

## **Analisis Kualitas Formula Pupuk Organik Pelet dari Eceng Gondok dan Tandan Kosong Kelapa Sawit**

### ***Quality Analysis of Organic Fertilizer Pellets Formula from Water Hyacinth and Oil Palm Empty Fruit Bunch***

**I Dewa Gede Putra Prabawa<sup>a,\*</sup>, Nurmilatina<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru  
Jl. Panglima Batur Barat No 2, Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70711, Indonesia

\*Email: dewa.pprabawa@gmail.com

Diterima 05 Juni 2017, Direvisi 22 Juni 2017, Disetujui 11 September 2017

#### **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pupuk organik pelet yang terbuat dari campuran eceng gondok dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang belum banyak dimanfaatkan di Kalimantan Selatan. Variabel penelitian ini adalah formulasi campuran eceng gondok dan TKKS secara berturut-turut 25%:75%, 50%:50%, 75%:25% pada pupuk yang dibuat dengan metode pemanasan bahan pada suhu 350°C, kemudian dilakukan proses pengomposan menggunakan efektif mikroorganisme 4 (EM<sub>4</sub>) dan terakhir dicetak menjadi bentuk pelet. Pengujian unsur hara bahan baku menunjukkan proses pengeringan, pemanasan dan pengomposan mampu meningkatkan kandungan nitrogen dan fosfor. Kandungan nitrogen pada eceng gondok meningkat dari 0,06% menjadi 2,18% sedangkan TKKS dari 0,18% menjadi 2,49%. Kandungan fosfor pada eceng gondok meningkat dari 3,42% menjadi 6,89%, dan pada TKKS meningkat dari 1,95% menjadi 4,70%. Penentuan kualitas pupuk organik pelet terbaik dievaluasi berdasarkan Permentan No. 70-2011 menunjukkan kandungan C-organik, jumlah unsur makro, unsur mikro, kandungan logam berat, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, kadar air, pH, dan bahan ikutan telah memenuhi persyaratan. Kualitas pupuk organik dengan kandungan unsur hara terbaik dihasilkan pada formulasi 50% eceng gondok dan 50% TKKS.

**Kata Kunci:** eceng gondok, pupuk organik pelet, tandan kosong kelapa sawit

#### **ABSTRACT**

*The objective of this research was to analyse organic fertilizer pellets from water hyacinth and oil palm empty fruit bunch (OPEFB) that have not been widely used in South Kalimantan. The variable of the research was the ratio of water hyacinth and OPEFB: 25%:75%, 50%:50%, and 75%:25%. The fertilizer was produced by heating the materials at 350°C, and then composting the materials using effective microorganism 4 (EM<sub>4</sub>), and then mold into pellet shape. The results showed that the drying, heating, and composting process could increase nitrogen and phosphor content. Nitrogen in water hyacinth increased from 0.06% to 2.18%, while its increased from 0.18% to 2.49% in OPEFB. Phosphor in water hyacinth increased from 3.42% to 6.89%, while its increased from 1.95% to 4.70% in OPEFB. The quality of organic fertilizer pellet was evaluated according to Permentan No.70-2011. The result showed that the content of C-organic, macro nutrients, micro nutrients, heavy metals, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, moisture content, pH, and residue met the requirements. The organic fertilizer contained the highest nutrient made from 50 % water hyacinth and 50% OPEFB.*

**Keywords:** organic fertilizer pellets, oil palm empty fruit bunch, water hyacinth

## I. PENDAHULUAN

Penggunaan pupuk organik merupakan salah satu upaya pengurangan penggunaan pupuk buatan secara berlebihan dalam pertanian dan perkebunan. Di Kalimantan Selatan, sebagian besar lahan potensial untuk pertanian dan perkebunan berupa jenis lahan gambut dengan luas 331,6 ribu ha (Wahyono, Sahwan, & Suryanto, 2011). Pengembangan pertanian di lahan gambut terkendala oleh kesuburan tanah yang tergolong rendah dan tanah bersifat sangat asam (Maftu'ah & Susanti 2009). Penggunaan pupuk kimia yang tidak seimbang dan intensitas penanaman yang tinggi dapat dengan cepat merusak kesuburan tanah, oleh karenanya penerapan pertanian menggunakan pupuk organik telah mulai gencar diterapkan. Beberapa bahan baku yang berpotensi digunakan sebagai pupuk organik adalah eceng gondok dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Pemanfaatan eceng gondok dan TKKS juga dapat menjadi alternatif lain dalam usaha mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan yang disebabkan karena kurang termanfaatkannya kedua bahan tersebut.

Provinsi Kalimantan Selatan memiliki banyak sungai dan kawasan lahan basah yang ditumbuhi eceng gondok, seperti aliran Sungai Sipai di Kota Banjarbaru (Nata & Niawati, 2013), daerah rawa di Desa Tungkaran Kota Martapura (Yanuar & Amrullah, 2015), dan daerah Amuntai Kabupaten Hulu Sungai Utara (Norhayati, 2016). Pertumbuhan eceng gondok yang tidak terkendali lebih sering menyebabkan permasalahan bagi lingkungan seperti pendangkalan perairan, penyumbatan saluran irigasi, dan memperbesar kehilangan air melalui proses evapotranspirasi. Eceng gondok memiliki kandungan kimia selulosa (25%), hemiselulosa (35%), dan lignin (10%) (Elwin, Lutfi, & Hendrawan, 2014). Hasil analisis unsur hara dari eceng gondok dalam keadaan segar mengandung bahan organik sebesar 36,59%, C-organik 21,23%, N-total 0,28%, P-total 0,0011%,

dan K-total 0,016% (Ratri, Trisnowati, & Wibowo, 2007).

