

## KAJIAN ABU VULKANIK KELUD PADA BERBAGAI MEDIA TANAM TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays saccharata* Sturt)

### THE EFFECT OF KELUD VOLCANIC ASH IN VARIOUS GROWTH MEDIA ON SWEETCORN (*Zea mays saccharata* Sturt)

Nisa Nakhmiidah\*), Agus Suryanto dan Yogi Sugito

\*)Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur, Indonesia  
Email : nisa.nakhmiidah@gmail.com

#### ABSTRAK

Letusan Gunung Kelud yang terjadi pada tanggal 13 Februari 2014 menyebabkan hujan abu di beberapa daerah di Pulau Jawa. Kandungan unsur hara dalam abu vulkanik Kelud dapat dimanfaatkan sebagai media tanam bagi tanaman. Tujuan percobaan ini adalah mempelajari pengaruh kombinasi media tanam pada tanaman jagung manis dan menentukan kombinasi media tanam yang sesuai untuk tanaman jagung manis. Percobaan ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai bulan November 2014 di Dusun Ngujung, Desa Pandanrejo, Batu. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penambahan abu vulkanik hingga dosis 30% dalam media tanam tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis. Abu vulkanik yang dicampurkan dengan tanah, kompos seresah daun dan pupuk anorganik dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis dibandingkan dengan media tanah.

Kata kunci: Abu Vulkanik Kelud, Pupuk Anorganik, Kompos Seresah Daun, Tanaman Jagung Manis

#### ABSTRACT

The eruption of Kelud Volcanic which occurred on February 13<sup>th</sup> 2014 caused ash rain in many areas of Java Island. Kelud volcanic ash has contain nutrition for plant which can be used as growth media. The

purpose of this experiment was to study about the influence of growth media combination to the sweet corn plant and to determine the best growth media combination for sweet corn plant. The experiment was conducted on August-November 2014 in Ngujung Orchard, Pandanrejo Village, Batu. Based on experiment result, it showed that there was no significant effect of Kelud volcanic ash dosage until 30% to the growth and yield of sweetcorn. Kelud volcanic ash which combined with soil, litre compost and anorganic fertilizer supported sweetcorn growth and yield of sweetcorn better than soil media.

Keywords: Kelud Volcanic Ash, Anorganic Fertilizer, Litre Compost, Sweetcorn Plant

#### PENDAHULUAN

Tanaman jagung manis merupakan salah satu tanaman sayuran yang populer di dunia khususnya di Indonesia dan mulai dikenal sejak tahun 1970-an. Usaha jagung manis yang cukup menjanjikan membuat banyak petani tertarik untuk membudidayakannya, akibatnya permintaan jagung terus meningkat setiap tahun. Sehubungan dengan hal tersebut menyebabkan tingkat produktivitas jagung manis maupun kontinuitas hasil perlu dilakukan dan salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui penyediaan media tanam. Media tanam merupakan suatu tempat untuk pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, media tanam yang baik apabila dapat mendukung proses pertumbuhan

tanaman yang tumbuh di atasnya. Pada dasarnya media tanam dapat berupa tanah, kompos, pasir maupun jenis lain seperti abu vulkanik Kelud.

Gunung Kelud merupakan salah satu gunung berapi aktif di Indonesia yang terletak di Kabupaten Kediri Provinsi Jawa Timur. Letusan Gunung Kelud yang terjadi pada 13 Februari 2014 menyebabkan hujan abu di beberapa daerah di Pulau Jawa. Dampak positif dari letusan Gunung Kelud tersebut adalah bahwa pasir dan abu vulkanik dapat dimanfaatkan sebagai semen untuk bahan bangunan selain dapat dimanfaatkan sebagai pupuk atau media tanam. Hal ini dapat dilihat dari salah satu analisa yang dilakukan pada abu vulkanik Kelud yang jatuh di daerah Yogyakarta. Hasil analisis abu vulkanik gunung Kelud yang telah dilakukan di Candi Borobudur, Candi Mendut dan Candi Pawon menunjukkan bahwa pH abu vulkanik Kelud sebesar 5 dan 6. Hasil XRF (X-Ray Fluorescence) menunjukkan kandungan abu vulkanik Kelud terdiri dari unsur Silika (70,6%), Aluminium (9%), Besi (5,7%), Kalsium (5%), Kalium (0,7%) dan Sulfur (0,1%) masing-masing unsur tersebut mempunyai fungsi tersendiri bagi pertumbuhan tanaman (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Kebudayaan Balai Konservasi Borobudur, 2014).

