

POTENSI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) SEBAGAI BAHAN BAKU PUPUK ORGANIK

Potential of Oil Palm Empty Fruit Bunches and Water Hyacinth (Eichhornia crassipes) As Raw Materials Organic Fertilizer

I Dewa Gede Putra Prabawa

Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru
Jl. P. Batur Barat No.2. Telp. 0511 - 4772461, 4774861 Banjarbaru
E-mail : dewa.pprabawa@gmail.com

Diterima 04 April 2016 direvisi 26 Mei 2016 disetujui 01 Juni 2016

ABSTRAK

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan eceng gondok belum banyak dimanfaatkan, khususnya di Kalimantan Selatan. Kedua bahan tersebut diketahui mengandung unsur makro yang dibutuhkan oleh tanaman. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari potensi tandan kosong kelapa sawit dan eceng gondok sebagai bahan baku pupuk organik. Variabel yang diteliti adalah pengaruh variasi suhu pengabuan (500°C; 750°C; 1000°C) terhadap kandungan unsur hara makro (N-total, P₂O₅, dan K₂O). Karakterisasi awal menunjukkan bahan kering TKKS dan eceng gondok memiliki kandungan unsur hara P₂O₅ dan K₂O yang tinggi, sedangkan kandungan N-total masih tergolong rendah. Perlakuan variasi suhu pengabuan memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan nilai N-total, P₂O₅, dan K₂O. Kandungan N-total tertinggi diperoleh pada pengabuan TKKS dan eceng gondok pada suhu 500°C. Kandungan P₂O₅ tertinggi diperoleh pada pengabuan 750°C untuk eceng gondok dan 1000°C untuk TKKS. Kandungan K₂O tertinggi diperoleh pada pengabuan 500°C untuk eceng gondok dan 750°C untuk TKKS. Abu TKKS dan eceng gondok memiliki potensi yang baik sebagai sumber hara P₂O₅ dan K₂O dalam pembuatan pupuk organik, namun kurang berpotensi sebagai sumber hara nitrogen.

Kata Kunci: tandan kosong kelapa sawit, eceng gondok, bahan baku, pupuk organik

ABSTRACT

Oil palm empty fruit bunches and water hyacinth have not been widely used, especially in South Kalimantan. These materials were known containing macro elements that are needed by plants. This research was conducted to study potential of oil palm empty fruit bunches and water hyacinth as raw material for organic fertilizer. The effect of ashing temperature variations (500°C; 750°C; 1000°C) on the macro nutrients content (N, P₂O₅, and K₂O) have been studied. The result showed that the characterization of empty fruit bunches and water hyacinth have the highest P₂O₅ and K₂O content, whereas the content of nitrogen was still lowest. The treatment of ashing temperature was effect on improve total content of N, P₂O₅ and K₂O. The highest nitrogen contents in empty fruit bunches and water hyacinth obtained on ashing temperature 500°C. The highest P₂O₅ contents in empty fruit bunches obtained on ashing temperature 1000°C and water hyacinth obtained on ashing temperature 750°C. The highest K₂O contents in empty fruit bunches obtained on ashing temperature 750°C and water hyacinth obtained on ashing temperature 500°C. Ash of oil palm empty fruit bunches and water hyacinth was potentially as a source of nutrients P₂O₅ and K₂O for organic fertilizer, but less potential as a source of nitrogen.

Keywords: oil palm empty fruit bunches, water hyacinth, raw material, organic fertilizer

I. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi unggulan perkebunan Kalimantan Selatan, dimana produksi pada tahun 2013 mencapai 1.148.517 Ton (BPS, 2015). Pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak sawit (*Crude Palm Oil*) dan minyak inti sawit (*Palm Kernel Oil*) menghasilkan sisa olahan berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebesar 20-23% dari bahan baku TBS (Hazibuan *et al*, 2012). Menurut Yunindanova *et al* (2013), TKKS mengandung unsur N, P, K dan Mg dan sangat potensial dimanfaatkan sebagai kompos. Analisis kimia terhadap limbah tandan kosong kelapa sawit mengandung kalium (2,4%), namun rendah nitrogen (0,86%) dan fosfor (0,18%) (Yahya *et al*, 2010). Besarnya jumlah hasil sampingan sawit ini tentunya akan menjadi permasalahan dalam industri sawit apabila tidak dapat dimanfaatkan. Saat ini limbah TKKS telah dimanfaatkan sebagai penyubur sawit dengan cara di tumpuk disekitar pohon, seperti yang dilakukan di PTPN XIII Pelaihari. Oleh karenanya perlu diteliti potensi limbah TKKS sebagai alternatif bahan baku pupuk organik.