Bahan lainnya yang digunakan adalah TKKS. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi unggulan perkebunan Kalimantan Selatan. Produksi tandan buah segar pada tahun 2014 mencapai 1.316.220 ton (Badan Pusat Statistik, 2015). Tandan buah segar menghasilkan limbah TKKS sebanyak 23% (Yunindanova, Agusta, & Dwi, 2013). TKKS memiliki kandungan kimia selulosa (35,63%), hemiselulosa (32,10%), lignin (16,38%) dan ekstraktif (3,07%) (Solikhin, Hadi, Massijaya, & Nikmatin, 2016). Menurut Yelianti, Kasli, Kasim, & Husin (2009), abu TKKS dapat dijadikan pupuk dengan kandungan senyawa kalium oksida yang cukup tinggi, yaitu sekitar 35-45% K<sub>2</sub>O atau setara dengan 29-37% unsur kalium.

Tingginya ketersediaan eceng gondok dan TKKS serta unsur hara yang terkandung di dalamnya membuat kedua bahan tersebut memiliki potensi untuk diolah menjadi pupuk organik. Pada penelitian sebelumnya diketahui penambahan limbah ikan pada pengolahan pupuk organik pelet dari abu eceng gondok dan TKKS masih memiliki kandungan C-organik yang rendah yaitu 15,09%, serta kandungan mikroba *E. coli* melebihi syarat mutu yaitu  $>300 \times 10^4$  (Prabawa dan Hamdi, 2016). Proses pengomposan dengan efektif mikroorganisme 4 (EM<sub>4</sub>) diketahui dapat mengoptimalkan dekomposisi unsur hara menjadi sumber senyawa N dan C-organik (Munawaroh, Sutisna, & Pharmawati, 2013) serta menurunkan populasi bakteri patogen seperti *E. coli* (Mukherjee, Speh, & Dyck, 2004).

Salah satu kendala proses dekomposisi lignoselulosa pada bahan organik adalah kandungan lignin yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme saat proses pengomposan (Bugg, Ahmad, Hardiman, & Singh, 2010). Lignoselulosa tersusun atas komponen utama lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Salah satu cara mendegradasi kandungan lignin adalah dengan proses pembakaran tak sempurna (pirolisis) bahan. Degradasi hemiselulosa dan selulosa terjadi pada suhu di antara 180°C dan 350°C,

sementara lignin terdegradasi pada suhu di antara 300°C dan 500°C (Maulina & Putri, 2017).

Berdasarkan uraian tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk membuat dan menganalisis kualitas pupuk organik berbentuk pelet dari campuran eceng gondok dan TKKS. Pengolahan bahan baku pupuk organik pelet dibuat dengan metode pirolisis melalui pemanasan bahan tanpa udara (350°C) dan proses pengomposan yang diharapkan dapat meningkatkan dekomposisi bahan organik menjadi unsur hara.

## II. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan

TKKS dan eceng gondok diambil dari perkebunan PTPN XIII Kebun Danau Salak dan Pelaihari. Bahan dibersihkan dari kotoran yang menempel, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. TKKS dan eceng gondok yang sudah kering dipotong kecil-kecil dengan ukuran lolos saringan 5 mesh. Bahan dimasukkan ke dalam mangkok porselin yang ditutup rapat kemudian dipanaskan dalam *muffle furnace* tipe 6000 selama 1 jam pada suhu 350°C. Bahan selanjutnya dihaluskan kembali dengan *crusher* merek Retxch BB 100 hingga didapat ukuran lolos saringan 16 mesh. Bahan yang sudah dihaluskan diukur kadar air bahan, dan diperoleh kadar air eceng gondok 3,63% dan TKKS 3,84%. Nilai tersebut digunakan sebagai acuan penambahan bioaktivator hingga kadar airnya 30% dari berat bahan. Penambahan bioaktivator untuk eceng gondok 7,26 L untuk setiap 1 kg dan TKKS 6,81 L setiap 1 kg. Selanjutnya setiap bahan baku dilakukan proses pengomposan dengan bioaktivator efektif mikroorganisme 4 (EM4). Bioaktivator yang digunakan dibiakkan dengan ditambah gula pasir sebanyak 1 kg setiap penambahan 10 liter air. Penambahan bioaktivator dilakukan dengan penyemprotan cairan EM<sub>4</sub> secara merata pada permukaan bahan sambil diaduk. Proses dekomposisi dilakukan selama satu bulan dengan melakukan pengendalian setiap minggu

pada suhu (40-45°C) dan kadar air (30%) (Nisa, 2016).

## 2.2 Metode

### 2.2.1 Pengujian Unsur Hara Bahan Baku

Eceng gondok dan TKKS hasil pengeringan, pemanasan, dan pengomposan masing-masing dianalisis kandungan hara nitrogen, fosfor (sebagai P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), dan kalium (sebagai K<sub>2</sub>O). Analisis nitrogen dilakukan dengan metode *kjeldahl* menggunakan larutan pendestruksi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan ditetapkan menggunakan HCl. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dianalisis dengan pengabuan basah (HNO<sub>3</sub>+HClO<sub>4</sub>, *molibdovanadat*) diukur dengan spektrofotometer Shimadzu UV-1800 pada panjang gelombang 693 nm. K<sub>2</sub>O dianalisis dengan metode pengabuan basah (HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub>) yang diukur dengan *atomic adsorption spectroscopy* (AAS) Shimadzu AA-7000.

### 2.2.2. Pembuatan Pupuk Organik Pelet

Percobaan dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Variabel penelitian adalah formulasi campuran kompos eceng gondok dan TKKS dalam pupuk pelet (A1, A2, A3). Eceng gondok dan TKKS yang telah melalui pengomposan dicampur dan ditambahkan tapioka 5% (b/b) sebagai perekat. Campuran dimasukkan dalam cetakan pelet dan dicetak pada suhu 90°C dengan alat kempa hidrolis pada tekanan



Gambar 1. Pupuk Organik Pelet dari Kompos Eceng Gondok dan TKKS.

