilai N total tanah yang berbeda tidak nyata pada pengamatan di akhir masa vegetatif yakni pada kisaran 0,15% - 0,3%. Walaupun tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan, namun pada beberapa perlakuan seperti A3, A4, B1, dan B3 mampu meningkatkan N-total tanah dengan status sedang yakni berkisar antara 0,21 – 0,3% (sesuai dengan kriteria penilaian sifat kimia tanah oleh Balai Penelitian Tanah,2005) jika dibandingkan dengan N-total tanah awal yang tergolong rendah yakni 0,17%.

Data Tabel 2 juga menunjukkan bahwa perlakuan dosis bahan organik tanpa dibakar (Kompos) dan bahan organik yang dibakar memberikan nilai N total tanah yang masih relatif sama atau tidak berbeda pada pengamatan saat panen yakni pada kisaran 0,15% - 0,25%. Hal ini dikarenakan tanaman banyak menyerap hara Nitrogen yang ada di dalam tanah dan yang berasal dari bahan organik untuk pertumbuhan vegetatifnya sehingga pada saat panen, N yang berada di dalam tanah menjadi berkurang. Hardjowigeno (2010) dalam Hayadi dkk (2014) menjelaskan bahwa proses hilangnya N yang ada di dalam tanah dapat disebabkan karena digunakan oleh tanaman atau mikroorganisme.

P-tersedia Tanah

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian dosis bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar tidak berpengaruh nyata terhadap rerata P-tersedia

tanah pada fase vegetatif akhir, sedangkan berpengaruh nyata terhadap rerata P-tersedia tanah saat panen. Rerata nilai P-tersedia tanah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata P-tersedia Tanah pada Vegetatif Akhir dan Saat Panen

Perlakuan	Rerata P-tersedia tanah Akhir Vegetatif (mg/kg^{-1})			Rerata P-tersedia Tanah saat panen (mg/kg^{-1})		
A0 (Kontrol)	18,40	a	Rendah	22,25	b	Sedang
A1(B.O tanpa dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	17,12	a	Rendah	19,62	ab	Rendah
A2 (B.O tanpa dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	18,89	a	Rendah	20,67	ab	Rendah
A3 (B.O tanpa dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	19,48	a	Rendah	18,73	ab	Rendah
A4 (B.O tanpa dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	21,17	a	Sedang	17,62	a	Rendah
B1 (B.O yang dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	19,09	a	Rendah	17,88	a	Rendah
B2(B.O yang dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	18,36	a	Rendah	17,66	a	Rendah
B3 (B.O yang dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	18,98	a	Rendah	17,89	a	Rendah
B4 (B.O yang dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	16,76	a	Rendah	17,77	a	Rendah

Keterangan : 1. Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam kolom, bermakna berbeda pada uji BNJ 0,05.

2.Kriteria Penilaian Status P-tersedia Tanah Berdasarkan Sumber : Balai Penelitian Tanah (2005)

Data Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai P-tersedia tanah antar perlakuan pada akhir masa vegetatif tanaman tomat Cherry. Hasil ini juga memperlihatkan bahwa perlakuan dosis bahan organik tanpa dibakar (Kompos) dan bahan organik yang dibakar hingga dosis 25 ton.ha⁻¹ belum mampu meningkatkan P-tersedia pada tanah Alfisol yang digunakan, dimana P-tersedia yang dihasilkan setelah penambahan bahan organik hanya pada kisaran 16,76 – 21,17 (mg/kg^{-1}), sedangkan P tersedia yang terkandung di dalam tanah sebelum diberikan bahan organik sebesar 19,15 (mg/kg^{-1}). Kemungkinan diduga karena proses pelepasan unsur hara berjalan relatif lambat dan sebagian P asal bahan organik difiksasi oleh unsur hara Ca yang tinggi dalam tanah sehingga belum semua hara P asal bahan organik tanpa dibakar (Kompos) dan bahan organik yang dibakar tersedia di dalam tanah. Nur (2014) mengemukakan kandungan Ca-dd yang tinggi yakni lebih besar dari 20 cmol kg⁻¹ menyebabkan kandungan P total tanah sangat tinggi (mencapai 400 mg kg⁻¹), namun P-tersedia bagi tanaman menjadi sangat rendah, yaitu $\pm 10 \text{ mg.kg}^{-1}$ atau 2,5% dari P total. Akibatnya, efisiensi pupuk P yang diberikan menjadi rendah karena sebagian besar P asal pupuk difiksasi oleh Ca membentuk senyawa Ca-P yang sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman. Selain itu, pembakaran bahan organik seperti jerami dan sekam padi sebelum diberikan ke dalam tanah juga mengakibatkan unsur hara seperti