Potensi bahan lainnya yang akan diteliti sebagai bahan baku pupuk organik adalah eceng gondok. Menurut Ratri *et al* (2007) hasil analisis kimia dari eceng gondok dalam keadaan segar terdiri dari bahan organik sebesar 36,59%, C organik 21,23%, N total 0,28%, P total 0,0011% dan K total 0,016%. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tumbuhan air yang hidup mengapung bebas (*floating plants*). Di Kalimantan Selatan, seperti di daerah Kabupaten Hulu Sungai Utara (Amuntai), Kabupaten Barito Kuala (Marabahan), Kabupaten Banjar (Gambut) dan Kota Banjarmasin merupakan daerah sebagian besar wilayahnya berupa lahan gambut/rawa dan banyak ditumbuhi eceng gondok. Pertumbuhan eceng gondok yang tak terkendali sering menyebabkan permasalahan bagi lingkungan di daerah ini seperti pendangkalan perairan yang menyumbat saluran irigasi dan selokan, memperbesar kehilangan air melalui proses evapotranspirasi, mempersulit

transportasi perairan dan menurunkan hasil perikanan. Di Kalimantan Selatan, eceng gondok saat ini baru dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan anyaman.

Melihat Jumlah ketersediaan yang cukup banyak dari TKKS dan eceng gondok serta belum banyak dimanfaatkan, maka dirasa perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari potensi TKKS dan eceng gondok sebagai pupuk organik.

II. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas tandan kosong kelapa sawit dan eceng gondok. Bahan penunjang digunakan berupa bahan kimia untuk analisis pupuk diantaranya HNO_3 , H_2SO_4 , HCl, HClO_4 , Selenium, indikator phenolftalein, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, As. Askorbat, Amonium molivdovanadat, Standar Potasium 1.000 ppm, Standar Fosfor 1.000 ppm dan aquades. Peralatan yang digunakan antara lain adalah ayakan, peralatan gelas kimia, timbangan, tanur, dan seperangkat alat pengujian pupuk.

2.2 Metode Penelitian

Limbah tandan kosong kelapa sawit dan eceng gondok masing-masing dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikeringkan sinar matahari untuk mengurangi kadar airnya, kemudian dipotong kecil-kecil. Dilakukan penimbangan sebanyak 500 g bahan kering yang telah dipotong-potong, kemudian masing-masing diabukan dalam tanur selama 3 jam dengan variasi suhu pengabuan 500°C , 750°C , 1000°C .

Masing-masing bahan kering dan abu dari TKKS dan eceng gondok dianalisis kandungan total unsur hara makronya yang terdiri dari N-total, P_2O_5 , dan K_2O . Analisis N-total dilakukan dengan metode destilasi, sedangkan K_2O dan P_2O_5 dianalisis dengan metode Oksidasi Basah HNO_3 dan HClO_4 (BPT, 2005). Pengaruh variasi suhu pengabuan terhadap kandungan unsur hara bahan dianalisis menggunakan uji sidik ragam dan analisis Duncan. Kandungan unsur hara yang dianalisis kemudian di bandingkan dengan standar

pupuk organik menurut Permentan No. 70 tahun 2011.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Unsur Hara Bahan Kering

Unsur hara bahan kering TKKS dan eceng gondok yang dianalisis meliputi kandungan unsur hara N-total, P_2O_5 , dan K_2O dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Unsur Hara Bahan Kering

Unsur Hara	TKKS	Eceng Gondok
N-Total (%)	0,18	0,06
P_2O_5 (%)	1,95	3,42
K_2O (%)	29,14	17,73

