

## **PENGARUH ASAM HUMAT DAN FULVAT EKSTRAK KOMPOS THITONIA DIVERSIFOLIA TERHADAP Hg<sub>khelat</sub>, pH DAN C-ORGANIK ENTISOL TERCEMAR MERKURI**

**Effect of Humic and Fulvic Acids Extracted from Compos of Tithonia Diversifolia on  
Hg<sub>khelat</sub>, pH and Org-C of Entisol Contaminated by Merkury**

**Erdiansyah Sarifuddinn<sup>1)</sup>, Yosep Soge Patadungan<sup>2)</sup>, Isrun<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.

<sup>2)</sup> Staf Dosen Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.

E-mail: [agt.erdiansyah@yahoo.com](mailto:agt.erdiansyah@yahoo.com), E-mail: [ypatadungan@yahoo.com](mailto:ypatadungan@yahoo.com), E-mail: [isrunbaso@yahoo.co.id](mailto:isrunbaso@yahoo.co.id)

### **ABSTRACT**

Entisols Palu including the area Poboya formed under the influence of a dry climate with the parent material which is dominated mineral quartz, very resistant to change arid climate causes weathering chemical reactions in the soil is slow, Activity processing of gold amalgamation using a mercury/mercury result in the loss of top fertile soil and polluted that will affect environmental conditions soil. Research is done to determine the effect of Humic and Fulvic Acid Extract Against Compost Thitonia diversifolia Hg<sub>khelat</sub>, pH and Org-C Entisol Contaminated Mercury. This study was arranged in a randomized block design (RBD) consisting of 6 dosage: control (without humic acid and fulvic acid), humic acid and fulvic acid at a dose of 50 ml/kg, 75 ml/kg, 100 ml/kg, 125 ml/kg, and 150 ml/kg soil, each treatment was repeated three times to obtain 18 units of experiment, results showed that the extract humic acid and fulvic acid compost Thitonia diversifolia up to a dose of 150ml/kg soil during incubation time for 30 days the significant and proven effective against changes in the Hg<sub>chelate</sub> were able to raise Hg<sub>chelate</sub>, the pH of the soil and C-entisols Organic soil polluted with mercury.

**Key Words** : Entisols Contaminated mercury, Humic acid and fulvic acid Tithonia,

### **ABSTRAK**

Entisol Palu termasuk kawasan Poboya terbentuk dibawah pengaruh iklim kering dengan bahan induk yang didominasi mineral kuarsa, sangat resisten terhadap perubahan iklim kering menyebabkan pelapukan reaksi-reaksi kimia dalam tanah berlangsung lambat, aktivitas pengolahan emas secara amal gamasi menggunakan bahan merkuri/air raksa berakibat hilangnya top soil yang subur dan tercemar yang akan berpengaruh pada kondisi lingkungan tanah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui Pengaruh Asam Humat dan Fulvat Ekstrak Kompos Thitonia Diversifolia terhadap Hg<sub>khelat</sub>, pH dan C-Organik Entisol tercemar merkuri. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 6 perlakuan dosis yaitu : kontrol (tanpa asam humat dan asam fulvat), asam humat dan asam fulvat dengan dosis 50 ml/kg, 75 ml/kg, 100 ml/kg, 125 ml/kg, dan 150 ml/kg tanah, masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan, Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pemberian ekstrak asam humat dan asam fulvat kompos Thitonia diversifolia hingga dosis 150ml/kg tanah selama waktu inkubasi 30 hari berpengaruh nyata dan teruji efektif terhadap perubahan Hg<sub>khelat</sub> yang mampu menaikkan Hg<sub>khelat</sub>, pH tanah dan C-Organik pada tanah entisol tercemar merkuri.

**Kata Kunci**: Asam humat dan Asam Fulvat Tithonia, Entisol tercemar merkuri.

## PENDAHULUAN

Entisol merupakan tanah yang baru berkembang. Walaupun demikian tanah ini tidak hanya berupa bahan asal atau bahan induk tanah saja tetapi harus sudah terjadi proses pembentukan tanah yang menghasilkan epipedon okhrik. Entisols Palu terbentuk di bawah pengaruh iklim kering dengan bahan induk yang didominasi mineral kuarsa, sangat resisten terhadap perubahan iklim kering menyebabkan pelapukan reaksi-reaksi kimia dalam tanah berlangsung lambat. Keadaan ini dapat diperburuk dengan bahan induk yang resisten terhadap pelapukan sehingga air sukar meresap dan reaksi-reaksi kimia tidak dapat berjalan dengan baik (Thaha, *et al.*, 1996).

