

**PENGARUH LUMPUR AKTIF CAIR DARI PABRIK CRUMB RUBBER  
SEBAGAI DEKOMPOSER PUPUK ORGANIK  
DARI KOTORAN AYAM DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**

*EFFECT OF LIQUID ACTIVATED SLUDGE PLANT OF CRUMB RUBBER  
DECOMPOSER AS ORGANIC FERTILIZER CHICKEN AND OIL FILTH EMPTY OIL  
PALM BUNCHES*

**Chasri Nurhayati dan Oktavia Andayani**

Baristand Industri Palembang  
Jl Perindustrian II No. 12, Km 9, Palembang, Indonesia  
*e-mail: chasrinurhayati@yahoo.com*

Diterima :27 Januari 2016; Direvisi : 03 Februari – 28 Agustus 2016; Disetujui : 05 September 2016

**Abstrak**

Tujuan penelitian ini adalah penggunaan lumpur aktif cair dari hasil pengolahan limbah industri crumb rubber sebagai dekomposer pupuk organik. Metode penelitian ini adalah desain eksperimental Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri lima perbandingan bahan baku tandan kosong kelapa sawit, kotoran ayam dan lumpur aktif (A) dengan variasi A<sub>1</sub> (1,5:0,5: 0,5) , A<sub>2</sub> (1,25:0,75: 0,5), A<sub>3</sub> (1,0 : 1,05 : 0,5), A<sub>4</sub> (0,75 : 1,25 : 0,5), dan A<sub>5</sub> (0,5 : 1,5 : 0,5). Hasil pupuk organik dilakukan pengujian sesuai SNI 19-7030-2004 "Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik" dan data pengujian proses pembuatan kompos meliputi pH, kelembaban dan suhu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah perlakuan A<sub>3</sub> ( 1,5:0,5:0,5) dengan nilai unsur hara makro: nitrogen total (2,1045%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (16,492%), K<sub>2</sub>O (0,9630%), kadar air (43,197%). C-organik (28,66%), pH (6,98), C/N rasio (13,618%) memenuhi persyaratan mutu pupuk organik dari sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004. Ke lima perlakuan tersebut mengandung unsur hara mikro yang terdiri Mg, Mn, Zn, Ca, Pb, Cd, Fe total, bahan ikutan, Co, Mo, Hg, As dan faktor lain seperti temperatur, warna, bau, Salmonella Sp dan E. coli memenuhi persyaratan mutu pupuk organik dari sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004.

**Kata kunci** : lumpur aktif, pupuk organik, tandan kosong kelapa sawit

**Abstract**

*The purpose of this study is the use of activated sludge liquid from the processing of industrial waste crumb rubber as decomposers of organic fertilizers. Research methodology in this study is experimental design "Completely Randomized Design", consist of ratio infive raw materials from empty tandan of palm oil, chicken manure, and activated sludge (A) with variation by means of A<sub>1</sub> treatment (1,5 : 0,5 : 0,5), A<sub>2</sub> treatment (1,25: 0,75; 0,5), A<sub>3</sub> treatment (1,0 : 1,05 : 0,5), A<sub>4</sub> treatment (0.75 : 1,25 : 0,5), dan A<sub>5</sub> treatment (0,5 : 1,5 : 0,5). The result of organic fertilizer was done with SNI 19-07030-2004 "Compost Specification from domestical organic waste" and data test from composting process include pH, humidity, and temperature. The result of this study showed that the best treatment in A<sub>3</sub> treatment (1,5:0,5:0,5), with micro nutrient by means of nitrogen total (2,1045%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (16,492%), K<sub>2</sub>O (0,9630%), water content (43,197%). C-organic (28,66%), pH (6,98), C/N rasio (13,618%) convenient with quality organic fertilizer from domestic organic waste numbers SNI 19-7030-2004. Five treatment contain micro-nutrients include Mg, Mn, Zn, Ca, Pb, Cd, Total Fe, insoluble material, Co, Mo, Hg, As and other factors such as temperature, color, odor, Salmonella Sp and E. coli convenient with quality organic fertilizer from domestic organic waste numbers SNI 19-7030-2004.*