N dan P berkurang atau menghilang. Hasil penelitian Husnain (2010) menunjukkan bahwa persentase kehilangan unsur hara dalam jerami setelah pembakaran adalah TC (Total C) dan TN (Total N) adalah 100%, sedangkan unsur hara lainnya mulai dari 35-33% untuk Si, 17 dan 36% untuk K, 59 dan 34% untuk P, 44 dan 38% untuk Ca, 48 dan 42% untuk Mg, serta 61 dan 55% untuk Na.

Walaupun tidak terdapat perbedaan nilai P-tersedia tanah antar perlakuan pada pengamatan akhir masa vegetatif tanaman tomat Cherry, akan tetapi pada pengamatan setelah panen (Tabel.3), perlakuan tersebut telah mampu memberikan nilai P-tersedia tanah yang berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan yang memberikan rerata nilai P-tersedia tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa pemberian bahan organik (kontrol) yakni $22,25 \text{ mg kg}^{-1}$ yang berbeda nyata dengan perlakuan A4, B1, B2, B3 dan B4, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan bahan organik tanpa dibakar pada dosis 10 ton.ha^{-1} (A1), 15 ton.ha^{-1} (A2), dan 20 ton.ha^{-1} (A3) yakni berturut-turut $19,62 \text{ mg kg}^{-1}$, $20,67 \text{ mg kg}^{-1}$ dan $18,67 \text{ mg kg}^{-1}$.

Tingginya rerata P-tersedia tanah pada perlakuan tanpa pemberian bahan organik (kontrol) ada hubungannya dengan tingkat penyerapan hara yang dilakukan tanaman untuk pertumbuhannya. Semakin rendah tingkat penyerapan hara yang dilakukan tanaman, maka P yang tersedia di dalam tanah akan tetap stabil dan tidak berkurang, begitupun sebaliknya. Tinggi rendahnya tingkat penyerapan hara dapat dilihat dari pertumbuhan vegetatif tanaman yang dihasilkan. Tingkat penyerapan hara yang baik akan memperlihatkan pertumbuhan tanaman yang baik pula. Pada hasil penelitian Nahak (2018), menunjukkan bahwa perlakuan tanpa pemberian bahan organik (kontrol) memberikan rerata pertambahan tinggi tanaman dan jumlah daun 1 MST - 3 MST terendah yakni masing-masing 55,71 cm dan 6,00 helaian daun dibandingkan dengan perlakuan bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar. Kondisi ini memperlihatkan bahwa tanaman pada perlakuan tanpa pemberian bahan organik (kontrol) memiliki tingkat penyerapan terhadap hara P yang rendah, yang akhirnya menyebabkan P tersedia tanah lebih tinggi dari perlakuan lainnya.

Dari hasil penelitian juga terlihat bahwa sumbangan P melalui bahan organik tanpa dibakar (kompos) lebih banyak dibanding melalui bahan organik yang dibakar. Hal ini membuktikan bahwa pembakaran dapat mengurangi kandungan nutrisi bahan organik.

K-tersedia Tanah

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian dosis bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar tidak berpengaruh nyata terhadap rerata K-dd tanah pada fase vegetatif akhir, sedangkan berpengaruh nyata terhadap rerata K-dd tanah saat panen. Rerata nilai K-dd tanah dapat dilihat pada Tabel 4.

Data Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan dosis bahan organik tanpa dibakar (Kompos) dan bahan organik yang dibakar memberikan nilai K-dd tanah yang relatif sama pada pengamatan akhir masa vegetatif pada kisaran 0,71 me/100g – 0,94 me/100g. Ini berarti bahwa kontribusi dan ketersediaan hara yang bersumber dari dosis bahan organik tanpa dibakar dan bahan organik yang dibakar serta yang ada secara alamiah pada tanah Alfisol belum mampu menyediakan hara K di dalam tanah yang nyata pada akhir masa vegetatif. Hal ini dikarenakan pada awal pemberian bahan organik hingga akhir masa vegetatif, bahan organik belum mengalami dekomposisi secara sempurna.