Pemanfaatan abu vulkanik Kelud sebagai media tanam sebelumnya pernah diuji. Hasil penelitian Zuraida (1999) menunjukkan bahwa pemanfaatan abu vulkanik Kelud hasil letusan pada tahun 1990 dapat meningkatkan tinggi tanaman dan bobot kering tanaman. Kandungan mineral abu vulkanik Kelud yang terdiri dari besi, mangan, silika, aluminium, kalsium dan kalium mengakibatkan abu vulkanik dapat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian tentang abu vulkanik yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan abu vulkanik yang terlalu banyak sebagai media tanam justru cenderung menghambat pertumbuhan tanaman. Media tanam yang mengandung 33,3% abu vulkanik dan kandungan tanah normal 66,7% menunjukkan gejala pertumbuhan tanaman yang optimal ditinjau

dari rata-rata total luas daun dan efek visual daun, sedangkan media tanam dengan kandungan abu vulkanik tinggi (antara 50%-80%) cenderung menghambat pertumbuhan (Solihin, 2012). Oleh karena itu percobaan yang dilakukan tentang penggunaan abu vulkanik sebagai media tanam dicampurkan dengan kompos dan pupuk anorganik.

Kompos merupakan bahan organik yang telah mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme dan mengandung humus sebagai hasil sintesa antara bahan yang tahan lapuk dengan senyawa bentukan mikroorganisme (Supriyadi, 2008). Kompos berperan dalam perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Penggunaan kompos dalam media tanam diharapkan dapat meningkatkan pH tanah yang masam dan menurunkan pH tanah alkalis, kenaikan pH pada tanah masam akan menurunkan kelarutan ion Al dan menurunkan konsentrasi Al sehingga dapat ditukar karena asam organik mampu mengikat ion logam (Bertham, 2002).

Pupuk anorganik merupakan salah satu jenis pupuk buatan yang umumnya diproduksi oleh pabrik. Pupuk anorganik mengandung unsur hara N, P, dan K yang dibutuhkan tanaman selama masa pertumbuhan. Pemupukan anorganik yang lengkap (NPK) dapat menyebabkan umur berbunga lebih cepat dan tinggi tanaman lebih tinggi (Nurdin *et al.*, 2009). Sirappa dan Razak (2010) menyatakan bahwa tanaman menyerap unsur N dan P terus-menerus hingga mendekati matang, sedangkan unsur K terutama diperlukan pada saat fase *silking*. Sebagian besar N dan P disalurkan ke titik tumbuh, batang, daun dan bunga jantan, kemudian ditranslokasikan ke biji. Pemakaian pupuk anorganik dalam media tanam diharapkan dapat menyumbang unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman yang tidak dapat disediakan oleh abu vulkanik Kelud.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Percobaan ini dilaksanakan di Dusun Ngujung, Desa Pandanrejo, Batu, yang berlangsung mulai bulan Agustus hingga November 2015. Alat yang digunakan antara lain polibag kapasitas 10 kg (40x50

cm), gembor, cetok, timbangan, oven, jangka sorong, ayakan bertingkat dan LAM (*Leaf Area Meter*). Bahan yang digunakan antara lain benih jagung manis varietas talenta, abu vulkanik Kelud yang diambil dari Desa Bogokidul, Kecamatan Plemahan, Kabupaten Kediri, kompos seresah daun dan pupuk anorganik tunggal yang terdiri dari Urea, SP-36 dan KCl.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan jumlah 12 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak masing-masing 3 kali, sehingga didapatkan total 36 kombinasi perlakuan dengan masing-masing satuan percobaan 30 polibag sehingga didapatkan 1080 polibag. Perlakuan yang diberikan terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah media tanam (M):

M0 : tanah

M1 : tanah + kompos

M2 : tanah + pupuk anorganik

M3 : tanah + kompos + pupuk anorganik

Faktor kedua adalah abu vulkanik Kelud (A):

A0 : tanpa pemberian abu vulkanik Kelud

A1 : abu vulkanik Kelud 15%

A2 : abu vulkanik Kelud 30%

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) dengan taraf 5% untuk mengetahui pengaruh nyata dari perlakuan, jika terdapat hasil yang berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji BNJ dengan taraf 5%.