Aktivitas pengolahan emas secara amalgamasi menggunakan bahan merkuri/air raksa masih tetap berjalan hingga saat ini. Entisol di sekitar pengolahan emas tersebut tentunya mengalami pencemaran tak terkecuali sungai, udara, tanah dan tanaman bahkan berdampak pada kesehatan manusia. Hal ini sesuai dengan penelitian Amir (2013) dan Santoso, (2013) melaporkan bahwa di kawasan poboya sebagian lahan/tanahnya telah tercemar merkuri yang nilainya sangat melampaui baku mutu.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan upaya untuk memulihkan tanah tercemar logam berat Merkuri (Hg). Salah satu cara untuk memulihkan lingkungan tanah dari suatu kontaminan adalah dengan penambahan bahan organik (Smith *et al.*, 1997).

Salah satu sumber bahan organik adalah tanaman *Titonia*. *Titonia* adalah sebangsa semak atau gulma dari famili Asteraceae yang dapat tumbuh di elevasi di tebing-tebing pinggir jalan dan di kebun-kebun, mengandung unsur hara, terutama N dan P (Rara, 2013). Tanaman *Titonia* adalah salah satu jenis tanaman legum yang tumbuh liar di pinggir jalan dan padang rumput *Titonia* dianggap gulma oleh masyarakat karena tumbuh di lahan pertanian. Tanaman ini tumbuh hampir di

seluruh dunia dan diperkirakan berasal dari Meksiko (Hartatik, 2007).

Bahan organik dari *tithonia diversifolia* tersebut selain berpotensi tinggi untuk penyediaan N dan P, juga mengandung asam humat dan asam fulvat yang cukup tinggi sehingga mampu menurunkan daya meracun Al pada Tanah (Minardi *et al.*, 2007). Istilah senyawa humat pertama kali dikemukakan oleh Berzelius pada tahun 1830. Senyawa humat merupakan senyawa makromolekul dengan berat molekul tinggi sebagai hasil peruraian bahan organik tanaman dan berperan penting dalam mempengaruhi sifat-sifat tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji respon tanah yang tercemar merkuri yang diberi ekstrak asam humat dan fulvat *Titonia diversifolia* sebagaimana terukur dengan Hg<sub>khelat</sub>, pH dan C-Organik.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Analisis tanah dan ekstrak asam humat dan fulvat dilakukan di Laboratorium Analisis Sumber daya Alam dan Lingkungan, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2015 sampai dengan Mei 2015, dengan lokasi pengambilan sampel tanah Entisol di Desa Poboya, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah.

Alat yang digunakan yaitu parang untuk mencincang bahan organik, karung sebagai tempat selama pengomposan, sekop, batang kayu sebagai pengaduk selama pengomposan, terpal sebagai penutup selama pembuatan pupuk, ember sebagai wadah untuk melarutkan EM<sub>4</sub>, polibag ukuran 1 kg untuk proses inkubasi tanah tercemar Merkuri, kertas klip sebagai media untuk pengambilan sampel dan alat tulis-menulis, serta peralatan untuk analisis di Laboratorium adalah sejumlah gelas kimia, Mercury Analyzer, pH meter, Shaker, Sentrifuge, dan seperangkat alat laboratorium lainnya.

Bahan yang digunakan sebagai sumber bahan organik berasal dari tanaman Titonia, larutan EM<sub>4</sub>, gula, pupuk urea sebagai sumber N, air untuk membuat larutan EM<sub>4</sub>, Bahan kimia Larutan NaOH 0,5 N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat, Larutan HCL: HF, Larutan AgNO<sub>3</sub>, Air Bebas ion, dan kertas saring, sebagai bahan untuk membuat asam Humat dan Fulvat dari bahan bokhasi *Thitonia Diversifolia* dan sampel tailing tambang emas Poboya.

Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola sederhana dengan 3 kali ulangan. Adapun perlakuannya adalah sebagai berikut :

t<sub>0</sub>= Tanpa Asam Fulvat

t<sub>1</sub>= 50 ml Asam Humat & Fulvat /kg tanah

t<sub>2</sub>= 75 ml Asam Humat & Fulvat /kg tanah

t<sub>3</sub>= 100 ml Asam Humat & Fulvat /kg tanah

t<sub>4</sub>= 125 ml Asam Humat & Fulvat /kg tanah

t<sub>5</sub>= 150 ml Asam Humat & Fulvat /kg tanah

Perlakuan tersebut diulang 3 kali sehingga terdapat 6 x 3 = 18 satuan percobaan. Variabel amatan dianalisis dengan Anova, Jika menunjukkan adanya pengaruh maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dan uji regresi dan korelasi untuk mengetahui keeratan antara dosis asam humat dan fulvat *Thitonia diversifolia* dengan perubahan variabel amatan.

Tahapan pelaksanaan penelitian terdiri dari 4 tahap yaitu, Pembuatan bokashi, pembuatan ekstrak asam humat dan asam fulvat, pengambilan dan penyiapan sampel tanah. Dan variabel amatan tanah adalah, c-organik, pH tanah dan analisis konsentrasi Hg.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Karakteristik Tanah Percobaan.** Hasil analisis menunjukkan bahwa ciri fisik Entisol Poboya adalah bertekstur lempung berpasir dengan sebaran fraksi masing-masing pasir 18,40%, debu 77,38%, dan liat 4,22%. Permeabilitas sangat cepat (94,37 cm jam<sup>-1</sup>), bulk density tanah 1,21 g cm<sup>-3</sup>. Dari segi sifat kimia Entisol Poboya memiliki tingkat kemasaman dengan taraf netral yakni pH H<sub>2</sub>O 6,39 dan pH KCl 6,0, kadar c-organik rendah (1,82%), KTK rendah

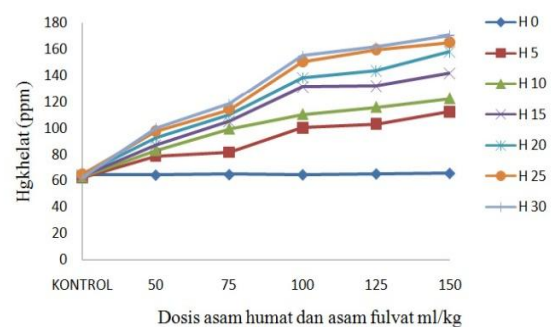
(10,79 me 100 g<sup>-1</sup>), Merkuri (Hg) sangat tinggi (574,17 ppm) dan basa-basa dapat tukar umunya rendah kecuali Ca sedang.

Rendahnya C-Organik pada Tanah Entisol Poboya mengindikasikan kurangnya bahan organik dalam tanah. Menurut Hakim (1986), bahwa karbon merupakan bahan organik yang utama.

Tingginya kadar Merkuri Entisol Poboya mengindikasikan bahwa kegiatan penambangan di Desa Poboya menggunakan Merkuri yang sangat tinggi ± 500 cc Hg per tromol dalam kegiatan pertambangan. Oleh karenanya, usaha pengolahan emas dengan menggunakan merkuri seharusnya tidak membuang limbahnya (tailing) kedalam aliran sungai sehingga tidak terjadi kontaminasi merkuri pada lingkungan dan tanah disekitarnya, (Setiabudi, 2005).

**Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Asam Fulvat Kompos Tithonia Diversifolia, terhadap Perubahan Hg<sub>khelat</sub> Tanah (Percobaan Inkubasi).** Berdasarkan analisis ragam tersebut menunjukkan bahwa pemberian asam humat dan asam fulvat ekstrak bokashi Titonia diversifolia berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan konsentrasi Hg<sub>khelat</sub>. Perubahan konsentrasi Hg<sub>khelat</sub> tanah akibat pemberian asam humat dan asam fulvat bokashi Titonia disajikan Gambar 1.