Tabel 4. Rerata K-dd Tanah

Perlakuan	Rerata K-dd Tanah Akhir Vegetatif (me/100 g)			Rerata K-dd Tanah saat panen (me/100g)		
A0 (Kontrol)	0,83	a	Tinggi	1,01	b	Sangat Tinggi
A1(B.O tanpa dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	0,76	a	Tinggi	0,87	ab	Tinggi
A2 (B.O tanpa dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	0,84	a	Tinggi	0,93	ab	Tinggi
A3 (B.O tanpa dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	0,86	a	Tinggi	0,82	ab	Tinggi
A4 (B.O tanpa dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	0,94	a	Tinggi	0,77	a	Tinggi
B1 (B.O yang dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	0,84	a	Tinggi	0,77	a	Tinggi
B2(B.O yang dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	0,81	a	Tinggi	0,78	a	Tinggi
B3 (B.O yang dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	0,83	a	Tinggi	0,79	a	Tinggi
B4 (B.O yang dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	0,71	a	Tinggi	0,79	a	Tinggi

Keterangan : 1. Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam kolom, bermakna berbeda pada uji BNJ 0,05.

2.Kriteria Penilaian Status K-dd Tanah Berdasarkan Sumber : Balai Penelitian Tanah (2005)

Walaupun perlakuan dosis bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar memberikan perbedaan yang tidak nyata terhadap K-dd tanah pada pengamatan akhir vegetatif, Akan tetapi pada pengamatan setelah panen (Tabel 4), perlakuan tersebut telah mampu memberikan nilai K-dd tanah yang berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan yang memberikan rerata nilai K-dd tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa pemberian bahan organik

(kontrol) yakni 1,007 me/100g yang berbeda nyata dengan perlakuan A4,B1,B2,B3 dan B4, namun perlakuan tersebut berbeda tidak nyata dengan perlakuan bahan organik tanpa dibakar pada dosis 10 ton.ha⁻¹ (A1), 15 ton.ha⁻¹ (A2), dan 20 ton.ha⁻¹ (A3) yakni berturut-turut 0,87 me/100g, 0,93 me/100 g dan 0,82 me/100g. Hal ini memperlihatkan bahwa kontribusi dan ketersediaan hara yang bersumber dari dosis bahan organik tanpa dibakar 10 ton.ha⁻¹ - 20 ton.ha⁻¹ serta yang ada secara alamiah mampu memberikan nilai rerata K-dd pada waktu panen yang relatif sama dengan perlakuan tanpa bahan organik. Hal ini disebabkan karena pada masa generatif hingga saat panen, bahan organik tanpa dibakar (kompos) telah mengalami dekomposisi yang sempurna sehingga mampu meningkatkan unsur hara di dalam tanah, salah satunya adalah kalium (K).

Hasil penelitian (Tamtomo *et al.*, 2015) menunjukkan bahwa kompos jerami padi memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil ubi jalar tetapi juga dapat meningkatkan kandungan unsur hara N, P dan K, selain itu juga meningkatkan bahan organik yang mampu memperbaiki sifat fisik tanah.

Hasil pengukuran K-dd pada akhir vegetatif dan saat panen yang disajikan pada Tabel 4.4 di atas juga menunjukkan adanya peningkatan K-dd jika dibandingkan dengan kondisi K-dd tanah awal sebelum diberikan bahan organik, dimana K-dd yang dihasilkan setelah penambahan bahan organik adalah pada kisaran 0,71 me/100g – 0,94 me/100g, sedangkan K-dd yang terkandung di dalam tanah sebelum diberikan bahan organik sebesar 0,69 me/100g. Hal ini memperlihatkan bahwa adanya kontribusi dan ketersediaan hara yang bersumber dari kedua bahan organik tersebut. Rostaman *dkk* (2003) dalam Kaya (2014) menerangkan bahwa pemberian bahan organik ke lahan sawah dapat meningkatkan K-dd tanah sebesar 1,02 cmol(+) kg⁻¹(melalui dekomposisi bahan organik) sehingga Kalium akan tersedia di dalam tanah karena kalium tidak mudah tercuci.