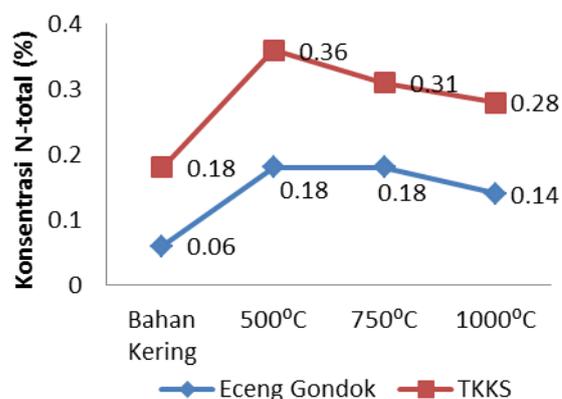
Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa bahan kering TKKS dan eceng gondok memiliki kandungan unsur hara P_2O_5 dan K_2O yang tergolong cukup baik yaitu diatas 1%, sedangkan nilai N-total yang terkandung pada kedua bahan masih tergolong rendah yaitu dibawah 1%. Phospat (P_2O_5) berfungsi sebagai pengangkutan energi hasil metabolisme dalam tanaman, merangsang pembungaan, pembuahan, pertumbuhan akar, pembentukan biji, pembelahan sel tanaman dan memperbesar jaringan sel, sedangkan kalium (K_2O) berfungsi dalam proses fotosintesis, pengangkutan hasil asimilasi, enzim dan mineral termasuk air dalam tumbuhan (Klopper, 1993). Tingginya kandungan kedua unsur hara tersebut dalam bahan keringnya membenarkan potensi kedua bahan tersebut digunakan sebagai pupuk organik.

3.2 Unsur Hara Bahan Berdasarkan Suhu Pengabuan

Pengabuan pada bahan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan eceng gondok dimaksudkan untuk merubah sifat kimia (unsur hara) dan fisik dari bahan. Menurut Bintang dan Lahudin (2007), limbah gergajian kayu yang telah diabukan dapat meningkatkan K dapat ditukar (K^+) dalam tanah Ultisol. Dalam penelitian

lainnya, Ekawati dan Purwanto (2012) menyebutkan abu limbah pertanian berpotensi digunakan sebagai sumber hara dan amandemen tanah. Hal ini menunjukkan bahwa pengabuan terhadap bahan organik berpotensi meningkatkan unsur hara bahan tersebut.

Analisis dilakukan terhadap unsur hara N-total, P_2O_5 , dan K_2O pada setiap variasi pengabuan. Pada Gambar 1 menunjukkan konsentrasi N-total pada eceng gondok berkisar antara 0,06% - 0,18% sedangkan pada TKKS berkisar antara 0,18% - 0,36%. Konsentrasi N-total tertinggi untuk kedua bahan tercapai pada suhu pengabuan $500^\circ C$ yaitu 0,36 % untuk TKKS dan 0,18 % untuk eceng gondok.

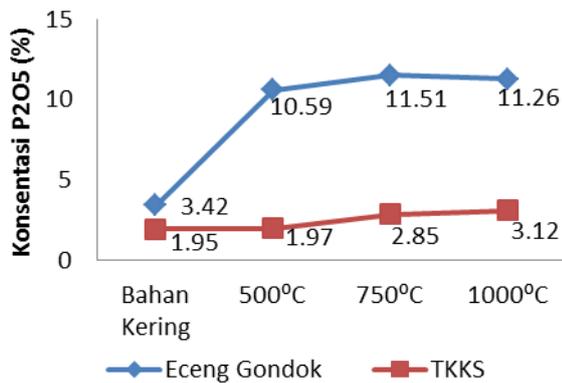


Gambar 1. Pengaruh suhu pengabuan terhadap kadar N-total

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan variasi suhu pengabuan berpengaruh terhadap perubahan konsentrasi N-total pada kedua bahan (Tabel 2). Namun tidak semua perlakuan menyebabkan berbeda nyata. Sebagai contoh dari analisis *Duncan* (Tabel 3), pengabuan eceng gondok pada suhu $500^\circ C$ menghasilkan konsentrasi N-total sebesar 0,18% tidak memberikan perbedaan dengan pengabuan $750^\circ C$ yang menghasilkan konsentrasi N-total yang sama sebesar 0,18%. Dari hasil analisis pada Gambar 1 menunjukkan kandungan unsur hara N-total pada kedua bahan masih tergolong rendah dengan nilai rata-rata dibawah 0,40%. Eceng gondok dan TKKS mengandung protein yang relatif rendah, hal tersebut didukung oleh rendahnya hasil analisis kandungan N-total