Meningkatnya Hg<sub>khelat</sub> pada setiap dosis, mengindikasikan bahwa peran dari asam humat dan fulvat dalam mengikat Hg teralut membentuk ikatan organo-organo (khelat) dalam tanah sehingga meningkatkan kandungan Hg<sub>khelat</sub>.



Gambar 1. Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Asam Fulvat Thitonia terhadap Perubahan Konsentrasi Hg<sub>khelat</sub>.

Menurunnya kelarutan Hg dengan pemberian asam humat dan asam fulvat disebabkan oleh terbentuknya senyawa-senyawa kompleks-organo-metal ( $Hg_{Khelat}$ ) antara asam humat dan asam fulvat dan merkuri. Kandungan  $Hg_{Khelat}$  tertinggi (170,64ppm) terdapat pada perlakuan AHF150 pada hari ke-30, kemudian berturut-turut diikuti perlakuan AHF100 (155,52ppm) AHF75 (118,490), dan AHF50 (99,81ppm).

Jumlah  $Hg_{Khelat}$  akibat pemberian asam humat dan asam fulvat. Meningkatkan dari 62,2ppm (control). Menjadi 99,81ppm sampai dengan 170,64ppm yang dicapai pada pengamatan inkubasi 5 sampai 30 hari. Secara umum semua perlakuan menyebabkan kandungan  $Hg_{Khelat}$  meningkat 1,8 sampai 2,7 kali lipat selama masa inkubasi 30 hari.

Penelitian yang dilakukan Isrun (2015) menyatakan bahwa asam fulvat *Thitonia diversifolia* mempunyai pengaruh yang lebih baik terhadap perubahan  $Hg_{khekat}$  dibanding dengan asam humat. Asam fulvat *Thitonia diversifolia* mampu menaikkan  $Hg_{khekat}$  tertinggi (96,58%) sedangkan pada pemberian asam humat  $Hg_{khekat}$  tertinggi (83,06%) yang dicapai selama inkubasi 40 hari.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan Wahyudi (2007) dengan memberikan asam humat dan fulvat asal bahan organik *Thitonia diversifolia* pada Ultisol mampu meningkatkan  $Al_{khekat}$  2-4 kali lipat yang dinkubasi selama 90 hari.

Meningkatnya konsentrasi  $Hg_{khekat}$  dalam larutan tanah yang diberi ekstrak asam humat dan asam fulvat kompos *Thitonia diversifolia* sangat erat kaitanya dengan peran asam Humat dan Asam Fulvat dalam mengikat Hg terlarut membentuk ikatan organo-logam (khekat) dalam tanah sehingga meningkatkan kandungan  $Hg_{Khelat}$ .

Pada percobaan inkubasi terbukti bahwa asam humat dan asam fulvat dari kompos *Thitonia diversifolia* menyebabkan fraksi-fraksi logam berat mengalami pengkeletan oleh bahan organik sehingga ketersediaan menurun. Hal ini diperkuat oleh Darman, (2006) dengan pemberian

asam humat dan asam fulvat pada tanah yang kandungan logam aluminiumnya tinggi menyebabkan khelasi logam Al meningkat.

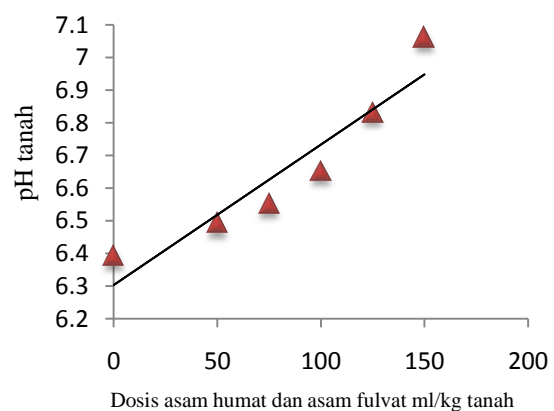
### Perubahan pH Tanah Akibat Pemberian Ekstrak Asam Humat dan Asam Fulvat.

Pemberian bahan organik dalam bentuk ekstrak asam humat dan asam fulvat *Titonia* memberikan pengaruh sangat nyata terhadap perubahan pH. Perubahan pH tanah akibat pemberian asam humat dan fulvat ekstrak bokashi *Titonia* disajikan dalam (Gambar 2).