C-organik Tanah

Hasil sidik ragam menunjukan bahwa pemberian dosis bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar tidak berpengaruh nyata terhadap rerata C-organik tanah saat panen. Rerata nilai C-organik tanah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata C-Organik Tanah

Perlakuan	Rerata C-organik Tanah pada Saat Panen (%)		
A0 (Kontrol)	0,29	a	Sangat rendah
A1(B.O tanpa dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	1,00	a	Rendah
A2 (B.O tanpa dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	1,40	a	Rendah
A3 (B.O tanpa dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	0,50	a	Sangat rendah
A4 (B.O tanpa dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	0,42	a	Sangat rendah
B1 (B.O yang dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	0,96	a	Sangat rendah
B2(B.O yang dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	1,16	a	Rendah
B3 (B.O yang dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	0,90	a	Sangat rendah
B4 (B.O yang dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	1,36	a	Rendah

Keterangan: 1. Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam kolom, bermakna berbeda pada uji BNJ 0,05

2. Kriteria Penilaian Status C-organik Tanah Berdasarkan Sumber : Balai Penelitian Tanah (2005)

Data Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan dosis bahan organik tanpa dibakar (Kompos) dan bahan organik yang dibakar memberikan nilai C-organik tanah yang relatif sama atau tidak berbeda dengan kontrol pada pengamatan saat panen yakni pada kisaran 0,29% - 1,4 %. Ini berarti bahwa kontribusi dan ketersediaan hara yang bersumber dari bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar serta yang ada secara alamiah pada media tanah Alfisol belum mampu menyumbangkan tambahan C-organik di dalam tanah pada saat panen. Hal ini disebabkan oleh proses dekomposisi yang berjalan dengan cepat pada awal fase generatif hingga panen menyebabkan berkurangnya kandungan bahan organik yang berada dalam tanah. Kandungan bahan organik yang berada dalam tanah akan lebih mudah hilang jika faktor-faktor dekomposisi mendukung proses pelapukan (Wijanarko *et al.*, 2012).

pH Tanah

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian dosis bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar berpengaruh nyata terhadap rerata pH tanah saat panen. Rerata nilai pH dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata pH Tanah

Perlakuan	Rerata pH Tanah		
A0 (Kontrol)	6,58	b	Netral
A1(B.O tanpa dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	6,27	ab	Agak Masam
A2 (B.O tanpa dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	6,47	ab	Agak Masam
A3 (B.O tanpa dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	6,25	ab	Agak Masam
A4 (B.O tanpa dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	6,04	ab	Agak Masam
B1 (B.O yang dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	5,96	a	Agak Masam
B2(B.O yang dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	6,20	ab	Agak Masam
B3 (B.O yang dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	6,21	ab	Agak Masam
B4 (B.O yang dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	6,19	ab	Agak Masam

Keterangan: 1. Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam kolom, bermakna berbeda pada uji BNJ 0,05

2. Kriteria Penilaian Status pH Tanah Berdasarkan Sumber : Balai Penelitian Tanah (2005)

Berdasarkan hasil uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) 5 % yang dapat dilihat pada Tabel 6 menunjukkan bahwa secara umum pH tanah yang dihasilkan saat panen akibat aplikasi bahan organik mengalami penurunan dan perubahan harkat atau statusnya menjadi netral hingga agak masam jika dibandingkan dengan pH tanah yang agak alkalis pada saat sebelum dilakukannya penelitian. Sebagaimana diketahui pH tanah sebelum penelitian sebesar 7,21 (agak alkalis) sedangkan pH tanah yang dihasilkan setelah panen berkisar antara 5,96 - 6,58 dan nilai-nilai tersebut termasuk dalam kategori agak masam berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah oleh Balai Penelitian Tanah (2005).