**Keywords:** *activated sludge, organic fertilizers, empty pandan of palm oil*

**PENDAHULUAN**

Limbah yang dihasilkan oleh industri akan mengganggu lingkungan apabila tidak langsung diolah dan akan mempunyai nilai ekonomi apabila dilakukan pengolahan. Beberapa limbah tersebut seperti kotoran ayam, tandan kosong kelapa sawit dan limbah cair

*crumb rubber. Kotoran ayam jenis ayam layer yang dipelihara dengan sistem layer (semi modern) akan menghasilkan kotoran dengan kondisi basah dan mengandung amoniak tinggi (Suherman, dkk, 2014). Kotoran tersebut apabila tidak segera dikeringkan akan mengganggu lingkungan sekitar.*

Demikian juga untuk limbah tandan kosong kelapa sawit (TKSS) yang dihasilkan dari pabrik CPO cukup banyak. Setiap pengolahan 1 ton akan menghasilkan tandan kosong kelapa sawit sebanyak 22-23% atau 220 – 230 kg. Tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa 45,95%, hemiselulosa 22,84%, lignin 16,49%. Dengan tingginya kandungan bahan lignin, proses degradasi tandan kelapa sawit ini sangat lama apabila tidak ditambahkan mikroorganisme pada proses dekomposisinya. Limbah TKSS mengandung kalium tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pupuk organik (Darnoko dan Ady, 2006). Lumpur aktif limbah industri *crumb rubber* mengandung mikroorganisme pengurai. Organisme tersebut dapat menguraikan lignin, selulosa, seperti selulosa dan lignin yang terkandung dalam limbah tandan kosong kelapa sawit (Herlambang, A, 2003).

Pemanfaatan dari ketiga limbah pabrik tersebut diharapkan dapat memberikan nilai tambah, salah satunya adalah pemanfaatan limbah menjadi pupuk organik. Pada saat ini model pertanian organik semakin diminati oleh pelaku agribisnis, permintaan pupuk organik yang semakin tinggi merupakan peluang baik untuk memanfaatkan ketiga limbah tersebut, selain itu cara untuk menekan pencemaran lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah TKSS, limbah lumpur aktif dan limbah kotoran ayam sistem layer serta menghasilkan teknik pengolahan pupuk organik. Dengan decomposer lumpur aktif dari UPL pabrik *crumb rubber*.

Pupuk organik adalah pupuk yang dihasilkan dari bahan baku jenis organik. Proses dekomposisi dari limbah TKSS berlangsung sangat lama sehingga perlu ditambahkan mikroorganisme pengurai (Suherman, *et. al*, 2014). Mikroorganisme pengurai tersebut salah satunya lumpur aktif cair dari proses produksi *crumb rubber*.

## METODE PENELITIAN

### A. Bahan dan Alat

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah kotoran ayam jenis layer dari PT. Satwa Utama, di Musi Banyuasin, limbah TKSS dari PT. Pinago Utama di daerah Babat Tomat, Musi Banyuasin Sumatera Selatan, limbah lumpur aktif cair dari pabrik *crumb rubber* dari PT. Hoktong Plaju, Sumatera Selatan, air, dan glukosa.

Alat yang dipergunakan adalah seperangkat alat pencahan, cangkul, skop, pH meter, higrometer, termometer, terpal, penyemprot air, kotak kayu dengan ukuran P=55 cm, L=30 cm dan tinggi 15 cm, timbangan, alat gelas, karung rami (goni), pengaduk, jerigen, dankawat kasa.