Reaksi tanah (pH) berperan dalam mengontrol sifat-sifat kimia logam dan proses lainnya didalam tanah. Tingkat ketersediaan logam berat tergantung pada pH lingkungan dimana logam tersebut berada. Pada pH rendah ketersediaan beberapa logam berat meningkat. (Rahmawati, 2011).

Kenaikan pH tertinggi dicapai pada pemberian asam humat dan asam fulvat pada dosis 150 ml, sebesar 7,06 sedangkan pH terendah dicapai pada pemberian asam Humat dan asam Fulvat 0 ml  $ha^{-1}$  yaitu 6,39.

Meningkatnya pH tanah sebagai akibat penambahan bokashi *Titonia*, yang diduga disebabkan oleh pelepasan ion  $OH^-$  dan adanya pelepasan asam-asam organik yang dikandung oleh bahan organik tersebut. Bahan organik tersebut mengalami proses dekomposisi menghasilkan humus dan hal tersebut meningkatkan afinitas ion  $OH^-$  yang bersumber dari gugus karboksi ( $-COOH$ ) dan senyawa fenol.



Gambar 2. Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Asam Fulvat *Thitonia* terhadap Perubahan pH.

Kehadiran  $\text{OH}^-$  akan menetralkan ion  $\text{H}^+$  yang berada dalam larutan tanah atau yang terjerap sehingga konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dapat ditukar menjadi turun. Menurut Buckman and Brady (1982) kation-kation basa seperti Ca, Mg dan K dapat diganti kedudukannya dengan ion  $\text{Al}^{3+}$  dapat dipertukarkan yang diadsorpsi oleh tanah, sehingga memberi dampak pada konsentrasi  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{H}^+$  dalam larutan tanah menurun. Bersamaan dengan itu konsentrasi ion  $\text{OH}^-$  akan meningkat, sehingga pH tanah dapat meningkat.

Selain kation-kation basa, bahan organik seperti bokashi juga akan menghasilkan asam-asam organik berupa asam humat dan asam fulvat. Menurut Stevenson (1994), asam-asam organik seperti asam humat dan asam fulvat dapat bereaksi dengan  $\text{Al}^{3+}$  dalam larutan tanah yang merupakan penyebab kemasaman tanah atau penyumbang ion  $\text{H}^+$ .

Lebih lanjut Astuti (2014), menyatakan bahwa peningkatan pH tanah dengan pemberian bahan organik terjadi melalui mekanisme peningkatan muatan negatif (elektron) pada permukaan koloida (deprotonisasi). Dalam hal ini elektron yang berasal dari dekomposisi bahan organik dapat menetralkan jumlah muatan positif yang ada pada sistem koloida sehingga pH tanah meningkat.

Sedangkan menurut Sanchez (1992) meningkatnya pH tanah dikarenakan terbentuknya senyawa khelat, dimana senyawa khelat dapat terbentuk apabila asam humat dan asam fulvat terbentuk dari dekomposisi kompos yang diberikan.

**Perubahan C-organik Tanah Akibat Pemberian Ekstrak Asam Humat dan Asam Fulvat.** Perlakuan pemberian asam humat dan asam fulvat menunjukkan pengaruh nyata terhadap C-organik. Meningkatnya konsentrasi C-organik dalam larutan tanah dapat dipahami karena unsur karbon dari ekstrak asam humat dan asam fulvat yang diberikan sangat besar. Selanjutnya semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan akan diperoleh konsentrasi C-organik tanah yang semakin tinggi pula.. Perubahan pH

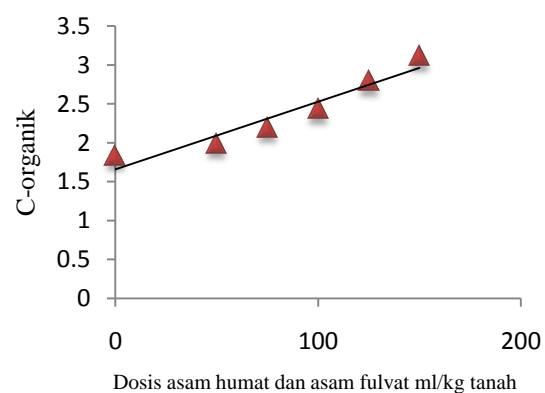
tanah akibat pemberian asam humat dan fulvat ekstrak bokashi *Titonia* disajikan dalam (Gambar 3).