66,36 kg/cm<sup>2</sup> selama 10 menit. Variasi konsentrasi campuran bahan (b/b) adalah (A1) 25% eceng gondok + 75% TKKS, (A2) 50% eceng gondok + 50% TKKS, (A3) 75% eceng gondok + 25% TKKS. Pupuk pelet yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

### 2.2.3. Analisis Kualitas Pupuk Organik Pelet

Pupuk dianalisis kualitasnya berdasarkan syarat mutu Permentan No. 70 tahun 2011. Adapun pengujian yang dilakukan meliputi analisis unsur hara makro (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, C-organik), unsur hara mikro (Fe, Mn, Zn), logam berat (As, Hg, Pb, Cd), mikroba kontaminan (*E. coli* dan *Salmonella sp.*), rasio C/N, pH, kadar air, dan bahan ikutan.

Analisis nitrogen dilakukan dengan metode *kjeldahl* menggunakan larutan pendestruksi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan ditetapkan menggunakan HCl. Analisis C-organik dengan metode spektrofotometri melalui oksidasi basah dengan asam kromat. Unsur hara mikro, K<sub>2</sub>O dan logam berat dianalisis dengan metode pengabuan basah (HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub>) yang diukur dengan AAS Shimadzu AA-7000. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dianalisis dengan pengabuan basah (HNO<sub>3</sub>+HClO<sub>4</sub>, *molibdovanadat*) diukur dengan spektrofotometer Shimadzu UV-1800 pada panjang gelombang 693 nm. Mikroba *E. coli* diuji dengan metode *plate count*, *Salmonella sp.* diuji secara kualitatif dengan media agar selektif, pH diuji dengan metode elektrometri (pH meter), kadar air dengan metode pengeringan dalam oven 105°C, dan bahan ikutan dianalisis dengan metode pengayakan. Hasil analisis dari setiap pupuk dibandingkan dengan syarat mutu dan ditentukan komposisi optimum yang menghasilkan kualitas pupuk terbaik.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

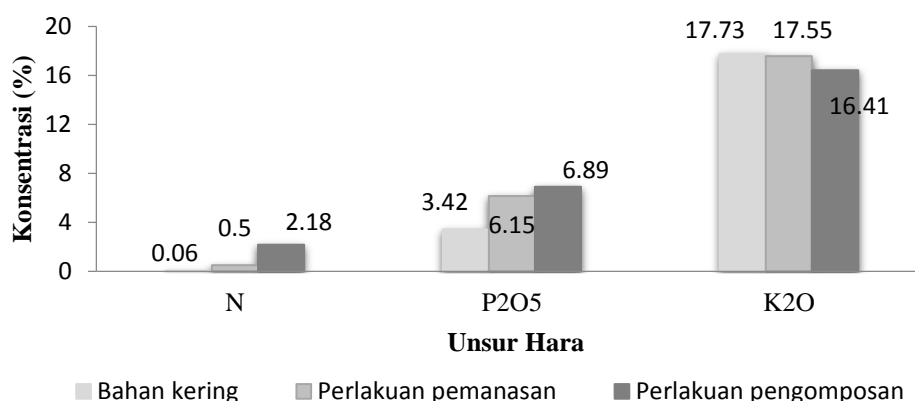
### 3.1 Unsur Hara Bahan Baku

Pengujian unsur hara dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap perubahan unsur hara dari bahan kering, bahan hasil pemanasan (350°C) dan bahan hasil pengomposan. Pengujian yang

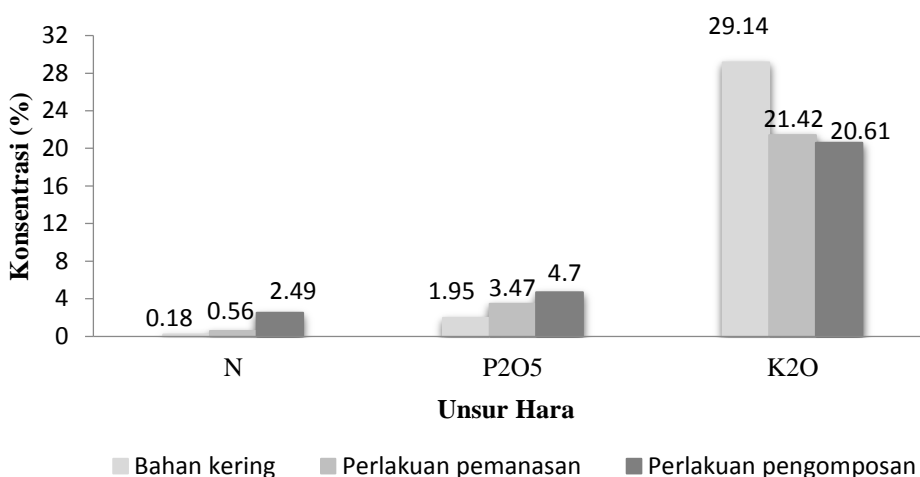
dilakukan meliputi unsur hara makro, yaitu nitrogen diukur sebagai N-total, fosfor diukur sebagai senyawa P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan kalium diukur sebagai senyawa K<sub>2</sub>O. Karakteristik unsur hara TKKS dan eceng gondok pada bahan kering telah dianalisis pada penelitian sebelumnya. Hasil analisis bahan kering menunjukkan eceng gondok dan TKKS memiliki kandungan N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O secara berturut-turut 0,06%, 3,42%, 17,73% dan 0,18%, 1,95%, 29,14% (Prabawa, 2016). Hasil analisis lengkap unsur hara eceng gondok dan TKKS pada setiap perlakuan disajikan pada Gambar 2 dan 3.