bahan kering eceng gondok dan TKKS, dimana kandungannya berturut-turut 0,06% dan 0,18 %. Hasil analisis juga menunjukkan proses pengabuan tidak meningkatkan kandungan N-total dari bahan secara signifikan. Unsur Nitrogen dalam bahan alam sebagian besar terikat dalam bentuk protein sebagai senyawa organik. Proses pengabuan pada suhu tinggi akan menyebabkan hilangnya sebagian besar senyawa organik. Saat protein pada bahan terurai akibat pengabuan pada suhu tinggi, diduga menyebabkan unsur nitrogen juga ikut menguap.

Pada Gambar 2 menunjukkan konsentrasi P_2O_5 pada eceng gondok berkisar antara 3,42% – 11,51% sedangkan pada TKKS berkisar antara 1,95% - 3,12%. Perlakuan pengabuan pada eceng gondok memberikan pengaruh terhadap peningkatan konsentrasi P_2O_5 dibandingkan dengan bahan yang tidak diabukan (bahan kering). Konsentrasi P_2O_5 tertinggi pada bahan eceng gondok tercapai pada suhu pengabuan $500^{\circ}C$ yaitu 10,59% sedangkan pada TKKS pada suhu pengabuan $1000^{\circ}C$ yaitu 3,12%.

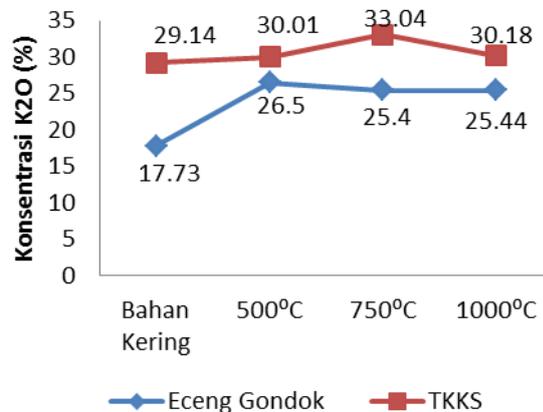


Gambar 2. Pengaruh suhu pengabuan terhadap kadar P_2O_5

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan variasi suhu pengabuan berpengaruh terhadap konsentrasi P_2O_5 (Tabel 2). Berdasarkan analisis *Duncan* (Tabel 3), pada eceng gondok semua perlakuan variasi suhu pengabuan menyebabkan perbedaan nyata terhadap konsentrasi P_2O_5 , namun pada TKKS tidak semua

perlakuan menyebabkan berbeda nyata. Dari analisis *Duncan*, pengabuan TKKS pada suhu $500^{\circ}C$ menghasilkan konsentrasi P_2O_5 sebesar 1,97% tidak memberikan perbedaan dengan konsentrasi P_2O_5 bahan keringnya yaitu sebesar 1,95%.

Pada Gambar 3 menunjukkan konsentrasi K_2O pada eceng gondok berkisar antara 17,73% – 25,44% sedangkan pada TKKS berkisar antara 29,14% - 33,04%. Perlakuan pengabuan pada eceng gondok memberikan pengaruh yang signifikan terhadap meningkatnya konsentrasi K_2O dibandingkan dengan bahan yang tidak diabukan (bahan kering), dimana konsentrasi K_2O tertinggi tercapai pada suhu pengabuan $500^{\circ}C$ yaitu 26,50%. Pada TKKS peningkatan konsentrasi K_2O yang terjadi akibat variasi suhu pengabuan tidak terlalu tinggi, dimana konsentrasi K_2O tertinggi tercapai pada pengabuan $750^{\circ}C$ yaitu 33,04%.