Penurunan pH tanah dari agak alkalis menjadi agak masam akibat aplikasi bahan organik tanpa dibakar dan bahan organik yang dibakar pada dosis yang berbeda dikarenakan pada saat proses dekomposisi, bahan organik (kompos dan arang) akan mengeluarkan asam-asam organik yang dapat menurunkan pH tanah. Hal ini senada dengan Nyakpa dkk. (1988) dalam Zulkarnain (2014) yang menyatakan bahwa pelapukan bahan organik menghasilkan asam-asam organik yang dapat menurunkan pH tanah. Selanjutnya dinyatakan pula bahwa berkurangnya kandungan kation basa seperti Ca dan Mg yang diserap tanaman juga berperan terhadap penurunan pH tanah. Sedangkan penurunan pH tanah pada perlakuan kontrol yang hanya mencapai netral dikarenakan tidak dilakukan pemberian bahan organik sehingga masukan bahan organik ke dalam tanah berkurang.

Jumlah Buah Tomat Cherry Per Petak

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian dosis bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar berpengaruh nyata terhadap rerata jumlah buah per petak. Data pada Tabel 7 menunjukkan bahwa pada perlakuan tanpa pemberian dosis bahan organik (A0) sampai kenaikan dosis bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar berturut-turut 10 ton.ha⁻¹ (A1), 15 ton.ha⁻¹ (A2), 20 ton.ha⁻¹ (A3), 25 ton.ha⁻¹ (A4), 15 ton.ha⁻¹ (B2), 20 ton.ha⁻¹ (B3), dan 25 ton.ha⁻¹ (B4) memberikan rerata jumlah buah tomat Cherry tiap petak yang berbeda tidak nyata yakni pada kisaran 186,67-262,67 buah. Sedangkan pada dosis bahan organik yang dibakar sebesar 10 ton.ha⁻¹ (B1) mampu memberikan rerata jumlah buah yang berbeda nyata yakni 284,00 buah dibanding tanpa dosis bahan organik (kontrol) yakni 186,67 buah namun berbeda tidak nyata dengan semua perlakuan lainnya.

Perlu diketahui, data yang digunakan pada variabel ini adalah data jumlah buah pada panen pertama hingga keempat dengan kriteria panen yakni warna kulit buah berubah dari warna hijau menjadi kuning kemerah-merahan hingga panen, sedangkan buah yang masih berwarna hijau tidak dihitung.

Tabel 7. Rerata Jumlah Buah Tomat Cherry Per Petak Akibat Aplikasi Dosis Bahan Organik tanpa Dibakar (Kompos) dan Bahan Organik yang Dibakar

Perlakuan	Rerata Jumlah Buah Tomat Cherry per Petak (Buah)
A0 (Kontrol)	186,67 a
A1(B.O tanpa dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	224,00 ab
A2 (B.O tanpa dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	197,33 ab
A3 (B.O tanpa dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	213,33 ab
A4 (B.O tanpa dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	201,33 ab
B1 (B.O yang dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	284,00 b
B2(B.O yang dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	249,33 ab
B3 (B.O yang dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	262,67 ab
B4 (B.O yang dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	248,00 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam kolom, bermakna berbeda pada uji BNJ 0,05

Jumlah buah paling sedikit terdapat pada perlakuan kontrol (tanpa pemberian bahan organik) yakni 186,67 buah. Hal ini disebabkan tidak adanya pemberian bahan organik sehingga tidak ada sumbangan unsur hara, sedangkan pada perlakuan lain, walaupun secara statistik ada yang berbeda tidak nyata dengan kontrol, namun dilihat dari segi kuantitatif perlakuan-perlakuan

tersebut memiliki jumlah buah yang relatif lebih banyak dibandingkan dengan kontrol. Hal ini disebabkan karena adanya pemberian bahan organik baik yang tanpa dibakar (kompos) maupun yang dibakar sehingga pada saat proses dekomposisi, bahan organik (kompos dan arang) dapat melepaskan P yang diikat oleh Ca menjadi P yang tersedia dalam tanah yang akhirnya berdampak pada penyerapan hara P oleh tanaman lebih baik.

Unsur hara P memiliki fungsi yang penting dalam pembentukan organ generatif tanaman yakni bunga dan buah. Hal ini sejalan dengan pendapat Winarso, (2005) fosfor memberikan peranan penting dalam berbagai hal yaitu: sebagai pembawa dan penyimpan energi, dalam bentuk ATP, berperan dalam fotosintesis dan respirasi, pembelahan dan pembesaran sel, pembentukan lemak, pembentukan bunga, buah, dan biji, merangsang perkembangan akar, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit.