Hasil analisis pada Gambar 2 menunjukkan proses pemanasan dan pengomposan eceng gondok menggunakan EM<sub>4</sub> mampu meningkatkan kandungan akhir nitrogen dari 0,06% menjadi 2,18% dan fosfor dari 3,42% menjadi 6,89%. Hasil berbeda ditunjukkan pada kandungan akhir kalium yang mengalami sedikit penurunan dari 17,73% menjadi 16,41%. Hasil analisis pada Gambar 3 menunjukkan proses pemanasan dan pengomposan TKKS menggunakan EM<sub>4</sub> mampu meningkatkan kandungan akhir nitrogen dari 0,18% menjadi 2,49% dan fosfor dari 1,95% menjadi 4,70%, sedangkan kandungan akhir kalium mengalami penurunan dari 29,14% menjadi 20,61%.

Hasil pengujian unsur hara bahan baku (Gambar 2 dan 3) menunjukkan kandungan kalium pada eceng gondok dan TKKS setelah pengomposan memiliki kecenderungan penurunan nilai dibandingkan dengan bahan kering dan perlakuan pemanasan 350°C. Hal ini diduga karena pembentukan asam organik yang dapat meningkatkan ketersediaan kalium (K<sup>+</sup>) saat proses pengomposan tidak terjadi secara optimal akibat kurangnya bioaktivator yang digunakan (Munawaroh *et al.*, 2013). Hasil pengujian (Gambar 2 dan 3) menunjukkan kalium merupakan kandungan senyawa tertinggi dari eceng gondok dan TKKS, sehingga ketersediaan asam organik hasil aktivitas mikroorganisme EM<sub>4</sub> yang diperlukan untuk mengurai senyawa organik kalium menjadi K<sup>+</sup> akan semakin tinggi dibandingkan untuk



Gambar 2. Kandungan Unsur Hara Eceng Gondok



Gambar 3. Kandungan Unsur Hara TKKS

mengurai senyawa nitrogen dan fosfor.

Peningkatan kandungan nitrogen dan fosfor terjadi pada bahan setelah melalui proses pemanasan dan pengomposan (Gambar 2 dan 3). Kandungan akhir nitrogen yang dihasilkan juga memiliki nilai lebih baik dari penelitian terdahulu yang menggunakan perlakuan pengabuan (500°C - 1000°C) terhadap bahan yang sama, kandungan unsur hara nitrogen eceng gondok dan TKKS yang dihasilkan berkisar antara 0,14%-0,18% dan 0,28%-0,36% (Prabawa & Hamdi, 2016). Menurut Maulina & Putri (2017) proses pemanasan akan mendegradasi senyawa lignin bahan organik pada suhu antara 300°C dan 500°C, terurainya senyawa lignin akan mempercepat mikroorganisme dalam

melakukan perombakan senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana selama proses pengomposan (Munawaroh et al., 2013) seperti sumber fosfor ( $PO_4^{3-}$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $H_2PO_4^-$ ) dan nitrogen ( $NH_3$ ,  $N_2O$ ) (Fukumoto et al, 2003). Sumber nitrogen yang terbentuk selama proses pengomposan terjadi melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi bahan organik oleh mikroorganisme yang terdapat dalam bioaktivator EM<sub>4</sub> sehingga dapat meningkatkan kandungan nitrogen. Mikroorganisme yang terdapat dalam EM<sub>4</sub> adalah *Lactobacillus sp.*, *Saccharomyces sp.*, *Actinomyces sp.*, serta cendawan pengurai selulosa, mikroorganisme tersebut berfungsi dalam menjaga keseimbangan karbon dan nitrogen dalam

Tabel 1. Hasil Pengujian Kandungan Unsur Hara Makro

Parameter	Satuan	Standar Permentan No. 70 Th. 2011	Formula pupuk organik pelet		
			A1	A2	A3
N	%	-	2,10 ± 0,10	2,28 ± 0,17	2,15 ± 0,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	-	4,68 ± 0,16	5,31 ± 0,11	6,03 ± 0,13
K <sub>2</sub> O	%	-	19,30 ± 0,13	18,71 ± 0,21	17,63 ± 0,15
(N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O)	%	Min 4	26,08 ± 0,07	26,30 ± 0,07	25,81 ± 0,08
C-Organik	%	Min 15	22,17 ± 0,20	20,27 ± 0,12	19,16 ± 0, 22

Keterangan: A1 (25% eceng gondok : 75% TKKS), A2 (50% eceng gondok : 50% TKKS), A3 (75% eceng gondok : 25% TKKS)

Tabel 2. Hasil Analisis ANOVA Kandungan N+P2O5+K2O

Sumber	Jumlah kuadrat	df	Kuadrat tengah	F	Sig.
Antara kelompok	0.361	2	0.181	33.463	0.001
Dalam kelompok	0.032	6	0.005		
Total	0.394	8			

Keterangan: Sig. 0,001 (<0,05) terdapat pengaruh perbedaan formulasi bahan terhadap kandungan N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O pada pupuk organik.

Tabel 3. Hasil Uji Beda Nyata Nilai Tengah Kandungan N+P2O5+K2O

	Formulasi bahan	N	<i>alpha</i> = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD <sup>a</sup>	A3	3	25.8100		
	A1	3	26.0800		
	A2	3	26.3000		
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Keterangan: Uji homogenitas menunjukkan ketiga formula memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kandungan N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O pada pupuk organik.

pembuatan kompos (Djuarnani *et al*, 2005). Sedangkan pada pengabuan (500°-1000°C) tidak terjadi proses nitrifikasi dan denitrifikasi oleh mikroorganismes, proses pengabuan hanya akan menghasilkan mineral anorganik seperti P, K, Ca, Mg (Mulyani, 1999).

