

PERUBAHAN KARAKTERISTIK SIFAT KIMIA TANAH PADA AREAL PENGEMBANGAN PENELITIAN LAHAN KERING GLE GAPUI

Karnilawati ¹, Cut Mulia Sari ², Musfirah ³

^{1,2,3} Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jabal Ghafur, Gle
Gapui, Sigli
e-mail: krnlwati@gmail.com

ABSTRACT

Dry land is one of the that has the characteristic of the chemical properties of the soil that is less fertile, so that it can reduce the potential for agricultural development. Low soil fertility is an abstacle in the development of dry land. This study aims to determine changes in the chemical characteristics of the Gle Gapui dry land research development area from 2016 to 2020. This research was carried out at the Experimental Gardening of the Faculty of Agriculture, Jabal Ghafur Sigli University. The method used in this study was descriptive-quantitative method by analyzing several parameters of soil chemical properties, namely soil pH, C-organic, N-total, available P, Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Al-dd, Kb and DHL. The results of the study indicate that there has been a change in the characteristics of the chemical properties of the soil at SPL 4 in the Gle Gapui dry land research development area.

Keywords: characteristic, chemical properties, dry land

ABSTRAK

Lahan kering merupakan salah satu lahan yang memiliki karakteristik sifat kimia tanah yang kurang subur, sehingga dapat menurunkan potensi pengembangan pertanian. Kesuburan tanah yang rendah menjadi kendala dalam pengembangan lahan kering. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik sifat kimia pada areal pengembangan penelitian lahan kering Gle Gapui dari tahun 2016 sampai 2020. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Jabal Ghafur Sigli. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif-kuantitatif dengan menganalisis beberapa parameter sifat kimia tanah yaitu pH tanah, C-organik, N-total, P tersedia, Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Al-dd, Kb dan DHL. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan karakteristik sifat kimia tanah pada SPL 4 di areal pengembangan penelitian lahan kering Gle Gapui.

Kata kunci: karakteristik sifat kimia, lahan kering

Pendahuluan

Lahan kering merupakan salah satu agroekosistem sumber daya lahan yang mempunyai potensi sangat besar untuk pengembangan pertanian, baik tanaman pangan, hortikultura, maupun tanaman tahunan atau perkebunan. Oleh karena itu, pengembangan berbagai produk komoditas

pertanian di lahan kering perlu didorong dan ditingkatkan, karena merupakan salah satu pilihan strategis dalam menghadapi tantangan untuk peningkatan produksi pertanian dan untuk mendukung program ketahanan pangan nasional (Mulyani, 2006).

Lahan kering adalah hamparan lahan yang tidak pernah tergenang atau digenangi

air pada sebagian waktu dalam setahun atau sepanjang waktu (Sukarman et al., 2012). Lahan kering yang juga merupakan bagian dari lahan sub optimal masih belum dimanfaatkan secara optimal dan salah satu lahan suboptimal yang perlu dikembangkan yaitu ultisol yang merupakan salah satu jenis tanah dengan sebaran terluas di Indonesia, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Armada et al., 2017). Namun pemanfaatan tanah ini menghadapi kendala pada karakteristik sifat kimia tanah, yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman, terutama bila tidak dilakukan pengelolaan lahan dengan baik.

Kendala Ultisol dari segi kimia yaitu reaksi tanah masam, kandungan unsur hara dan bahan organik rendah. Kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa dan C-organik rendah, kandungan aluminium (kejenuhan AL) tinggi, fiksasi P tinggi, kandungan besi dan mangan mendekati batas meracuni tanaman. Tingginya curah hujan disebagian wilayah Indonesia menyebabkan tingkat pencucian hara tinggi terutama basa-basa sehingga basa-basa dalam tanah akan segera tercuci keluar lingkungan tanah dan yang tinggal dalam tanah menjadi bereaksi masam dengan kejenuhan basa rendah (Fitriatin et al., 2014).