Penambahan dosis asam humat dan asam fulvat *Thitonia* yang diberikan maka semakin meningkat pula jumlah C-organik. C-organik tertinggi terdapat pada penambahan dosis dosis 150 ml t  $\text{ha}^{-1}$  yaitu sebesar 3,10%, sedangkan C-organik terendah terdapat pada perlakuan kontrol yaitu sebesar 1,82%.

Peningkatan C-organik disebabkan oleh dekomposisi bahan organik seperti ekstrak asam humat dan asam fulvat dari bokashi *Titonia diversifolia* yang dapat melepaskan sejumlah senyawa karbon (C) dan karbon merupakan penyusun utama dari semua bahan organik.

Setijono (1996), menyatakan bahwa dengan diproduksinya biomassa baru dan kehilangan lebih lanjut unsur karbon sebagai  $\text{CO}_2$ , maka produk akhir dari dekomposisi adalah berlangsungnya pelapukan bagian-bagian tanaman yang relatif sukar dilapuk oleh jasad mikro utama seperti *Actinomycetes* dan fungi lainnya.

Lebih lanjut Anas (2000) menyatakan bahwa, kadar C dalam bahan organik dapat mencapai  $\pm 48\% - \pm 58\%$  dari berat total bahan organik dalam tanah dan dapat dihitung apabila kadar C organiknya telah diketahui. Apabila bahan organik telah mengalami dekomposisi maka akan dihasilkan sejumlah senyawa karbon  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CH}_4$  dan C (Bertham, 2002 dalam Wahyudi, 2009).



Gambar 3. Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Asam Fulvat *Thitonia* terhadap Perubahan C-organik.

Hasil sederhana dekomposisi bahan organik dari jasad mikro adalah karbon dalam bentuk  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CH}_4$  dan C. Dari senyawa karbon yang sederhana tersebut,  $\text{CO}_2$  yang paling banyak, tetapi karbondioksida ada yang hilang di atmosfer dan sebagian lagi digunakan oleh mikroorganisme (Soepardi, 1990).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Pemberian ekstrak asam humat dan asam fulvat kompos *Thitonia diversifolia* hingga dosis 150 ml/kg tanah selama waktu inkubasi 30 hari berpengaruh nyata dan teruji efektif terhadap perubahan Hg-khelat yang mampu menaikkan Hg-khelat hingga 1,8 - 2,7 kali lipat, pH tanah dan C-Organik pada tanah Entisol tercemar merkuri.

Konsentrasi  $\text{Hg}_{\text{khelat}}$  tanah tanpa pemberian ekstrak asam Humat dan asam Fulvat kompos *Thitonia diversifolia* dosis (0 ml/kg) yaitu 62,2 ppm dan  $\text{Hg}_{\text{khelat}}$  tanah tertinggi 170,64 ppm yang dicapai pada dosis 150 ml/kg, pada konsentrasi pH tanah terendah pada dosis 0 ml/kg yaitu 6,39 dan pH tanah tertinggi pada dosis 150 ml/kg yaitu 7,06. Sedangkan C-organik terendah pada dosis 0 ml/kg (1,82) dan C-organik tertinggi yaitu pada dosis 150 ml/kg (3,10).