### B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipergunakan adalah desain eksperimental Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri lima perlakuan dengan perbandingan bahan baku tandan kosong kelapa sawit, kotoran ayam dan lumpur aktif (A) dengan variasi A<sub>1</sub> (1,5:0,5: 0,5), A<sub>2</sub> (1,25:0,75: 0,5), A<sub>3</sub> (1,0 : 1,0 : 0,5), A<sub>4</sub> (0,75 : 1,25 : 0,5), dan A<sub>5</sub> (0,5 : 1,5 : 0,5). Selama proses pengomposan dilakukan pengujian terhadap suhu, kelembaban, pH pada setiap 4 hari sekali sedang pengujian pupuk organik meliputi sesuai SNI 19-7030-2004 (BSN, 2004).

### C. Proses Kerja

Tahapan pada penelitian ini adalah :

1. Pengujian bahan baku pupuk organik meliputi : lumpur aktif cair, limbah TKSS, kotoran ayam layer.
2. Pembuatan pupuk organik
  - a. Proses seleksi bahan baku  
Bahan baku pupuk organik berupa TKKS yang telah dibiarkan di ruang terbuka selama ± 2 minggu, disortir dari komponen anorganik, seperti plastik, gelas, logam, kemudian dipotong-potong sesuai alur. Kotoran ayam diambil secara acak selanjutnya dikeringkan hingga kadar air antara 10-15%. Lumpur aktif cair dari pabrik *crumb rubber* diambil dari kolam ke-5 diaktifkan kembali dengan

penambahan glukosa dengan perbandingan 50 liter larutan dengan 1 kg glukosa.

- b. Proses pembuatan pupuk organik  
Dilakukan penyiapan bahan pupuk organik dengan perbandingan antara limbah TKSS: kotoran ayam dan lumpur aktif dengan variasi berat dengan perbandingan sebagai berikut:

$$A_1 = 1,5 : 0,5 : 0,5$$

$$A_2 = 1,25 : 0,75 : 0,5$$

$$A_3 = 1,0 : 1,0 : 0,5$$

$$A_4 = 0,75 : 1,25 : 0,5$$

$$A_5 = 0,5 : 1,5 : 0,5$$

Kedua bahan tersebut dicampur dengan penambahan lumpur aktif cair sesuai perlakuan ditempatkan pada kotak kayu dengan lobang aerasi di bagian tengahnya, ditutup dengan karung goni dan setiap 4 hari ditambahkan 1 liter dekomposer agar kondisi proses lembab. Proses penambahan limbah cair dilakukan secara bertahap, setiap 4 hari sekali sampai mendapatkan formulasi tersebut.

- c. Proses Pengomposan  
Proses pengomposan pupuk dilakukan selama 60 hari, pupuk ditutup dengan karung goni untuk menjaga kelembaban.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Bahan Baku Pupuk Organik

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah tandan kosong kelapa sawit, kotoran ayam jenis layer dan lumpur aktif dari limbah UPL *crumb rubber*. Hasil pengujian limbah kotoran ayam jenis layer terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian kotoran ayam jenis layer

| No | Parameter Uji                       | Satuan | Ulangan |        | Rata-rata |
|----|-------------------------------------|--------|---------|--------|-----------|
| 1  | N total                             | %      | 4,30    | 4,23   | 4,265     |
| 2  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total | %      | 0,0276  | 0,0124 | 0,02      |
| 3  | K <sub>2</sub> O total              | %      | 1,55    | 1,54   | 1,545     |
| 4  | CaO                                 | %      | 4,29    | 4,29   | 4,29      |
| 5  | MgO                                 | %      | 0,80    | 0,78   | 0,79      |