Bobot Buah Tomat Cherry Per Petak

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian dosis bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik yang dibakar berpengaruh nyata terhadap rerata bobot buah per petak. Hal ini berarti bahwa bobot buah tomat Cherry dipengaruhi oleh faktor pemberian bahan organik, baik yang tanpa dibakar maupun dibakar. Rerata nilai bobot buah tomat Cherry dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Bobot Buah Tomat Cherry Per Petak

Perlakuan	Rerata Bobot Buah Tomat Cherry (g.petak⁻¹)
A0 (Kontrol)	1550 a
A1(B.O tanpa dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	1917,867 ab
A2 (B.O tanpa dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	1911,2 ab
A3 (B.O tanpa dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	1943,067 ab
A4 (B.O tanpa dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	1967,333 ab
B1 (B.O yang dibakar 10 ton.ha ⁻¹)	2401,867 ab
B2(B.O yang dibakar 15 ton.ha ⁻¹)	2428,4 ab
B3 (B.O yang dibakar 20 ton.ha ⁻¹)	2443,867 b
B4 (B.O yang dibakar 25 ton.ha ⁻¹)	2411,333 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam kolom, bermakna berbeda pada uji BNJ 0,05

Data pada Tabel 8 menunjukkan bahwa pada perlakuan tanpa pemberian dosis bahan organik (A0) sampai kenaikan dosis bahan organik tanpa dibakar (kompos) dan bahan organik

yang dibakar berturut-turut 10 ton.ha⁻¹ (A1), 15 ton.ha⁻¹ (A2), 20 ton.ha⁻¹ (A3), 25 ton.ha⁻¹ (A4), 10 ton.ha⁻¹ (B1), 15 ton.ha⁻¹ (B2), dan 25 ton.ha⁻¹ (B4) memberikan rerata bobot buah tiap tanaman tomat Cherry yang berbeda tidak nyata yakni pada kisaran 1550-2428,40 gram. Sedangkan pada dosis bahan organik yang dibakar sebesar 20 ton.ha⁻¹ (B3) mampu memberikan rerata bobot buah yang berbeda nyata yakni 2443,47 gram dengan tanpa dosis bahan organik (kontrol) yakni 1550 gram namun berbeda tidak nyata dengan semua perlakuan lainnya.

Perlakuan yang memberikan rerata bobot buah tiap petak terendah terdapat pada perlakuan kontrol (tanpa pemberian bahan organik) yakni 1.550 gram. Hal ini disebabkan karena rerata jumlah buah yang dihasilkan pada perlakuan tanpa pemberian bahan organik lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan lainnya yakni 186,67 buah yang akhirnya berdampak pada bobot buah yang lebih rendah. Selain itu, rendahnya bobot buah juga dikarenakan tidak adanya pemberian bahan organik sehingga tidak ada sumbangan unsur hara, sedangkan pada perlakuan lain, walaupun secara statistik ada yang berbeda tidak nyata dengan kontrol, namun dilihat dari segi kuantitatif perlakuan-perlakuan tersebut memiliki bobot buah yang relatif lebih berat dibandingkan dengan kontrol. Hal ini disebabkan karena adanya pemberian bahan organik baik yang tanpa dibakar (kompos) maupun yang dibakar sehingga pada saat proses dekomposisi, bahan organik (kompos dan arang) mampu menyumbangkan hara P dan K pada tanah yang lebih banyak. Kedua unsur hara tersebut memiliki fungsi yang penting dalam pembentukan buah. Agromedia (2007) menyatakan bahwa unsur fosfor yang tersedia dalam tanah berperan dalam pembentukan bunga dan buah, sedangkan unsur kalium berperan dalam pembentukan karbohidrat dan gula yang berfungsi untuk membuat kualitas bunga dan buah yang dihasilkan akan lebih baik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa Pada akhir vegetatif tanaman, aplikasi dosis bahan organik tanpa dibakar (Kompos) dan bahan organik yang dibakar berpengaruh tidak nyata terhadap terhadap N total, P-tersedia, dan Kdd tanah Alfisol. Pada saat panen, aplikasi dosis bahan organik tanpa dibakar (Kompos) dan bahan organik yang dibakar berpengaruh nyata terhadap P-tersedia, Kdd, pH tanah, jumlah buah tiap petak dan bobot buah tiap petak, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan C-organik tanah dan N total tanah. Dosis bahan organik yang dibakar sebesar 10 ton . ha⁻¹ memberikan jumlah buah tomat