### 3.2 Kualitas Pupuk Organik Pelet

#### 3.2.1 Kandungan unsur hara makro

Kandungan unsur hara makro pada ketiga formula pupuk diuji kemudian dibandingkan menurut standar mutu Permentan No. 70 Tahun 2011. Unsur hara makro merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang banyak, unsur hara makro yang

dianalisis adalah jumlah N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O dan C-organik dari pupuk organik pelet yang disajikan pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 menunjukkan kualitas formulasi pupuk organik pelet yang dibuat memiliki kandungan N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O berkisar antara 25,81–26,30%. Kandungan total unsur hara makro dari ketiga formulasi pupuk organik yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan minimum yaitu 4%. Hasil analisis statistik ANOVA (Tabel 2) dan uji beda nyata nilai tengah (Tabel 3) kandungan unsur hara makro menunjukkan bahwa formulasi campuran bahan baku interaksinya memberikan pengaruh terhadap perubahan kandungan N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O pada pupuk organik yang dibuat.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kandungan Logam Berat

Parameter	Satuan	Standar Permentan No. 70 Th. 2011	Formula pupuk organik pelet		
			A1	A2	A3
As	ppm	Maks. 10	0,078 ± 0,008	0,110 ± 0,020	0,184 ± ± 0,005
Hg	ppm	Maks. 1	0,059 ± 0,007	0,125 ± 0,011	0,119 ± 0,011
Pb	ppm	Maks. 50	12,400 ± 1,035	17,634 ± 1,535	17,509 ± 0,554
Cd	ppm	Maks. 2	0,044 ± 0,009	0,042 ± 0,006	0,144 ± 0,011

Keterangan: A1 (25% eceng gondok : 75% TKKS), A2 (50% eceng gondok : 50% TKKS), A3 (75% eceng gondok : 25% TKKS)

Kandungan C-organik pada semua formulasi berkisar antara 19,16-22,17%, nilai ini telah memenuhi persyaratan kandungan minimal yang ditetapkan yaitu 15%. Tabel 1 menunjukkan kecenderungan peningkatan C-organik pupuk terjadi sebanding dengan semakin banyaknya jumlah TKKS dalam komposisi pupuk. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahan kering TKKS memiliki kandungan C-organik lebih tinggi yaitu sekitar 34% (Yelianti *et al.*, 2009) dibandingkan dengan eceng gondok sekitar 21,23% (Aini & Kuswytasari, 2013).

### 3.2.2 Kandungan logam berat

Logam berat merupakan unsur yang tidak diperlukan oleh tumbuhan karena kehadirannya dapat menyebabkan kerusakan pada tanah dan tanaman (Handayani & Etik, 2008). Kandungan logam berat yang dianalisis adalah As, Hg, Pb, dan Cd yang disajikan pada Tabel 4. Hasil evaluasi kandungan logam berat menunjukkan seluruh formulasi pupuk yang dihasilkan telah memenuhi syarat mutu logam berat maksimal yang diperbolehkan menurut standar Permentan No. 70 Tahun 2011. Tabel 4 menunjukkan kecenderungan peningkatan jumlah kandungan logam berat terjadi pada formula A2 dan A3, hal ini berbanding lurus dengan semakin banyaknya jumlah eceng gondok dalam komposisi pupuk tersebut. Peningkatan kandungan logam berat berkaitan dengan tingkat toksisitas pupuk dalam tanah karena logam berat sulit didegradasi oleh mikroorganisme (Handayani & Etik, 2008).

Menurut Hayati (2010) bahan dasar pupuk dari sisa tanaman secara alami mengandung sedikit unsur logam berat. Unsur logam berat yang terkandung pada

pupuk diduga sebagian besar berasal dari eceng gondok. Bahan eceng gondok yang digunakan pada penelitian ini diambil dari kolam pengolahan air limbah PTPN XIII Kebun Danau Salak. Menurut Santoso, Mahreda, Shadiq, & Biyatmoko (2014) eceng gondok diketahui mampu menyerap logam berat yang terlarut dalam badan air, hal tersebut yang menyebabkan terjadinya perpindahan logam berat dari badan air ke tumbuhan eceng gondok. Oleh sebab itu, penggunaan eceng gondok yang berasal dari kolam pengolahan limbah (IPAL) dan saluran selokan tidak disarankan untuk pengolahan pupuk organik kedepannya, agar dapat meminimalisir cemaran logam berat pada pupuk. Eceng gondok atau bahan organik lainnya dapat digunakan sebagai bahan baku pupuk organik selama kandungan logam berat yang dihasilkan masih memenuhi standar mutu Permentan No. 70 Tahun 2011.

### 3.2.3 Kandungan unsur hara mikro

Unsur hara mikro merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang sedikit. Jika kebutuhan unsur tersebut tidak terpenuhi maka akan menghambat proses metabolisme tumbuhan sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan (Syafika, Rachmiati, & Karyudi, 2014). Unsur hara mikro yang dianalisis meliputi kandungan logam Fe, Mn, dan Zn yang disajikan pada Tabel 5.