**Tabel 1** Komposisi kimia abu vulkanik Kelud

No.	Parameter	Nilai
1.	Al	6,8%
2.	Si	24,2%
3.	K	2,1%
4.	Ca	27,1%
5.	Mn	0,91%
6.	Fe	31,6%
7.	Zn	0,07%
8.	Cu	0,28%
9.	N	0,36%

Keterangan : Hasil analisis di Lab. Sentral Fakultas MIPA UM, 2014

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis data secara statistik diketahui bahwa perlakuan media tanam memberikan pengaruh nyata

terhadap komponen pertumbuhan meliputi luas daun dan bobot kering total tanaman, serta memberikan pengaruh nyata terhadap komponen hasil panen meliputi bobot segar tongkol beserta kelobot dan bobot segar tongkol tanpa kelobot. Sedangkan perlakuan abu vulkanik Kelud tidak memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan.

### Luas Daun

Pada parameter luas daun, terdapat interaksi nyata antara komposisi media tanam dan abu vulkanik Kelud pada umur 42 hst (hari setelah tanam). Hal ini menunjukkan bahwa abu vulkanik Kelud berpengaruh terhadap luas daun jika dalam media tanam terdapat tanah, kompos seresah daun dan pupuk anorganik. Luas daun tertinggi didapatkan pada perlakuan media tanam yang berisi tanah+pupuk anorganik+abu vulkanik 30% (Tabel 2). Hal ini dapat terjadi karena tanaman jagung manis mencapai titik maksimum dari fase vegetatif yang mana kebutuhan tanaman jagung manis akan air dan unsur hara relatif sangat tinggi dan mengalami pertumbuhan yang sangat cepat, sehingga unsur yang tersedia bagi tanaman akan banyak diserap terutama unsur N. Unsur N berfungsi sebagai pembentuk organ vegetatif dan juga penyusun klorofil. Klorofil berfungsi untuk menangkap cahaya matahari yang digunakan sebagai energi dalam proses fotosintesis. Proses fotosintesis yang terjadi akan menghasilkan asimilat yang digunakan sebagai energi untuk proses perkembangan tanaman. Agung (2009) menyatakan bahwa luas permukaan daun yang semakin luas akan meningkatkan laju fotosintesis serta pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman lebih banyak menyerap unsur hara dari dalam terutama nitrogen. Pada akhirnya produksi asimilat yang lebih banyak untuk ditranslokasikan ke biji, sehingga tanaman dapat menghasilkan biji yang lebih berat.

### Bobot Kering Total Tanaman

Bobot kering total tanaman menunjukkan jumlah asimilat yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Hasil perhitungan bobot kering total tanaman menunjukkan bahwa pada umur 14 – 28 hst,

**Tabel 2** Rata-rata Luas Daun per Tanaman Tanaman Jagung Manis Akibat Interaksi Perlakuan Komposisi Media Tanam dan dosis Abu Vulkanik Kelud pada Umur 42 HST

Abu Vulkanik (%)	Luas Daun (cm <sup>2</sup> )			
	Tanah	Tanah + Kompos	Tanah + Pupuk Anorganik	Tanah + Kompos + Pupuk Anorganik
0	651,33 ab	756,00 ab	499,31 a	1448,78 b
15	479,25 a	583,28 ab	817,50 ab	1395,39 ab
30	597,34 ab	477,75 a	1614,27 b	1592,99 b
BNJ 5%	946,36			

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan BNJ 5%.

**Tabel 3** Rata-rata Bobot Kering Total per Tanaman Tanaman Jagung Manis Akibat Perlakuan Komposisi Media Tanam dan Dosis Abu Vulkanik Kelud pada Beberapa Umur Tanaman

Perlakuan	Bobot kering total tanaman (g)			
	14 HST	28 HST	42 HST	56 HST
Tanah	0,98	6,47 a	26,90 a	88,23
Tanah+Kompos	1,53	9,42 ab	22,90 a	128,23
Tanah+Pupuk Anorganik	1,25	10,07 b	46,63 ab	130,20
Tanah+Kompos+Pupuk Anorganik	1,53	12,72 b	61,17 b	158,48
BNJ 5%	tn	3,15	21,85	tn
Tanpa Pemberian Abu Vulkanik	1,41	11,23	36,36	123,69
Pemberian Abu vulkanik 15%	1,37	9,83	35,00	131,71
Pemberian Abu vulkanik 30%	1,19	7,95	46,84	123,46
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom umur yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan BNJ 5%; tn: tidak nyata; HST: Hari Setelah Tanam.