Cherry per petak tertinggi yakni 284, 00 buah dan dosis bahan organik yang dibakar sebesar 20 ton.ha⁻¹ memberikan bobot buah sebesar 2443,867 gram.Petak⁻¹

Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan residu dosis bahan organik yang dibakar 10 ton.ha⁻¹ atau setara dengan bahan mentah 2,56 kg /2,56 m² ; bahan jadi (arang) 0,93 kg/2,56 m²; 58,13 gram.tanam⁻¹ pada skala kondisi rumah kaca maupun bedengan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agromedia, Redaksi. 2007. *Panduan Lengkap Budidaya Tomat*. Agromedia.Jakarta.
- Atmojo. 2003. Peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah dan upaya pengelolaannya. <http://suntoro.staff.uns.ac.id> [13 Maret 2017].
- Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Nusa Tenggara Timur, 2016. Nusa Tenggara Timur dalam angka tahun 2016.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk. http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/juknis/juknis_kimia.pdf&ved [02 Juli 2021].
- Bolly, Y, Y. 2012. Peningkatan ketersediaan dan serapan NPK serta hasil tanaman jagung Bisi-16 melalui inokulasi mikoriza dan pupuk NPK pada Alfisol. *Agrisa* 5 (1), 44-56.
- Hardjowigeno, S. 2013. Klasifikasi Ulfisol. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah. Faperta Institut Teknologi Bandung. Bogor.
- Hayadi, D., Wawan, & Amri, A, I., 2014. Sifat kimia Ultisol di bawah tegakan berbagai umur tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 1(1).
- Husnain. 2010. Kehilangan unsur hara akibat pembakaran jerami padi dan potensi pencemaran lingkungan. Balai Penelitian Tanah. *Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Pertanian*. Bogor, 30 November – 1 Desember 2010.
- Kaya, E. 2014. Pengaruh pupuk organik dan pupuk NPK terhadap pH dan K-tersedia tanah serta serapan-K, pertumbuhan, dan hasil padi sawah. *Jurnal Buana Sains*, 14(3), 113-122.
- Koswara, E. 2006. Teknik percobaan beberapa jenis pupuk majemuk NPK pada tanaman tomat. *Bulletin Teknik Pertanian* (11) 1. Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Nur, M. S. M. 2014. Aplikasi biochar suatu teknologi untuk meningkatkan ketersediaan fosfor, kesuburan, dan produktifitas calcarosol di Timor Barat. Orasi Ilmiah. Disampaikan pada Rapat Senat Luar Biasa.Universitas Nusa Cendana. Wisuda Magister, Profesi, dan Sarjana Periode Desember 2014.
- Rosiana, F., T. Turmuktini, Y. Yuwariah, M. Arifin, & T. Simarmata. (2013). Aplikasi kompos jerami, kompos azolla dan pupuk hayati untuk meningkatkan jumlah populasi bakteri penambat nitrogen dan produktivitas tanaman padi berbasis IPAT-BO. *Agrovigor*, 6(1),16-22.
- Setyorini, D. 2003. Penelitian peningkatan produktivitas lahan melalui teknologi pertanian organik. Laporan Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Tanah dan Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif. Balai Penelitian Tanah 2003.

- Sudadi & Atmaka. 2000. Cara dan dosis penggunaan abu jerami padi untuk meningkatkan hasil kedelai pada tanah masam. *Agrosains*, 2(2), 50-53
- Tamtomo, F., S. Rahayu., & A. Suyanto. 2015. Pengaruh aplikasi kompos jerami dan abu sekam padi terhadap produksi dan kadar pati ubi jalar. *Agrosains*, 12(2). ISSN:1693-5225.
- Wijarnako A, Sudaryono, & Sutarno 2007. Karakteristik sifat kimia dan fisika Alfisol di Jawa Timur dan Jawa Tengah. *Iptek Tanaman Pangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan tanah*. Gava Media. Yogyakarta.
- Zulkarnain. 2014. Status sifat kimia tanah pada lahan bekas tambang batubara yang telah direklamasi. *Media Sains*, 7(1), 96 – 103.