Hasil analisis menunjukkan semua formulasi pupuk organik pelet yang dibuat memiliki kandungan unsur hara mikro Fe, Mn, dan Zn yang telah memenuhi standar Permentan No. 70 Tahun 2011. Ketersediaan unsur hara mikro dalam pupuk dapat membantu metabolisme tanaman berjalan dengan baik, namun



Tabel 5. Hasil Pengujian Kandungan Unsur Hara Mikro

Parameter	Satuan	Standar Permentan No. 70 Th. 2011	Formula pupuk organik pelet		
			A1	A2	A3
Fe total	ppm	Maks. 9000	3690 ± 14	3573 ± 16	3750 ± 19
Mn	ppm	Maks. 5000	1206 ± 12	1309 ± 9	1507 ± 11
Zn	ppm	Maks. 5000	198 ± 8	172 ± 6	151 ± 6

Keterangan: A1 (25% eceng gondok : 75% TKKS), A2 (50% eceng gondok : 50% TKKS), A3 (75% eceng gondok : 25% TKKS)

Tabel 6. Hasil Pengujian Mikroba Kontaminan

Parameter	Satuan	Standar Permentan No. 70 Th. 2011	Formula pupuk organik pelet		
			A1	A2	A3
<i>E. coli</i>	(MPN/g)	Maks 10 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>1</sup> ± 0	4 x 10 <sup>1</sup> ± 0	9,3 x 10 <sup>1</sup> ± 0,6 x 10 <sup>1</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	(MPN/g)	Maks 10 <sup>2</sup>	Negatif	Negatif	Negatif

Keterangan: A1 (25% eceng gondok : 75% TKKS), A2 (50% eceng gondok : 50% TKKS), A3 (75% eceng gondok : 25% TKKS)

kandungannya yang melebihi standard dapat bersifat racun bagi tanaman (Sudarmi, 2013). Unsur besi (Fe) pada tanaman berperan dalam sintesis klorofil, sebagai katalis dalam proses fotosintesis, respirasi, dan mereduksi sulfat serta nitrat. Mangan (Mn) berfungsi sebagai katalis berbagai macam proses fisiologi tanaman dan reaksi enzimatik. Seng (Zn) membantu mensintesis asam amino triptofan yang merupakan prekursor bagi hormon pertumbuhan auksin (Syafika et al., 2014).

### 3.2.4 Kandungan mikroba kontaminan

Mikroba kontaminan yang dianalisis adalah *E. coli* dan *Salmonella sp.* sesuai dengan persyaratan Permentan No.70 tahun 2011. Berdasarkan hasil pengujian mikroba kontaminan (Tabel 6), kandungan mikroba *E. coli* dan *Salmonella sp.* pada semua formulasi pupuk yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan mutu yang ditentukan. Kandungan mikroba kontaminan yang dihasilkan menunjukkan nilai yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Pengolahan pupuk organik pelet pada penelitian sebelumnya memiliki kandungan mikroba *E. coli* melewati standar mutu yang ditentukan yaitu berkisar antara 9,5x10<sup>3</sup> - 2x10<sup>6</sup> MPN/g (Prabawa & Hamdi, 2016). Penurunan kandungan mikroba diduga disebabkan karena berkurangnya sumber makanan pada pupuk yang telah terdekomposisi bahan organiknya oleh mikroorganisme

dekomposer saat proses pengomposan (Prakoso, Widiastuti, Suharyanto, & Siswanto, 2014). Beberapa penelitian sebelumnya juga menyatakan bahwa proses pengomposan dapat menurunkan populasi bakteri patogen seperti *Salmonella sp.* dan *E.coli*, proses ini dipengaruhi oleh waktu dan temperatur pengomposan (Mukherjee et al., 2004).

Sumber utama mikroba *Salmonella sp.* dan *E. coli* berasal dari kontaminasi feces yang terpapar pada lingkungan sekitar (Mukherjee et al., 2004). Mikroba tersebut dapat berkembang pada pupuk karena tersedianya sumber makanan berupa bahan organik yang belum terdekomposisi secara sempurna oleh mikroorganisme dekomposer.

### 3.2.5 Kandungan C/N, pH, kadar air dan bahan ikutan

Tabel 7 menunjukkan rasio C/N pupuk organik yang dihasilkan berkisar antara 8,89–10,56. Nilai ini masih berada di bawah persyaratan yang ditentukan yaitu antara 15-25. Rasio C/N berkaitan dengan tingkat kematangan pupuk, belum terpenuhinya nilai rasio C/N menunjukkan proses pengomposan pada pupuk belum berlangsung optimal, sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan agar mengontrol nilai C/N sebagai indikator tingkat kematangan pupuk selama proses pengomposan.



Tabel 7. Hasil Pengujian Rasio C/N, pH, Kadar Air dan Bahan Ikutan

Parameter	Satuan	Standar Permentan No. 70 Th. 2011	Formula pupuk organik pelet		
			A1	A2	A3
Rasio C/N	-	15-25	10,56 ± 0,10	8,89 ± 0,06	8,91 ± 0,11
Kadar Air	%	8-20	11,71 ± 0,22	12,59 ± 0,09	12,88 ± 0,09
pH	-	4-9	7,81 ± 0,14	7,40 ± 0,16	7,55 ± 0,15
Bahan Ikutan	%	Maks 2	1,12 ± 0,06	1,11 ± 0,05	1,15 ± 0,08

Keterangan: A1 (25% eceng gondok : 75% TKKS), A2 (50% eceng gondok : 50% TKKS), A3 (75% eceng gondok : 25% TKKS)

Tabel 8. Kualitas Pupuk Organik Pelet Terbaik

No.	Parameter	Satuan	Standar Permentan No. 70 Th. 2011	Pupuk A2
1.	C-Organik	%	Min 15	20,27
2.	Rasio C/N		15-25	8,89
3.	Bahan ikutan (plastik, kaca, kerikil)	%	Maks 2	1,11
4.	Kadar air (atas dasar berat basah)	%	8-20	12,59
5.	Logam berat :			
	- As	ppm	Maks 10	0,110
	- Hg	ppm	Mak 1	0,125
	- Pb	ppm	Maks 50	17,634
	- Cd	ppm	Maks 2	0,042
6.	pH	-	4-9	7,40
7.	Hara Makro (N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +K <sub>2</sub> O)	%	Min 4	26,30
8.	Mikroba kontaminan			
	- <i>E. coli</i>	MPN/g	Maks 10 <sup>2</sup>	4 x 10 <sup>1</sup>
	- <i>Salmonella sp</i>	MPN/g	Maks 10 <sup>2</sup>	Negatif
9.	Hara mikro :			
	- Fe	ppm	Maks 9000	3573,1
	- Mn	ppm	Maks 5000	1308,3
	- Zn	ppm	Maks 5000	171,7

Analisis terhadap kadar air, pH dan bahan ikutan (Tabel 7) menunjukkan semua pupuk yang dihasilkan telah memenuhi nilai standar mutu. Kadar air yang terkandung dalam pupuk organik yang dihasilkan berkisar antara 11,71-12,88%, pH yang dihasilkan berkisar antara 7,40–7,81 dan kandungan bahan ikutan berkisar antara 1,11-1,15%.