### Saran

Perlu penelitian lanjutan mengenai pengaruh pemberian asam humat dan asam fulvat dari ekstrak bahan organik yang lain, untuk melihat kemampuan khelasi Hg pada tanah entisol tercemar merkuri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I., 2000. *Potensi Kompos Sampah Kota untuk Pertanian di Indonesia*. Seminar dan Lokakarya Pengelolaan Sampah Organik untuk Mendukung Program Ketahanan Pangan dan Kelestarian Lahan Pertanian.
- Amir, M., 2013. Status Logam Berat Merkuri (Hg) dalam Tanah pada Areal Pertanian Kawasan Pengolahan Tambang Emas di Kelurahan Poboya. *e-J. Agrotekbis*. 1 (2):127-134.
- Astuti, V., 2014. *Konsentrasi Merkuri (Hg) dalam Tanah dan Jaringan Tanaman Kacang Tanah (Arachis Hypogaea L.) Akibat Pemberian Bokashi Titionia (Titionia Diversifolia) pada Limbah Tailing Tambang Emas Poboya, Kota Palu*. *e-J. Agrotekbis*. 2 (3) : 249-259.
- Buckman, H.O., and Brady N.C., 1982. *The Nature and Properties of Soils*. Terjemahan Soegiman. Ilmu Tanah. Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Darman, S., 2006. *Penurunan Aktivitas Aluminium Monomerik dan Hasil Kedelai Akibat Pemberian Ekstrak Kompos Limbah Tandang Buah Sawit dan Pupuk Fosfat pada Oxic Dystrudepts*. *J. Agroland* 13(2):121-128.
- Hartatik, 2007. *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa. Bandung.
- Hakim, N, Agustian, Hermansah, dan Gusnidar, 2008. *Budidaya dan Pemanfaatan Tithonia (Tithonia diversifolia)*. Presentasi. Universitas Andalas. Padang.
- Isrun, 2015. *Perubahan Merkuri (Hg) Tanah dan Tanaman Akibat Pemberian Kompos Tithonia Diversifolia serta Persebaran di Areal Pengolahan Emas Poboya Kota Palu*. *J. Agroland*. 16 (4) : 281 – 285.
- Minardi, S., 2006. *Peran Asam Humat dan Fulvat dari Bahan Organik dalam Pelepasan P Terjerap pada Andisol*. *J. Agrivita* Vol. 29. No. 1.
- Rahmawati, A., 2011. *Pengaruh Derajat Keasaman terhadap Adsorpsi Logam Kadmium (Ii) dan Timbal (Ii) pada Asam Humat*. *J. Penelitian Sains & Teknologi*. Vol. 12. No. 1 – 14.
- Smith, D., Salt and David E. 1997. *Phytoremediation of Metals : using Plants To remove Pollutants from The Environment*. *Journal Of Phytoremediation*. Springerlink. USA Soil Survey.
- Rara, L.S., 2013. *Pengaruh Pemberian Bokasi Titionia (Titionia Diversifolia) pada Oxic Dystrudepts Lemban Tongoa terhadap Serapan P dan Produksi Bawang Merah (Allium Ascalonicum L.) Varietas Lembah Palu*. *e-J. Agrotekbis*. 1 (1) : 44-53.
- Sanchzet PA. 1992. *Properties and Management of Soil in Topict*. New York: J Wiley.

- Soepardi, G. 1990. *Masalah Lahan yang Tanahnya Berkendala Reaksi Masam*. Makalah Seminar Nasional Plantagama. Fakultas Pertanian Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Stevenson, F.J., 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition and Reaction*. Jhon Willey and Sons. New york. 597 p.
- Setijono, S., 1996. *Intisari Kesuburan Tanah*. Penerbit IKIP Malang. H 62-66.
- Setiabudi B.T, 2005. *Penyebaran Merkuri akibat Usaha Pertambangan Emas di Daerah Sangon, Kabupaten Kulon Progo di Yogyakarta*. Penerbit Kasanius. Yogyakarta.
- Santoso, F. J., 2013. *Evaluasi Kandungan Merkuri pada Beberapa Tanaman Pangan dan Palawijaya Di Sekitar Areal Pengolahan Tambang Emas Di Kelurahan Poboya, Kota Palu*. e-J. Agrotekbis. 2 (2) : 138-145.
- Thaha, A,R., D. Widyayanto dan Warda, 1996. *Evaluasi Kesesuaian Kebun Percontohan Sibalaya untuk Penggunaan Lahan Berkelanjutan*. Lembaga Penelitian Universitas Tadulako. Palu.
- Wahyudi, I., 2007. *Peran Asam Humat dan Fulvat dari Kompos dalam Detokfikasi Aluminium pada Tanah Masam*. J. Buana Sains. Vol. No. 2: 123-130.