Areal pengembangan penelitian lahan kering Gle Gapui merupakan lahan dengan Ordo Ultisol: Berdasarkan hasil penelitian profil Gle Gapui Kecamatan Indra Jaya Kabupaten Pidie termasuk ke dalam ordo Ultisol; subordo udult; great group Hapludult; subgroup Typic Hapludult; dan family Typic Hapludult, berliat, campuran, isohipertermik. Tanah ini memiliki nilai pH 4,3 – 5,6 (masam), yang berbanding lurus dengan KB, bila pH rendah KB juga rendah (Handayani dan Karnilawati, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik sifat kimia tanah pada areal pengembangan penelitian lahan kering Gle Gapui dari tahun 2016 sampai 2020.

Metode

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Jabal Ghafur Sigli, yang berlangsung dari bulan September sampai November 2020.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah peta farm Unigha, peta tutupan lahan, peta jenis tanah, peta lereng, peta SPL (satuan peta lahan), H₂O₂ 10%, akuades dan HCl 0,1 N untuk pengamatan di lapangan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS (global positioning system), karet, ring sample, abney level, bor tanah, pH tancap, kartu deskripsi profil tanah, buku (Munsell soil colour chart), meteran dan pisau tanah.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif-kuantitatif (terukur) dengan melakukan pengamatan dilapangan, kemudian ditentukan titik pembuatan pedon serta pengambilan sampel tanah dan di lanjutkan dengan analisis sifat kimia dilaboratorium.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah sifat kimia tanah yang terdiri dari pH tanah, C-organik, N-total, Ptersedia, Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Na-dd, Al-dd, Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan Basa (KB) dan Daya Hantar Listrik (DHL).

Hasil dan Pembahasan

pH, C-organik, N-total dan P tersedia

Berdasarkan hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa nilai pH tanah pada lapisan top dan subsoil memiliki kriteria masam yang terdapat pada SPL 1, 2, 3 dan 5 berkisar (4,77- 5,35), sedangkan untuk SPL 4 pada lapisan top dan subsoil berkriteria agak masam yang berkisar (5,99-6,06). Kandungan C- organik dari lapisan topsoil

memiliki kriteria rendah pada setiap SPL berkisar (1,24-1,70 %), sedangkan untuk lapisan subsoil yang ber kriteria sangat rendah terdapat pada SPL 1, dan 3. Untuk SPL 2, 4, dan 5 ber kriteria rendah. Kandungan N-total dari lapisan topsoil memiliki kriteria yang rendah pada setiap SPL, sedangkan lapisan subsoil yang memiliki kriteria sangat rendah terdapat pada SPL 1 dan 3 serta kriteria rendah terdapat pada SPL 2, 4, dan 5. Kandungan P tersedia untuk lapisan topsoil yang memiliki kriteria sangat rendah terdapat pada setiap SPL yang berkisar (0,60-7,85 mg kg⁻¹), dan untuk lapisan subsoil yang ber kriteria sangat rendah terdapat pada SPL 1, 2, 3 dan 5, sedangkan pada SPL 4 memiliki kriteria rendah (11,00 mg kg⁻¹) (Tabel 1).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Handayani dan Karnilawati (2018) pada SPL 4 dilapisan subsoil pH tanah memiliki kriteria sangat masam (4,32), C-organik memiliki kriteria sangat rendah (0,73 %), N-total memiliki kriteria sangat rendah (0,22 %) dan memiliki kriteria sangat rendah (2,05 mg kg⁻¹).

Tabel 1. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah pH tanah, C-organik, N-total, dan P tersedia pada setiap SPL dilokasi penelitian.