### 3.2.6 Komposisi optimum pupuk organik pelet

Komposisi optimum ditinjau dari kandungan unsur utama pupuk (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) dan terpenuhinya syarat mutu untuk parameter lainnya yang dibandingkan dengan standard Permentan No. 70 tahun 2011. Komposisi optimum dihasilkan pada

pupuk organik A2, dengan komposisi bahan 50% eceng gondok + 50% TKKS. Pada pengolahan pupuk organik A2 bahan TKKS dan eceng gondok melalui proses awal pemanasan pada suhu 350°C dan pengomposan yang dilanjutkan dengan pembuatan pupuk menjadi bentuk pelet. Kualitas pupuk yang dihasilkan disajikan pada Tabel 8, data tersebut menunjukkan pupuk dengan komposisi A2 memiliki kandungan total hara makro yang tergolong tinggi yaitu 26,30%. Kandungan dari setiap unsur hara makro pada pupuk organik A2 yaitu 2,28% N, 5,31% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan 18,71% K<sub>2</sub>O.

Hasil penelitian menunjukkan proses pemanasan (350°C) dan pengomposan pada pengolahan pupuk organik pelet dari

Tabel 9. Perbandingan Unsur Hara N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, dan C-organik Pupuk Pelet Eceng Gondok dan TKKS dengan Beberapa Penelitian Sebelumnya

Parameter	Satuan	Pupuk/Media Tumbuh Organik			
		Pupuk pelet eceng gondok & TKKS	Pupuk pelet limbah ikan, eceng gondok & TKKS <sup>a</sup>	Pupuk kompos TKKS <sup>b</sup>	Media tumbuh dari eceng gondok <sup>c</sup>
N	%	2,28	2,08	2,03	1,99
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	5,31	3,67	2,91	1,65
K <sub>2</sub> O	%	18,71	15,65	12,22	2,70
C-organik	%	20,27	15,09	27,77	19,98

Sumber: a: Prabawa dan Hamdi (2016), b: Yelianti *et al* (2009), c : Sittadewi (2007)

eceng gondok dan TKKS mampu menghasilkan pupuk pelet dengan kualitas lebih baik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan metode pengabuan pada bahan yang sama disertai penambahan limbah ikan kering (Prabawa dan Hamdi, 2018). Peningkatan kualitas pupuk terjadi pada unsur hara N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, C-organik, rasio C/N, dan menurunnya kandungan mikroba *E. coli*. Proses pengomposan menyebabkan bahan-bahan organik kompleks terdekomposisi secara biologis menjadi materi organik yang lebih sederhana dengan bantuan mikroorganisme (Sahwan, 2010). Proses inilah yang diduga menyebabkan meningkatnya ketersediaan unsur hara dari pupuk. Selain peningkatan unsur hara, proses pengomposan juga menyebabkan menurunnya kandungan *E. coli* pada pupuk dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu. Menurut Prakoso *et al* (2014) terjadinya kompetisi antara mikroorganisme dekomposer dan mikroba kontaminan dalam merombak bahan organik menjadi penyebab terhambatnya jumlah pertumbuhan bakteri kontaminan pada pupuk.

Penggunaan eceng gondok dan TKKS sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik juga telah dilaporkan pada beberapa penelitian sebelumnya. Yelianti *et al* (2009) melaporkan proses pengomposan bahan organik TKKS dengan dekomposer cacing tanah, dan Sittadewi (2007) melaporkan pembuatan media tumbuh dari bahan eceng gondok dengan campuran gambut dan kotoran ayam melalui teknologi pengomposan. Perbandingan unsur hara N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O,

dan C-organik yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 9.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengolahan pupuk organik pelet dari eceng gondok dan TKKS dengan perlakuan awal pemanasan bahan pada suhu 350°C dilanjutkan dengan pengomposan mampu meningkatkan kualitas pupuk organik pelet. Kualitas pupuk ditinjau dari persyaratan Permentan No. 70 tahun 2011 menunjukkan kandungan unsur makro, unsur mikro, *E. coli*, *Salmonella sp.*, pH, kadar air dan bahan ikutan telah memenuhi persyaratan, sedangkan nilai rasio C/N belum memenuhi standar mutu. Komposisi optimum diperoleh pada formulasi campuran bahan 50% eceng gondok dan 50% TKKS.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengoptimalkan unsur hara pupuk dengan mengontrol rasio C/N selama proses pengomposan sebagai indikator kematangan pupuk organik sebelum dicetak menjadi pelet. Selain itu, perlu diteliti lebih lanjut pengaruh pengomposan terhadap penurunan mikroba kontaminan *Salmonella sp.* dan *E. coli* pada pupuk organik.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru yang telah mendanai penelitian, PTPN XIII Kebun Danau Salak dan Pelaihari yang membantu penyediaan bahan baku. Penulis juga mengucapkan