Gambar 3. Pengaruh suhu pengabuan terhadap kadar K_2O

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan variasi suhu pengabuan berpengaruh terhadap konsentrasi K_2O (Tabel 2). Berdasarkan analisis *Duncan* (Tabel 3), pada TKKS semua perlakuan variasi suhu pengabuan menyebabkan perbedaan nyata terhadap konsentrasi K_2O , namun pada eceng gondok tidak semua perlakuan menyebabkan berbeda nyata, pengabuan eceng gondok pada suhu $750^{\circ}C$ menghasilkan konsentrasi K_2O sebesar 25,40% tidak memberikan perbedaan

dengan konsentrasi K_2O pada suhu $1000^\circ C$ yaitu sebesar 25,44%. Kalium (K_2O) mulai terurai pada suhu $63,4^\circ C$, sehingga proses pengabuan dapat membantu meningkatkan ketersediaan kalium dari bahan, hal ini telah sesuai dengan hasil penelitian dimana bahan yang diabukan memiliki kadar kalium lebih tinggi. Pada eceng gondok konsentrasi kalium sedikit mengalami penurunan pada suhu pengabuan di atas $500^\circ C$, sedangkan pada TKKS penurunan mulai terjadi pada suhu pengabuan di atas $750^\circ C$. Hal ini diduga terjadi karena unsur kalium telah mencapai pada titik didihnya yaitu $756^\circ C$, sehingga sebgaiian unsur Kalium dari bahan sudah mulai menguap.

Dari hasil karekteristik unsur hara pada Gambar 1-3 menunjukkan pengabuan TKKS dan eceng gondok dapat meningkatkan kandungan unsur hara dari bahan keringnya. Hal ini terjadi karena proses pengabuan bahan kering akan menguraikan senyawa kimia dari bahan menghasilkan mineral-mineral anorganik yang merupakan unsur hara bagi tanaman seperti P, K, Ca, Mg (Mulyani, 1999). Selain perubahan kimia, proses pengabuan juga mengakibatkan perubahan sifat fisik bahan, dimana ukuran partikelnya menjadi lebih kecil dan daya urai/kelarutan semakin besar sehingga bahan akan mudah melepas unsur haranya saat diaplikasikan sebagai pupuk.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Uji Sidik Ragam Kadar N-total, P_2O_5 , dan K_2O

Bahan Uji	Sumber Keceragaman	Derajat Bebas	F-hitung		
			Kadar Nitrogen	Kadar P_2O_5	Kadar K_2O
Eceng Gondok			140,167*)	2,157**)	6,004*)
TKKS	Suhu Pengabuan	3	45.968*)	1,740*)	2,100**)

Keterangan : *) berpengaruh nyata **) berpengaruh sangat nyata

Tabel 3. Ringkasan Hasil Uji Duncan Kadar N-total, P_2O_5 , dan K_2O

Bahan Uji	Parameter Uji	Satuan	Nilai yang dibandingkan			
			Bahan Kering	Pengabuan $500^\circ C$	Pengabuan $750^\circ C$	Pengabuan $1000^\circ C$
Eceng Gondok	N-total	%	0,0633	0,1800	0,1833	0,1400
	P_2O_5	%	3.4200	10.5900	11.5100	11.2633
	K_2O	%	17.7300	26.5000	25.4000	25.4400
TKKS	N-total	%	0,1833	0,3567	0,3100	0,2833
	P_2O_5	%	1,9500	1.9700	2.8500	3.1200
	K_2O	%	29.1400	30.0100	33.0400	30.1800