**Tabel 4** Rata-rata Laju Pertumbuhan Relatif Tanaman Tanaman Jagung Manis Akibat Perlakuan Komposisi Media Tanam dan Dosis Abu Vulkanik Kelud pada Beberapa Umur Tanaman

Perlakuan	Laju pertumbuhan relatif tanaman (g g <sup>-1</sup> hari <sup>-1</sup> )		
	14-28 (HST)	28-42 (HST)	42-56 (HST)
Tanah	0,40	0,30	0,27
Tanah+Kompos	0,37	0,20	0,36
Tanah+Pupuk Anorganik	0,45	0,30	0,25
Tanah+Kompos+Pupuk Anorganik	0,45	0,34	0,20
BNJ 5%	tn	tn	tn
Tanpa Pemberian Abu Vulkanik	0,44	0,26	0,26
Pemberian Abu vulkanik 15%	0,41	0,27	0,30
Pemberian Abu vulkanik 30%	0,40	0,33	0,25
BNJ 5%	tn	tn	tn

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom umur yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan BNJ 5%; tn: tidak nyata; HST: Hari Setelah Tanam.

media tanam yang berisi tanah+Kompos Seresah Daun+pupuk anorganik memberikan hasil nyata tertinggi jika dibandingkan dengan media tanam yang hanya berisi tanah (Tabel 3). Bobot kering

total tanaman yang berada dalam media tanam yang berisi tanah + kompos + pupuk anorganik, menghasilkan bobot kering total tanaman nyata lebih besar 34,27 g dan

38,27 g jika dibandingkan dengan tanaman pada media tanam tanah.

#### **Laju Pertumbuhan Relatif Tanaman**

Perhitungan bobot kering total tanaman jagung manis berfungsi untuk mengetahui laju pertumbuhan tanaman. Laju pertumbuhan tanaman dapat digunakan untuk mengukur produktivitas biomassa awal tanaman yang berfungsi sebagai modal dalam menghasilkan bahan baru tanaman. Berdasarkan hasil percobaan tidak terdapat pengaruh nyata yang ditunjukkan oleh perlakuan terhadap laju pertumbuhan tanaman (Tabel 4). Widyanto, Sebayang dan Soekartomo (2013) menjelaskan bahwa, pada umur pengamatan 42 – 56 HST merupakan umur fase vegetatif tanaman dimana membutuhkan unsur hara yang optimum agar tanaman dapat tumbuh secara optimum pula. Hasil yang tidak berbeda nyata pada parameter pengamatan laju pertumbuhan tanaman diduga sebagai akibat kurang tercukupinya kebutuhan unsur hara yang berasal dari pupuk urea. Pupuk urea mengandung unsur nitrogen yang berfungsi dalam pembentukan asam amino dan klorofil yang digunakan dalam proses fotosintesis.

#### **Komponen Hasil Panen**

Pengamatan komponen hasil panen menunjukkan pengaruh nyata media tanam pada parameter bobot segar tongkol beserta kelobot dan bobot segar tongkol tanpa kelobot. Parameter pengamatan bobot segar tongkol tanpa kelobot, menunjukkan interaksi antara media tanam dan abu vulkanik Kelud. Hasil terendah ditunjukkan oleh perlakuan media tanam yang berisi tanah. Peningkatan hasil bobot segar tongkol tanpa kelobot nyata ditunjukkan oleh media tanam tanah+kompos, tanah+pupuk anorganik dan tanah+kompos+pupuk anorganik masing-masing sebesar 189,08 g (42,82%), 278,24 g (63,01%) dan 198,20 g (44,88%) jika dibandingkan dengan media tanam tanah (Tabel 5).

Abu vulkanik tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap semua parameter komponen hasil panen.