SPL	Parameter Sifat Kimia Tanah									
	pH H ₂ O		pH KCl		C-organik (%)		N-total (%)		P tersedia (mg kg ⁻¹)	
	Top	Sub	Top	Sub	Top	Sub	Top	Sub	Top	Sub
1	5,35	5,32	4,08	3,74	1,70	0,54	0,15	0,07	1,35	0,60
	M	M	M	M	R	SR	R	SR	SR	SR
2	4,81	4,77	3,69	3,47	1,24	1,03	0,15	0,10	1,30	1,30
	M	M	M	M	R	R	R	R	SR	SR
3	5,08	5,34	3,65	3,61	1,44	0,76	0,13	0,08	0,60	0,70
	M	M	M	M	R	SR	R	SR	SR	SR
4	5,99	6,06	4,92	5,01	1,69	1,46	0,14	0,13	7,85	11,00
	AM	AM	N	N	R	R	R	R	SR	R
5	5,10	4,83	3,99	3,76	1,63	1,18	0,14	0,13	3,55	1,90
	M	M	M	M	R	R	R	R	SR	SR

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman UNSYIAH (2020)
 Keterangan : M (masam), AM (agak masam), N (netral), SR (sangat rendah), R (rendah).

Hasil analisis sifat kimia tanah menunjukkan bahwa terjadi perubahan pada sifat kimia pH tanah, C-organik, N-total dan P tersedia dalam kurun waktu lima tahun. Hal ini diduga karena pada lokasi tersebut merupakan areal pusat penelitian mahasiswa dan sudah adanya campur tangan manusia,

seperti proses perlakuan pemupukan dan pengolahan lahan tanah. Reaksi tanah dapat menunjukkan tingkat kemasaman atau alkalinitas tanah, dimana pH tanah berperan penting dalam menentukan mudah tidaknya unsur-unsur hara diserap oleh tanaman. Unsur hara pada umumnya dapat diserap dengan baik oleh tanaman pada pH netral (Gunawan et al., 2019), sedangkan C-organik adalah penyusun utama bahan organik dimana bahan organik merupakan humus yang berperan sebagai koloid tanah, maka semakin rendah bahan organik akan semakin rendah nilai KTK, pH tanah dan serapan unsur hara N, P, K (Mukhlis, 2011). Nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial yang bersifat sangat mobil, baik di dalam tanah maupun di dalam tanaman, selain itu nitrogen bersifat mudah larut dan mudah hilang ke atmosfer maupun aliran air (Mawardiana et al., 2013). Menurut Rajmi et al. (2018) ketersediaan P berhubungan dengan tingkat kemasaman (pH) dan kandungan Al-dd di dalam tanah. Unsur P dalam tanah bersifat immobile dikarenakan pada tanah masam sebagian unsur P tidak tersedia bagi tanaman.

Basa-Basa dapat ditukarkan (Ca-dd, Mg-dd, K-dd dan Na-dd)

Berdasarkan hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa kandungan Ca-dd untuk lapisan topsoil memiliki kriteria sangat rendah terdapat pada SPL 2 dan 3, ber kriteria rendah terdapat pada SPL 1 dan 5, serta SPL 4 memiliki kriteria sedang (7,31 cmol kg⁻¹), sedangkan kandungan Ca-dd pada lapisan subsoil SPL 1, 2, 3 dan 5 ber kriteria sangat rendah dan pada SPL 4 (8,36 cmol kg⁻¹) dengan kriteria sedang. Kandungan Mg-dd untuk lapisan topsoil ber kriteria rendah terdapat pada semua SPL, sedangkan untuk lapisan subsoil yang memiliki kriteria sangat rendah terdapat pada SPL 1 dan 3, ber kriteria rendah terdapat pada SPL 2, 4 dan 5 yang berkisar (0,43-0,60 cmol kg⁻¹). Kandungan

K-dd yang terdapat pada SPL 1 lapisan topsoil memiliki kriteria sangat rendah, untuk SPL 2, 3 dan 4 berkriteria rendah yang berkisar (0,15-0,24 cmol kg⁻¹), dan yang berkriteria sedang terdapat pada SPL 5, sedangkan lapisan subsoil yang memiliki kriteria sangat rendah terdapat pada SPL 1, berkriteria rendah terdapat pada SPL 2, 3, 4 dan 5. Kandungan Na-dd untuk lapisan topsoil dan subsoil berkisar (0,19-0,27 cmol kg⁻¹) dengan kriteria rendah pada setiap SPL (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis sifat kimia tanah Ca-dd, Mg-dd, K-dd, dan Na-dd pada setiap SPL dilokasi penelitian.