Sedangkan hasil pengujian lumpur aktif cair dari limbah *crumb rubber* pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian lumpur aktif cair

| No | Parameter Uji      | Satuan | Hasil Uji             |                       | Rata-rata              |
|----|--------------------|--------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 1  | Bakteri Lignolitik | CFU/ml | 4,5 x 10 <sup>3</sup> | 4,7 x 10 <sup>3</sup> | 4,6 x 10 <sup>3</sup>  |
| 2  | Bakteri Selulitik  | CFU/ml | 1,5 x 10 <sup>5</sup> | 1,4 x 10 <sup>5</sup> | 1,45 x 10 <sup>5</sup> |
| 3  | Fungi Lignolitik   | CFU/ml | 1,5 x 10 <sup>2</sup> | 1,6 x 10 <sup>2</sup> | 1,55 x 10 <sup>2</sup> |
| 4  | Fungi Selulitik    | CFU/ml | 4,0 x 10 <sup>3</sup> | 4,1 x 10 <sup>3</sup> | 4,05 x 10 <sup>3</sup> |

Hasil pengujian bahan baku TKSS pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian Tandan Kosong Kelapa Sawit

| No | Parameter Uji                 | Sat | Hasil Uji |        | Rata Rata |
|----|-------------------------------|-----|-----------|--------|-----------|
|    |                               |     | 1         | 2      |           |
| 1. | CaO                           | %   | 0,07      | 0,09   | 0,08      |
| 2. | MgO                           | %   | 0,33      | 0,42   | 0,375     |
| 3. | K <sub>2</sub> O              | %   | 4,27      | 4,65   | 4,46      |
| 4  | N                             | %   | 0,24      | 0,26   | 0,25      |
| 5  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | %   | 0,0124    | 0,0136 | 0,013     |

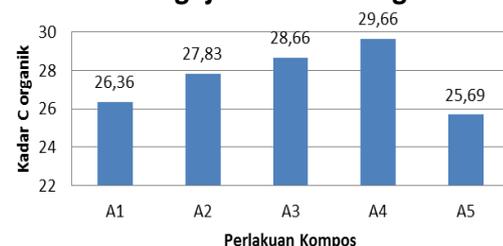
### B. Pupuk Organik

Hasil penelitian pupuk organik selama 60 hari masa pengomposan selanjutnya diuji sesuai SNI, baik untuk unsur hara makro, mikro, dan sifat fisik. Hasil pengujian unsur hara makro adalah sebagai berikut:

#### 1. Kadar C-Organik

Hasil pengujian kadar C-organik dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil Pengujian Kadar C organik



Gambar 1. Histogram pengujian C organik

Gambar 1 menunjukkan bahwa kandungan C-organik setelah masa pengomposan akan menurun apabila dibandingkan dengan C-organik dari bahan baku yaitu 35,10 % (Rahayu, 2011). Menurunnya kadar C-organik ini menandakan mikroorganisme yang ada terdapat pada pengomposan

menggunakan karbon sebagai sumber energinya atau aktivitas metabolismenya sehingga kadar C menurun (Graves, 2007).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kandungan C-organik paling rendah terjadi pada perlakuan A<sub>5</sub> (25,69%), diikuti dengan perlakuan A<sub>1</sub> (26,36%), A<sub>2</sub> (27,83%), A<sub>3</sub> (28,66%) dan kandungan C-organik yang terendah terdapat pada perlakuan A<sub>4</sub> (29,66%). Pupuk organik yang mempunyai kadar C-organik yang rendah, menandakan bahwa mikroorganisme yang bekerja pada proses pengomposan lebih banyak jumlahnya sehingga karbon yang terdapat pada bahan baku lebih banyak digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya.

Menurut hasil penelitian Suherman *et al.*, (2014) menunjukkan bahwa kandungan C-organik akan menurun dari hari 1 sampai ke 30 proses pengomposan. Penurunan disebabkan adanya penambahan mikroorganisme yang membutuhkan karbon organik sebagai bahan makanan. Kondisi tumpukan pupuk organik dengan C-organik sesuai SNI menandakan bahwa pada tumpukan proses pengomposan pupuk organik tersebut dapat mengisolasi panas yang cukup, sehingga mengakibatkan kandungan C-organik yang ada dalam setiap bahan pupuk organik dapat terdekomposisi dengan baik.