Kandungan dalam abu vulkanik Kelud tidak dapat memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman jagung manis dalam pembentukan tongkol. Secara umum, faktor media tanam memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis, sedangkan abu vulkanik Kelud tidak berpengaruh nyata terhadap semua komponen pengamatan. Namun, terdapat interaksi antara media tanam dengan abu vulkanik Kelud pada parameter luas daun dan bobot segar tongkol tanpa kelobot. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa pencampuran dengan media tanam tanah, kompos dan pupuk anorganik, penambahan abu vulkanik Kelud tidak akan berpengaruh terhadap parameter pertumbuhan tanaman. Kandungan material abu vulkanik yang tergolong baru dan belum mengalami proses pelapukan menjadi hambatan tersedianya unsur hara, tetapi hal ini dapat dibantu dengan Kompos Seresah Daun dan pupuk anorganik sebagai penyedia unsur hara yang diperlukan oleh tanaman.

Proses pelapukan dapat dibantu dengan bahan organik dalam kompos secara kimiawi. Proses pelapukan berlangsung dengan adanya bantuan dari larutan tanah dan asam-asam organik hasil dekomposisi bahan organik tanah. Bahan organik yang terkandung dalam kompos mampu menurunkan konsentrasi Al sehingga mampu untuk mengikat ion logam. Kandungan bahan organik yang tinggi dalam media tanam menyebabkan daya ikat air, reaksi kimia dan proses penyerapan unsur hara oleh tanaman dapat berjalan dengan baik (Syukur dan Harsono, 2008). Keefektifan kompos dalam mempengaruhi hasil dari tanaman disebabkan karena terdapat aktivitas mikroba dalam korteks sebagai salah satu mikrosimbion yang akan mempengaruhi aktivitas mikroba yang lain, dimana mikroba tersebut dapat memberikan keuntungan pada ketersediaan P baik bagi tanaman maupun fiksasi N (Fitter dan Garbaye, 1994 dalam Sugiharto dan Widawati, 2005).

Pupuk anorganik menyediakan unsur yang dibutuhkan oleh tanaman, terutama unsur makro N, P dan K. Syukur (2005) menyatakan bahwa residu bahan organik yang berada di dalam kombinasi media

**Tabel 5** Rata-rata Bobot Segar Tongkol Tanpa Kelobot per Tanaman Tanaman Jagung Manis Akibat Interaksi Komposisi Media Tanam dan Dosis Abu Vulkanik Kelud

Abu Vulkanik (%)	Bobot segar tongkol tanpa kelobot per tanaman (g)			
	Tanah	Tanah + Kompos	Tanah + Pupuk Anorganik	Tanah + Kompos + Pupuk Anorganik
0	155,90 ab	217,67 b	227,17 b	237,42 b
15	67,19 a	225,67 b	237,75 b	234,75 b
30	218,50 b	187,33 ab	254,92 b	167,63 ab
BNJ 5%			142,05	

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan BNJ 5%.

tanam akan meningkatkan kadar air serta kapasitas ikat air di dalam media tanam tersebut, sehingga proses pelapukan abu vulkanik dapat dipercepat.

Kandungan logam yang tinggi antara lain Fe 31,6%, Al 6 % dan Si 24,2% (Tabel 1) dikhawatirkan dapat mengikat unsur lain dalam abu vulkanik Kelud sehingga tidak dapat tersedia bagi tanaman. Nurlaeny, Sarbun dan Hudaya (2012) menyatakan bahwa tingginya kadar Si, Al dan Fe dalam material vulkanik akan memberikan dampak yang sangat merugikan bagi pertumbuhan tanaman dan kesehatan tanah. Diketahui bahwa material vulkanik belum dapat menyumbangkan unsur hara bagi tanaman, karena merupakan bahan baru yang belum mengalami pelapukan sempurna dan juga didominasi fraksi pasir menjadikan material vulkanik ini tidak dapat menahan air. Oleh karena itu penggunaan abu vulkanik Kelud bersamaan dengan tanah, kompos dan pupuk anorganik diharapkan dapat membuat unsur hara dalam abu vulkanik Kelud tersedia bagi tanaman. Fiantis (2006) menyatakan bahwa abu vulkanik akan mengalami pelapukan secara fisik maupun kimiawi dengan bantuan air dan asam-asam organik yang ada di dalam tanah. Proses pelapukan secara alami tersebut memerlukan waktu yang sangat lama bahkan dapat mencapai ribuan tahun. Oleh karena itu, dilakukan pencampuran media tanam tanah, kompos, pupuk anorganik dan abu vulkanik Kelud. Tanah, Kompos Seresah Daun dan pupuk anorganik selain digunakan sebagai media tanam juga untuk mengurangi kandungan logam pada abu vulkanik Kelud dan sebagai penyedia unsur hara.