SPL	Basa- Basa dapat ditukarkan							
	Ca- dd (cmol kg ⁻¹)		Mg- dd (cmol kg ⁻¹)		K-dd (cmol kg ⁻¹)		Na- dd (cmol kg ⁻¹)	
	Top	Sub	Top	Sub	Top	Sub	Top	Sub
1	2,53	1,14	0,43	0,32	0,08	0,05	0,21	0,25
	R	SR	R	SR	SR	SR	R	R
2	1,00	0,61	0,56	0,44	0,24	0,13	0,20	0,22
	SR	SR	R	R	R	R	R	R
3	1,46	1,31	0,45	0,39	0,15	0,10	0,24	0,27
	SR	SR	R	SR	R	R	R	R
4	7,31	8,36	0,42	0,43	0,15	0,12	0,20	0,21
	S	S	R	R	R	R	R	R
5	2,52	1,61	0,60	0,60	0,32	0,20	0,19	0,19
	R	SR	R	R	S	R	R	R

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman UNSYIAH (2020) Keterangan : S (sedang), SR (sangat rendah), R (rendah).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Handayani dan Karnilawati (2018) pada SPL 4 lapisan topsoil dan subsoil memiliki kriteria rendah (4,03 cmol kg⁻¹) dan kriteria sangat rendah (0,53 cmol kg⁻¹) pada Ca-dd, Mg-dd lapisan topsoil berkriteria rendah (0,67 cmol kg⁻¹) dan lapisan subsoil memiliki kriteria sangat rendah (0,13 cmol kg⁻¹), K-dd lapisan topsoil memiliki kriteria sangat tinggi (2,86 cmol kg⁻¹) dan lapisan subsoil berkriteria sedang (0,39 cmol kg⁻¹) dan Na-dd memiliki kriteria rendah (0,27-0,32 cmol kg⁻¹).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan sifat kimia Ca-dd, Mg-dd, K-dd dan Na-dd dalam kurun waktu lima tahun. Hal ini diduga karena proses pemupukan, pengapuran, penambahan

bahan organik, perubahan pH dan pencucian unsur hara. Berkurangnya kation-kation basa selain disebabkan oleh pencucian juga dapat terjadi karena diserap oleh tanaman dan tumbuhan (terangkut panen), dan tidak dilakukan pengembalian kation basa baik melalui pemupukan maupun pengapuran (Rahmi dan Biantary, 2014). Rendahnya kation-kation basa menyebabkan kejenuhan basa dan unsur hara juga menjadi rendah dan tanah akan di dominasi oleh kation asam seperti Al-dd dan H⁺ sehingga tanah menjadi masam (Rajmi et al., 2018). pH tanah yang masam akan menyebabkan peningkatan fiksasi kalium sehingga menyebabkan penurunan ketersediaan unsur K dalam tanah (Gunawan et al., 2019). Keberadaan unsur-unsur hara cukup dapat menyeimbangkan tingkat kesuburan tanah. Ketersediaan unsur hara Ca dan Mg bersifat sinergis, semakin tinggi kelarutan Ca maka semakin tinggi juga kelarutan Mg (Rahma et al., 2014).