Hasil pengujian C-organik pupuk organik dari ke lima perlakuan berkisar antara 25,69% sampai dengan 29,66%, dan apabila dibandingkan dengan syarat mutu C-organik pupuk organik dari sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004 maka ke lima perlakuan tersebut yang memenuhi persyaratan adalah perlakuan A<sub>2</sub> (27,83%), perlakuan A<sub>3</sub> (28,66%) dan perlakuan A<sub>4</sub> (29,66%), sedang perlakuan yang tidak memenuhi SNI adalah perlakuan A<sub>1</sub> (26,36%) dan perlakuan A<sub>5</sub> (25,69%) karena kadar C organik yang dipersyaratkan SNI adalah 27% sampai dengan 58%.

Menurut Suherman *et al.*, (2014) kandungan C-organik akan menurun selama proses pengomposan. Menurutnya, penurunan kandungan

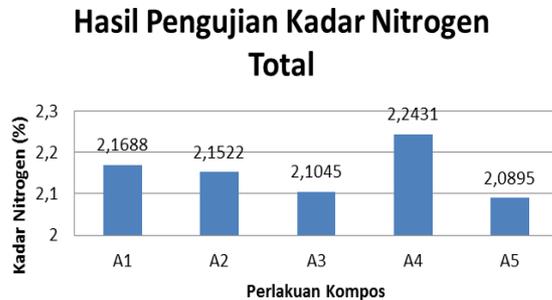
karbon organik ini dimulai pada hari ke 5 pengomposan. Pendapat ini didukung hasil penelitian Yeohet *al.*, (2012), bahwa penurunan kandungan C-organik mulai terjadi pada hari ke 7 pengomposan, hal ini disebabkan karena adanya aktifitas organisme seperti fungi lignolitik atau fungi selulolitik yang membutuhkan karbon organik sebagai sumber makanan. Hasil pengujian lumpur aktif yang digunakan sebagai aktivator menunjukkan kandungan bakteri lignolitik sebesar  $4,6 \times 10^3$  CFU/ml, bakteri selulolitik sebesar  $1,45 \times 10^5$  CFU/ml, fungi lignolitik sebesar  $1,55 \times 10^2$  CFU/ml dan fungiselulolitik sebesar  $4,05 \times 10^3$  CFU/ml. (Tabel 2), bakteri inilah yang akan menguraikan bahan baku pupuk organik selama proses pengomposan.

Hasil pengujian C-organik yang memenuhi persyaratan SNI adalah perlakuan A<sub>2</sub>, perlakuan A<sub>3</sub> dan perlakuan A<sub>4</sub>. Keadaan ini disebabkan karena pada perbandingan (A<sub>2</sub>)=1,25:0,75:0,5, (A<sub>3</sub>)=1,0:1,0:0,5, (A<sub>4</sub>)=0,75:1,25:0,5 adalah perbandingan yang hampir seimbang antara jumlah tandan kosong kelapa sawit dan jumlah kotoran ayam baik untuk perlakuan A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> dan A<sub>4</sub>. Perbandingan yang seimbang antara TKSS dan kotoran ayam ini menyebabkan pupuk menghasilkan C-organik yang memenuhi SNI. Data ini didukung dari data hasil pengujian bahan baku kotoran ayam mengandung CaO 4,29% dan pengujian untuk tandan kosong kandungan CaO sebesar 0,8%. Menurut anonim (2010) kadar carbon akan menurun pada proses pengomposan. Menurut Mulyono (2014), bahan organik dari bahan baku diubah oleh organisme menjadi pupuk organik dengan bantuan energi karbondioksida dan nitrogen. Karbon dari pupuk organik digunakan oleh tanaman untuk membentuk karbohidrat, lemak, dan protein yang dipergunakan untuk pertumbuhan dan memperkuat selulosa dinding sebagian tanaman.