terima kasih kepada Bapak Saibatul Hamdi yang telah memberi ide, masukan, dan bimbingan dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, F., & Kuswyasari, N. (2013). Pengaruh Penambahan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(1), E116–E120.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Kalimantan Selatan dalam Angka 2014*. Banjarmasin, Indonesia: Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan.
- Bugg, T., Ahmad, M., Hardiman, E., & Singh, R. (2010). The Emerging Role for Bacteria in Lignin Degradation and Bio-product Formation. *Journal Current Opinion Biotechnol*, 22, 1–7.
- Elwin, Lutfi, M., & Hendrawan, Y. (2014). Analisis Pengaruh Waktu Pretreatment dan Konsentrasi NaOH terhadap Kandungan Selulosa, Lignin dan Hemiselulosa Eceng Gondok Pada Proses Pretreatment Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 2(2), 110–116.
- Handayani, & Etik, P. (2008). Pengaruh Sumber Air Penyiraman dan Frekuensi Penyemprotan Insektisida terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Timbal (Pb) pada Tanaman Selada. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 10(2), 66–71.
- Hayati, E. (2010). Pengaruh Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Kandungan Logam Berat dalam Tanah dan Jaringan Tanaman Selada. *Jurnal Floratek*, 5, 113–123.
- Maftu'ah, E., & Susanti, M. (2009). Komunitas Cacing Tanah pada Beberapa Pengguna Lahan Gambut di Kalimantan Tengah. *Berita Biologi*, 9(4), 371–378.
- Maulina, S., & Putri, F. (2017). Pengaruh Suhu, Waktu, dan Kadar Air Bahan Baku terhadap Pirolisis Serbuk Pelepeh Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(2), 35–40.
- Mukherjee, A., Speh, D., & Dyck, E. (2004). Preharvest Evaluation of Coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Escherichia coli* O157 : H7 in Organic and. *Journal of Food Protection*, 67(5), 894–900.
- Munawaroh, U., Sutisna, M., & Pharmawati, K. (2013). Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu serta Pemanfaatannya. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, 1(2), 1–12.
- Nata, I. F., & Niawati, H. (2013). Pemanfaatan Serat Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas: Isolasi dan Karakterisasi. *Jurnal Konversi*, 2(2), 9–16.
- Nisa, K. (2016). *Memproduksi Kompos dan Mikroorganisme Lokal (MOL)*. (N. Aisyah, Ed.) (I). Jakarta Timur: Bibit Publisher.
- Norhayati. (2016). *Manajemen Usaha Kerajinan Eceng Gondok di Kota Amuntai (Studi Kasus pada KUB Kembang Ilung Desa Banyu Hiram) (Skripsi)*. Institut Agama Islam Negeri Antasari.
- Permentan. (2011). *PP Mentan No. 70/2011-Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah*. Jakarta, Indonesia: Menteri Pertanian RI.
- Prabawa, I. (2016). Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) sebagai Bahan Baku Pupuk Organik. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 8(1), 9–16.  
<http://doi.org/http://dx.doi.org/10.24111/jrihh.v8i1.2063>
- Prabawa, I., & Hamdi, S. (2016). Pengolahan Pupuk Organik Pelet dari Campuran Limbah Ikan, Tandan Kosong Kelapa Sawit, dan Eceng Gondok. In Firmansyah & O. Tahi

- (Eds.), *Workshop Hasil Litbang Unggulan Kementerian Perindustrian* (pp. 141–150). Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Industri dan Kekayaan Intelektual.
- Prakoso, H. T., Widiastuti, H., Suharyanto, & Siswanto. (2014). Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Ligninolitik serta Aplikasinya untuk Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Menara Perkebunan*, 82(1), 15–24.
- Ratri, C. W., Trisnowati, S., & Wibowo, A. (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(1), 13–24.
- Sahwan, F. L. (2010). Proses Pengomposan Sampah Kota Tanpa Pemilahan Awal. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 11(1), 79–85.
- Santoso, U., Mahreda, E. S., Shadiq, F., & Biyatmoko, D. (2014). Pengolahan Limbah Cair Sasirangan melalui Kombinasi Metode Filtrasi dan Fitoremediasi Sistem Lahan Basah Buatan Menggunakan Tumbuhan Air yang Berbeda. *Enviro Scienteeae*, 10, 157–170.
- Sittadewi, E. H. (2007). Pengolahan Bahan Organik Eceng Gondok menjadi Media Tumbuh untuk Mendukung Pertanian Organik. *Teknologi Lingkungan*, 8(3), 229–234.
- Solikhin, A., Hadi, Y., Massijaya, M., & Nikmatin, S. (2016). Basic Properties of Oven – Heat Treated Oil Palm Empty Fruit Bunch Stalk Fibers. *Bioresources*, 11(1), 2224–2237.
- Sudarmi. (2013). Pentingnya Unsur Hara Mikro bagi Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Widyatama*, 22(2), 178–183.
- Syafika, M., Rachmiati, Y., & Karyudi. (2014). Pengaruh Pupuk Daun terhadap Hasil dan Komponen Hasil Pucuk Tanaman Teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze var. Assamica (Mast.) Kitamura). *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 2, 47–56.
- Wahyono, S., Sahwan, F., & Suryanto, F. (2011). *Membuat Pupuk Organik Granular dari Aneka Limbah*. (S. Artianingsih, Ed.) (I). Jakarta Selatan: AgroMedia Pustaka.
- Yanuar, B., & Amrullah, A. (2015). Uji Eksperimental Kadar Bioetanol Eceng Gondok Hasil Destilasi dengan Variasi Waktu Fermentasi. Dalam *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV* (pp. 69–70). Banjarbaru: Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Unlam.
- Yelianti, U., Kasli, Kasim, M., & Husin, E. (2009). Kualitas Pupuk Organik Hasil Dekomposisi Beberapa Bahan Organik dengan Dekomposernya. *Jurnal Akta Agrosia*, 12(1), 1–7.
- Yunindanova, M., Agusta, H., & Dwi, A. (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.