Keterangan : —————) tidak berbeda nyata

3.3 Potensi Bahan Baku sebagai Pupuk Organik

Pada Tabel 4 menunjukkan TKKS memiliki kandungan hara makro (N + P₂O₅ + K₂O) berkisar antara 31,27% - 36,20% dan Eceng Gondok berkisar antara 21,21% - 37,27%. Kandungan total unsur hara makro tertinggi pada TKKS diperoleh pada suhu pengabuan 750°C dimana kandungan hara makronya sebesar 36,20%, sedangkan pada eceng gondok kandungan hara makro tertinggi tercapai pada suhu pengabuan 500°C, dimana kandungan hara makronya sebesar 37,27%. Ditinjau dari persyaratan pupuk organik menurut Permentan No. 70 Tahun 2011, menunjukkan kedua bahan memiliki potensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik padat, dimana kandungan total hara makro pada seluruh perlakuan telah memenuhi persyaratan yang ditentukan yaitu minimal 4%.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan abu eceng gondok dan TKKS memiliki kandungan unsur hara kalium (K₂O) yang cukup tinggi. Menurut penelitian sebelumnya (Ekawati dan Purwanto, 2012), abu dapur memiliki potensi sebagai sumber hara dan amandemen tanah, dimana memiliki kandungan unsur hara kalium 3,46%, sementara menurut Aryunis (2009) abu sabut kelapa berpotensi sebagai substitusi pupuk KCl dimana mengandung unsur hara kalium sebesar 10,25%. Jika dibandingkan dengan abu eceng gondok dan TKKS, kandungan unsur hara kalium yang dimiliki secara berturut-turut berkisar antara 25,40% -

26,50% dan 30,01% - 33,04%. Hal ini menunjukkan abu eceng gondok dan TKKS memiliki potensi yang baik sebagai sumber hara kalium dan amandemen tanah.

Potensi fosfor yang dimiliki oleh abu eceng gondok dan TKKS juga tergolong tinggi. Berdasarkan perbandingan hasil penelitian Kiswondo (2011) yang memanfaatkan limbah abu sekam padi dan pupuk ZA yang diaplikasikan pada tanaman tomat menyatakan limbah sekam padi mengandung fosfor 0,2 %, sedangkan abu eceng gondok dan TKKS yang diteliti mengandung fosfor berkisar antara 10,59% - 11,51% dan 1,97% - 3,12% (Gambar 2).

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa kandungan unsur hara N-total pada kedua bahan yang telah mengalami variasi suhu pengabuan berkisar antara 0,06% - 0,18% untuk eceng gondok dan 0,18% - 0,36% untuk TKKS. Nilai N-total ini masih tergolong rendah jika dimanfaatkan sebagai sumber hara pupuk organik, menurut standar pupuk organik kompos (SNI 19-7030-2004) kandungan unsur hara N-total untuk pupuk organik yang baik adalah diatas 0,40%. Untuk meningkatkan kandungan N-total dari kedua bahan, teknik pengomposan dapat menjadi alternatif digunakan pada pengolahan eceng gondok dan TKKS sebagai bahan baku pupuk organik. Menurut Fukumoto *et al* (2003), saat proses pengomposan berlangsung akan terjadi pelepasan nitrogen dalam bentuk NH₃ maupun dalam bentuk N₂O. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya, menurut Sittadewi

Tabel 4. Kandungan Unsur Hara TKKS dan Eceng Gondok Berdasarkan Variasi Suhu Pengabuan.

Bahan Baku	Suhu (°C)	Satuan	Hara Makro (N+ P ₂ O ₅ + K ₂ O)	Standar Mutu
Eceng Gondok	Bahan Kering		21,21	Min. 4
	500	%	37,27	
	750		37,09	
	1000		36,84	
TKKS	Bahan Kering		31,27	Min. 4
	500	%	32,34	
	750		36,20	
	1000		33,58	

(2007) kompos dari eceng gondok memiliki kandungan nitrogen mencapai 1,99 persen, sedangkan menurut Yunindanova *et al* (2013) kompos dari TKKS memiliki kandungan Nitrogen sebesar 1,34%.

IV. KESIMPULAN

Karakteristik bahan kering tandan kosong kelapa sawit dan eceng gondok memiliki kandungan unsur hara N-total, P₂O₅, dan K₂O secara berturut-turut 0,18%; 1,95%; 29,14% dan 0,06%; 3,42%; 17,73%.

Pengabuan TKKS dan eceng gondok berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kandungan hara P₂O₅, dan K₂O sedangkan pada hara N-total peningkatan yang terjadi tidak terlalu signifikan. Kandungan N-total tertinggi diperoleh pada pengabuan TKKS dan eceng gondok pada suhu 500°C. Kandungan P₂O₅ tertinggi diperoleh pada pengabuan 750°C untuk eceng gondok dan 1000°C untuk TKKS. Sedangkan kandungan K₂O tertinggi diperoleh pada pengabuan 500°C untuk eceng gondok dan 750°C untuk TKKS.