## 2. Kadar Nitrogen total

Nitrogen merupakan sumber energi bagi mikroorganisme dalam tanah yang berperan penting dalam proses pelapukan atau dekomposisi bahan organik. Unsur nitrogen juga diperlukan

tanaman untuk proses fotosintesis. Hasil pengujian kadar nitrogen total yang terkandung dalam pupuk organik dari kelima perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram pengujian nitrogen total

Hasil analisis kadar nitrogen total setelah masa pengomposan atau pupuk organik telah matang lebih rendah apabila dibandingkan dengan kadar nitrogen total pada bahan baku. Hasil pengujian kadar nitrogen bahan baku (tandan kosong kelapa sawit) sebesar 0,25%. Hasil pengujian kadar nitrogen total dari ke lima perlakuan berkisar antara 2,0895% sampai dengan 2,2431%. Kadar nitrogen total pada pupuk juga lebih rendah apabila dibandingkan dengan jumlah kadar nitrogen pada bahan baku limbah kotoran ayam (4,265%) dan TKSS (0,255%). Penurunan kadar nitrogen pada pupuk ini dikarenakan terjadinya proses denitrifikasi oleh bakteri *thiobacillus denitrificans* yang membuat unsur hara nitrogen akan mengalami penurunan akibat pelepasan nitrogen ke udara (Yeoh *et al.*, 2012). Pendapat ini didukung oleh penelitian Suherman (2014) yang menyatakan bahwa selama proses pengomposan limbah TKSS dan lumpur aktif, kadar nitrogen akan mengalami penurunan.

Hasil analisa kadar nitrogen total pupuk organik (Gambar 2) pada kelima perlakuan memenuhi SNI pupuk organik, dimana kadar nitrogen total yang dipersyaratkan SNI adalah minimum 0,40%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan A<sub>4</sub>. Menurut Setiawan (2005) bahwa kotoran ayam dapat dijadikan sebagai nutrisi karena mengandung unsur hara tinggi seperti kandungan

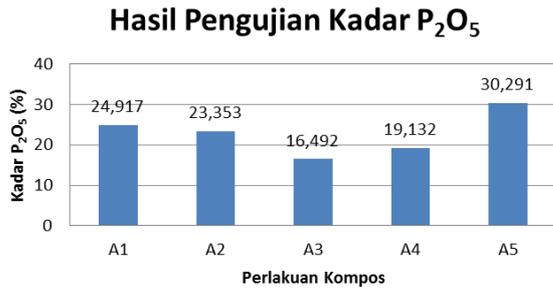
nitrogen 1,0%, fosfor 9,5% dan kalium 0,3%. Selain itu menurut Suherman *et al.*, (2014) dan Yeoh *et al.*, (2012), peningkatan nitrogen pada proses pengomposan terjadi pada hari ke 0-14 hari waktu pengomposan dan menurun setelah 14 hari waktu pengomposan.

Peningkatan nitrogen pada kondisi tersebut ini diduga karena pada waktu tersebut terdapat mikroorganisme dalam jumlah optimum, sehingga proses dekomposisinya senyawa organik berjalan dengan optimal. Menurut Hiraishiet *al.*, (1989) dalam Herlambang (2013), penambahan lumpur aktif cair yang mengandung mikroorganisme seperti *Comamonas-Pseudomonas*, *Alkaligenes*, *Pseudomonas* (Kelompok Florescent, *Flavobacterium-Cytophaga*, *Coryneform*, *Paracoccus*, *Unidentified gram negative rods*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, dan *Aureobacterium-Microbacterium*) dan ditambah persediaan oksigen yang cukup akan menyebabkan terjadinya penambahan unsur hara nitrogen baik nitrat maupun N total.

Peningkatan kadar nitrogen ini didukung data hasil pengujian limbah lumpur aktif *cumb rubber* yang digunakan sebagai bahan dekomposer pada penelitian ini bahwa limbah tersebut mengandung bakteri lignolitik sebesar  $4,6 \times 10^3$  CFU/ml, bakteri selulitik sebesar  $1,45 \times 10^5$  CFU/ml, fungilignolitik sebesar  $1,55 \times 10^2$  CFU/ml dan fungiselulolitik sebesar  $4,05 \times 10^3$  CFU/ml (Tabel 2). Menurut Suherman *et al.*, (2014), peningkatan kandungan N-total ini dikarenakan proses dekomposisi organik oleh mikroorganisme yang akan mengubah amonia menjadi nitrat.