## KESIMPULAN

Penambahan abu vulkanik Kelud sampai 30% tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan meliputi luas daun, laju pertumbuhan tanaman dan bobot kering total tanaman, serta tidak memberikan pengaruh terhadap hasil tanaman jagung manis meliputi berat tongkol, diameter tongkol dan panjang tongkol. Abu vulkanik yang dicampurkan tanah, kompos dan pupuk anorganik dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis. Tanaman yang berada dalam media tanah, kompos dan pupuk anorganik menunjukkan peningkatan bobot kering total tanaman sebesar 96,60% jika dibandingkan dengan media tanam tanah. Peningkatan hasil bobot segar tongkol tanpa kelobot juga ditunjukkan oleh tanaman yang berada dalam media tanah, kompos dan pupuk anorganik dengan peningkatan sebesar 44,88% jika dibandingkan dengan media tanam tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung, I.G.A.M.S. 2009.** Adaptasi Berbagai Varietas Jagung dengan Densitas Berbeda pada Akhir Musim Hujan di Jimbaran Kabupaten Badung. *J. Bumi Lestari* 2 (9): 201-208.
- Bertham, Rr. Y. H. 2002.** Respon Tanaman Kedelai [*Glycine max* (L.) Merrill] Terhadap Pemupukan Fosfor dan Kompos Jerami Pada Tanah Ultisol. *J. Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 4 (2): 78-82.
- Fiantis, D. 2006.** Laju Pelapukan Kimia Debu Vulkanis Gunung Talang dan

- Pengaruhnya Terhadap Proses Pembentukan Mineral Liat Non Kristalin. Skripsi. Universitas Andalas Padang.
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Kebudayaan Balai Konservasi Borobudur. 2014.** Erupsi Gunung Kelud, Candi Borobudur Ditutup. <http://konservasiborobudur.org/v3/struktur-organisasi/374-erupsi-gunung-kelud-candi-borobudur-ditutup.html>. diakses 27 Februari 2014.
- Nurdin, Maspeke, P., Ilahude, Z., dan Zakaria, F. 2009.** Pertumbuhan dan Hasil Jagung yang Dipupuk N, P, dan K pada Tanah Vertisol Isimu Utara Kabupaten Gorontalo. *J. Tanah Tropika* 14 (1): 49-56.
- Nurlaeny, N., Sarbun, D.S., dan Huda, R. 2012.** Pengaruh Kombinasi Abu Vulkanik Merapi, Pupuk Organik dan Tanah Mineral Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Media Tanam Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Bionatura-J. Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik* 14 (3): 186-192.
- Sirappa, M.P., dan Razak, N. 2010.** Peningkatan Produktivitas Jagung Melalui Pemberian Pupuk N, P, K dan Pupuk Kandang pada Lahan Kering di Maluku. Prosiding Pekan Sereal Nasional p: 277-286.
- Sugiharto, A., dan Widawati, S. 2005.** Pengaruh Kompos dan Berbagai Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). *J. Biol. Indon.* III (9): 372-374.
- Supriyadi, S. 2008.** Kandungan Bahan Organik Sebagai Dasar Pengelolaan Tanah Di Lahan Kering Madura. *Embryo* 5 (2): 176-183.
- Syukur, A. 2005.** Pengaruh Pemberian Bahan Organik Terhadap Sifat-sifat Tanah dan Pertumbuhan Caisim di Tanah Pasir Pantai. *J. Ilmu Tanah dan Lingkungan* 5 (1): 30-38.
- Syukur, A., dan Harsono, E.S. 2008.** Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan NPK Terhadap Sifat Kimia dan Fisika Tanah Pasir Pantai Samas Bantul. *J. Ilmu Tanah dan Lingkungan.* 8 (2): 138-145.
- Widyanto, A., Sebayang, H.T., dan Soekartomo, S. 2013.** Pengaruh Pengaplikasian Zeolit dan Pupuk Urea pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.). *J. Produksi Tanaman* 1 (4): 378-387.
- Zuraida. 1999.** Penggunaan Abu Volkan sebagai Amelioran pada Tanah Gambut dan Pengaruhnya terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Jagung. Thesis. Institut Pertanian Bogor.