Ditinjau dari persyaratan pupuk organik menurut Permentan No, 70 Tahun 2011, menunjukkan kandungan total hara makro (N + P₂O₅ + K₂O) dari limbah TKKS dan eceng gondok yang diabukan berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik. Abu TKKS dan eceng gondok berpotensi sebagai sumber hara P₂O₅ dan K₂O pupuk organik, namun kurang berpotensi sebagai sumber hara nitrogen.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aryunis. 2009. Pengaruh Pemberian Dosis Abu Sabut Kelapa sebagai Substitusi Pupuk KCl terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine maz L. Merril*). *Jurnal Percikan*. (100) : 75-78.
2. Bintang dan Lahudin. 2007. Suplai Hara N. P. K abu serbuk Gergaji pada Tanah Utisol. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Alih Teknologi Spesifik Lokasi Mendukung Revitalisasi Pertanian*. Medan.
3. BPS. 2015. *Kalimantan Selatan Dalam Angka 2014*. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan. Banjarmasin.
4. BPT. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
5. BSN. 2004. SNI 19-7030-2004 *Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
6. Ekawati I dan Purwanto Z. 2012. Potensi Abu Limbah Pertanian sebagai Sumber Alternatif Unsur Hara Kalium. Kalsium. dan Magnesium untuk Menunjang Kelestarian Produksi Tanaman. *Seminar Nasional : Kedaulatan Pangan dan Energi*. Fakultas Pertanian. Universitas Trunojoyo. Madura.
7. Fukumoto, Y. Osada, T, Hanajima, D. and Haga, K. 2003. *Patterns and quantities of NH₃, N₂O and CH₄ emissions during swine manure composting without forced aeration effect of compost pile scale*. *Bioresource Technology*. 89 : 109–114.
8. Hazibuan HZ. Sabrina T. dan Sembiring MB. 2012. Potensi Bakteri Azotobacter Dan Hijauan Mucuna Bracteata Dalam Meningkatkan Hara Nitrogen Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Agroekoteknologi* . 1 (1) : 237-253.
9. Kiswondo S. 2011. Penggunaan Abu Sekam dan Pupuk ZA terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat. *Jurnal Embryo*. 8 (1) : 9-17.
10. Kloepper, J.W. 1993. *Soil Microbiology Ecology, Applications in Agricultural*

- and Environmental Management*. Marcel Dekker, Inc., New York.
11. Maftu'ah E dan Susanti MA. 2009. Komunitas Cacing Tanah pada beberapa Penggunaan Lahan Gambut di Kalimantan Tengah. *Berita Biologi*. 9 (4): 371-378.
 12. Mulyani M S. 1999. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta
 13. Parnata AS. 2010. *Meningkatkan Hasil Panen dengan Pupuk Organik*. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta Selatan.
 14. Permentan. 2011. *PP Mentan No. 70/2011 Pupuk Organik. Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah*. Menteri Pertanian RI. Jakarta.
 15. Ratri, C. W., S. Trisnowati dan A. Wibowo. 2007. Pengaruh Penambahan Bekatul Dan Eceng Gondok Pada Media Tanam Terhadap Hasil Dan Kandungan Protein Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus (Jacq. exFr.) Kummer*). *Jurnal Ilmu Pertanian* (14): 13-24.
 16. Sittadewi E H. 2007. Pengolahan Bahan Organik Eceng Gondok Menjadi Media Tumbuh Untuk Mendukung Pertanian Organik. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 8 (3): 229-234.
 17. Yahya, A., Sye, C.P., Ishola, T.A., Suryanto, H., 2010, *Effect Of Adding Palm Oil Mill Decanter Cake Slurry With Regular Turning Operation On The Composing Process And Quality Of Compost From Oil Palm Empty Fruit Bunches*, *Bioresource Technology* 101: 8736-8741.
 18. Yunindanova MB. Agusta H. dan Asmono D. 2013. Pengaruh Tingkat Kematangan Kompos Tandan Kosong Sawit dan Mulsa Limbah Padat Kelapa Sawit terhadap Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicon Esculentum Mill.*) pada Tanah Ultisol. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*. 10 (2): 91-100.