### 3. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Pengujian P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bertujuan untuk mengetahui kandungan P-total pupuk organik hasil penelitian terbaik setelah proses pengomposan. Hasil pengujian kadar fosfor yang terkandung dalam pupuk organik dari berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram pengujian P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Kadar fosfor pupuk organik setelah matang lebih besar apabila dibandingkan dengan kadar fosfor pada bahan baku pupuk organik. Hasil pengujian kadar fosfor pupuk organik dari ke lima perlakuan berkisar antara 16,492% sampai dengan 30,291%. Peningkatan kadar fosfor pupuk organik dari kadar fosfor bahan baku karena kadar fosfor bahan baku kotoran ayam berkisar 0,02% (Tabel 1) maupun kadar fosfor pada tandan kosong kelapa sawit berkisar 0,013 % (Tabel 3).

Hasil pengujian kadar fosfor tertinggi diperoleh pada perlakuan A<sub>5</sub> yakni sebesar 30,291%, diikuti dengan perlakuan A<sub>4</sub> (24,917%), A<sub>3</sub> (23,353%), A<sub>2</sub> (19,132%) dan terendah pada perlakuan A<sub>1</sub> sebesar 16,492%. Apabila dibandingkan dengan kadar fosfor pada syarat mutu pupuk organik dari sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004 maka perlakuan A<sub>5</sub>, perlakuan A<sub>4</sub>, perlakuan A<sub>3</sub>, perlakuan A<sub>2</sub> dan perlakuan A<sub>1</sub> memenuhi SNI pupuk organik, karena kadar fosfor yang dipersyaratkan adalah minimum 0,10%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ke lima perlakuan tersebut, perlakuan A<sub>5</sub> merupakan perlakuan terbaik. Perlakuan A<sub>5</sub> merupakan perlakuan dengan perbandingan antara limbah TKSS (0,5): kotoran ayam (1,5) dan lumpur katif(0,5). Perbandingan ini 3 kali lebih besar untuk berat kotoran ayam dibandingkan dengan jumlah tandan kelapa sawit. Keadaan ini menyebabkan kandungan yang tinggi pada produk pupuk.

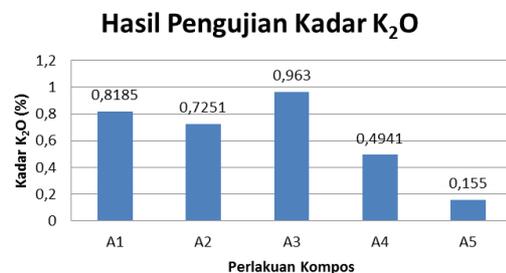
Hasil pengujian kotoran ayam (Tabel1), kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total berkisar 0,013% sedang kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pada TKSS rata-rata 0,02%. Kadar fosfor yang

berbeda sangat nyata ini mengakibatkan kadar fosfor pupuk organik untuk perlakuan A<sub>5</sub> dimana pada perlakuan tersebut merupakan perlakuan dengan perbandingan 0,5 tandan sawit dan 1,5 kotoran ayam menghasilkan pupuk dengan kadar fosfor tertinggi.

Fosfor dari pupuk organik diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhannya seperti akar, buah dan biji (Santi, 2008). Tanaman yang kekurangan fosfor akan menyebabkan pembelahan sel di dalam tanaman tertunda, sehingga pertumbuhan sel terhambat, warna daun menjadi kekuningan dan tanaman menjadi kerdil. Sedangkan kelebihan fosfor pada tanaman dapat merangsang kematangan buah yang terlalu dini.