Al-dd, KTK, Kejenuhan Basa dan Daya Hantar Listrik

Berdasarkan hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa kandungan Al-dd lapisan topsoil yang tidak terukur terdapat pada SPL 1 dan 4, kriteria sangat rendah pada SPL 5 dengan nilai (0,48 cmol kg⁻¹) dan kriteria sedang terdapat pada SPL 2 dan 3, sedangkan lapisan subsoil tidak terukur terdapat pada SPL 4, kriteria rendah terdapat pada SPL 5, kriteria sedang pada

SPL 1 dan 2 dan kriteria tinggi terdapat pada SPL 3 dengan nilai (4,36 cmol kg⁻¹). Kandungan KTK tanah di lokasi penelitian baik lapisan top dan subsoil pada setiap SPL memiliki kriteria rendah yang berkisar (8,00-13,60 cmol kg⁻¹). Kejenuhan basa untuk lapisan top dan subsoil yang memiliki kriteria sangat rendah terdapat pada SPL 2 dan 3 yang berkisar (17,86- 18,55 %), berkriteria rendah terdapat pada SPL 1, kriteria sedang terdapat pada SPL 5, sedangkan SPL 4 untuk lapisan topsoil memiliki kriteria tinggi (63,13 %) dan

pada lapisan subsoil SPL 4 berkriteria sangat tinggi (71,25 %). Daya hantar listrik pada lapisan topsoil dan lapisan subsoil memiliki kriteria sangat rendah yang berkisar antara 0,03 mS cm⁻¹ sampai dengan 0,10 mS cm⁻¹ (Tabel 3).

Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan Handayani dan Karnilawati (2018) pada SPL 4 lapisan subsoil memiliki kriteria tinggi (6,28 cmol kg⁻¹) pada Al-dd, KTK memiliki kriteria rendah (10,80-16,80 cmol kg⁻¹) yang sama pada penelitian ini dan KB lapisan topsoil berkriteria sangat tinggi (70,37 %) dan lapisan sub soil memiliki kriteria sangat rendah (8,15 %).

Tabel 3. Hasil Analisis Sifat Kimia Al-dd, KTK, Kejenuhan basa dan DHL pada Setiap SPL di Lokasi Penelitian.

SPL	Parameter Sifat Kimia							
	Al-dd (cmol kg ⁻¹)		KTK (cmol kg ⁻¹)		KB (%)		DHL (mS cm ⁻¹)	
	Top	Sub	Top	Sub	Top	Sub	Top	Sub
1	Tu	1,92	10,00	8,00	32,50	22,00	0,06	0,07
	S		R	R	R	R	SR	SR
2	1,92	3,44	11,20	10,40	17,86	13,46	0,06	0,05
	S	S	R	R	SR	SR	SR	SR
3	2,56	4,36	12,40	13,60	18,55	15,22	0,05	0,03
	S	T	R	R	SR	SR	SR	SR
4	Tu	Tu	12,80	12,80	63,13	71,25	0,07	0,10
	R	R	R	R	T	ST	SR	SR
5	0,48	0,64	9,60	8,80	37,81	29,55	0,09	0,07
	SR	R	R	R	S	S	SR	SR

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman UNSYIAH (2020) Keterangan: tu (tidak terukur), S (sedang), T (tinggi), ST (sangat tinggi), SR (sangat rendah), R (rendah).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perubahan sifat kimia Al-dd, Kejenuhan Basa dan Daya hantar listrik dalam kurun waktu lima tahun. Hal ini diduga karena perlakuan pemupukan dan pH rendah. Besar kecilnya nilai KTK tanah dipengaruhi oleh pH tanah, bahan organik, pengapuran serta pemupukan. Kapasitas tukar kation (KTK) adalah jumlah muatan positif dari kation yang diserap koloid tanah pada pH tertentu. Kapasitas tukar kation merupakan sifat kimia yang sangat erat hubungannya dengan kesuburan tanah (Rahmah et al, 2014). Kejenuhan basa merupakan

perbandingan antara jumlah kation basa yang ditukarkan dengan kapasitas tukar kation (KTK) tanah yang dinyatakan dalam persen (Gunawan et al., 2019). Daya hantar listrik rendah disebabkan oleh kandungan Na atau garam dilokasi penelitian berkriteria rendah. Jika konsentrasi garam meningkat maka kemampuan larutan menghantarkan listrik akan meningkat (Muliawan et al., 2016). Daya Hantar Listrik (DHL) merupakan pengukuran tidak langsung terhadap konsentrasi garam yang dapat digunakan untuk menentukan secara umum kesesuaian air untuk budidaya tanaman dan untuk memonitor konsentrasi larutan hara (Susila dan Purwanto, 2013).

Simpulan dan Saran

Kesimpulan

Setelah lima tahun terjadi perubahan karakteristik sifat kimia (pH tanah, C-organik, N-total, P tersedia, Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Al-dd, dan KB) pada SPL 4 di areal pengembangan penelitian lahan kering Gle Gapui. Perubahan tersebut dapat terjadi disebabkan karena sudah adanya campur tangan manusia seperti pengelolaan tanah, pemupukan, pengapuran, dan penambahan bahan organik.

Saran

Areal lahan kering didaerah penelitian mempunyai karakteristik kimia yang kurang baik, untuk memperbaikinya perlu dilakukan usaha seperti pemupukan baik secara organik maupun anorganik serta pemberian kapur untuk menaikkan pH tanah.

Daftar Pustaka

- Armada, K. K., A. Lubis dan Fauzi. 2017. Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol Akibat Pemberian Beberapa Pupuk Organik dan Waktu Inkubasi. J. Agroteknologi FP USU. Vol. 5. No. 2.

- Fitriatin, B. N., A. Yuniarti., T. Turmuktini., dan F. K. Ruswandi. 2014. The Effect of Phosphate Solubilizing Microbe Producing Growth Regulators on Soil Phosphate, Growth and Yield of Maize and Fertilizer Efficiency on Ultisol. dalam Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di beberapa Wilayah Sumatera Utara. J. Agroteknologi, vol. 4.No.1.
- Gunawan., Nurheni, W. dan S. W. Budi, R. 2019. Karakteristik Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah Pada Agroforestri Tanaman Sayuran Berbasis Eucalyptus Sp. J. Silvikultur Tropika, 10 (2): 63-69.
- Handayani, S. dan Karnilawati. 2018. Karakterisasi dan Klasifikasi Tanah Ultisol Di Kecamatan Indrajaya Kabupaten Pidie. J. Ilmiah Pertanian, Vol.14. No. 2.
- Mawardiana, Sufardi, dan E. Husen. 2013. Pengaruh Residu Biochar Dan Pemupukan NPK Terhadap Sifat Kimia Tanah Dan Pertumbuhan Serta Hasil Tanaman Padi Musim Tanam Ketiga. J. Konservasi Sumber Daya Lahan, Vol. 1. No. 1.
- Muliawan, N. R. E., J. Sampurno, dan M. I. Jumaranga. 2016. Identifikasi Nilai Salinitas pada Lahan Pertanian di Daerah Jungkat Berdasarkan Metode Daya Hantar Listrik. J. Prisma Fisika, 4 (2): 69-72.
- Mulyani, A. 2006. Perkembangan Potensi Lahan Kering Masam. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Sinar Tani: 24, 30 mei 2006.
- Mukhlis. 2011. Analisis Tanah Tanaman. USU Press. Medan.
- Rahma, S., Yusran dan H. Umar. 2014. Sifat Kimia Tanah Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Desa Bobo Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. J. Warta Rimba, Vol. 2. No. 1.
- Rahmi, A., dan M. P. Biantary. 2014. Karakteristik Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah Lahan Pekarangan dan Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung di Kabupaten Kutai Barat. Jurnal Ziraa'ah, 39(1):30-36.
- Rajmi, L. F., Margarettha dan Refliaty. 2018. Peningkatan Ketersediaan P ultisol Dengan Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskular. J. Agroecotania, Vol. 1 No. 2.
- Susila, A. D. dan R. Poerwanto. 2013. Irigasi dan Fertigasi. Modul IX- Bahan Ajar Mata Kuliah Dasar-Dasar Hortikultura. Bogor : IPB.