#### 4. K<sub>2</sub>O

Kalium berguna untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Santi, 2008). Pengujian kadar K<sub>2</sub>O dilakukan setelah pengomposan berakhir, dengan tujuan untuk mengetahui kandungan K<sub>2</sub>O total pupuk pada perlakuan terbaik. Hasil pengujian kadar K<sub>2</sub>O pupuk dari berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Histogram pengujian K<sub>2</sub>O

Hasil pengujian kadar kalium setelah pupuk organik lebih rendah apabila dibandingkan dengan bahan baku. Kadar kalium pupuk organik dari ke lima perlakuan berkisar antara 0,8185% sampai dengan 0,1550%. Kadar kalium ini menurun apabila dibandingkan dengan kadar kalium pada bahan baku untuk limbah kotoran ayam (1,545%) pada Tabel 3 maupun kadar kalium pada tandan kosong kelapa sawit (4,46 %) pada Tabel 1.

Hasil pengujian kadar kalium terendah diperoleh pada perlakuan A<sub>5</sub> yakni sebesar 0,1550%, dan diikuti

dengan perlakuan A<sub>4</sub> (0,4941%), A<sub>3</sub> (0,6630%), A<sub>2</sub> (0,7251%) dan tertinggi pada perlakuan A<sub>1</sub> sebesar 0,8185%. (Gambar 5). Meningkatnya kadar kalium ini sejalan dengan peningkatan jumlah berat limbah TKSS pada perlakuan, dengan kata lain penambahan jumlah TKSS akan menaikkan kadar K<sub>2</sub>O pada pupuk organik.

Hasil pengujian kadar kalium dari ke lima perlakuan tersebut, apabila dibandingkan dengan syarat mutu pupuk organik dari sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004 maka perlakuan A<sub>5</sub> yakni sebesar 0,1550% belum memenuhi SNI, sedang perlakuan A<sub>4</sub> (0,4941%), A<sub>3</sub> (0,6630%), A<sub>2</sub> (0,7251%) dan perlakuan A<sub>1</sub> sebesar 0,8185% memenuhi SNI pupuk organik, karena kadar kalium yang dipersyaratkan minimum 0,20%. Keadaan ini disebabkan karena perlakuan A<sub>5</sub> dengan perbandingan tandan kosong kelapa sawit: kotoran ayam dan lumpur aktif : 0,5 :1,5:0,5 kemungkinan bahwa penambahan tandan kosong sebesar 0,5 bagian dari total 2 bagian dari bahan baku belum mendapatkan kadar kalium 0,2%, dan apabila jumlah TKSS dinaikkan menjadi 0,75 bagian pada perlakuan A<sub>4</sub> maka akan menghasilkan kadar kalium sebesar 0,4941% yang memenuhi persyaratan SNI mutu pupuk organik dari sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004.

### 5. C/N Rasio

Hasil pengujian nisbah C/N dari ke lima perlakuan pada penelitian ini berkisar antara 12,154% sampai dengan 13,618%, Hasil pengujian kadar C/N organik terendah diperoleh pada perlakuan A<sub>1</sub> yakni sebesar 12,154%, dan diikuti dengan perlakuan A<sub>5</sub> (12,299%), A<sub>2</sub> (12,949%), A<sub>4</sub> (13,222%) dan nisbah C/N tertinggi pada perlakuan A<sub>3</sub> sebesar 13,618%. Diagram hasil pengujian C/N rasio dapat dilihat pada Gambar 5.

Nilai C/N tertinggi diperoleh pada perlakuan A<sub>3</sub> sebesar 13,618%. Perlakuan A<sub>3</sub> merupakan perlakuan dengan perbandingan limbah TKSS: kotoran ayam dan lumpur aktif dengan

variasi berat dengan perbandingan A<sub>3</sub>=1, 0:1, 0:0,5. Perbandingan yang seimbang antara limbah TKSS dan kotoran ayam ini menghasilkan C/N tinggi.

Nilai rasio C/N bahan organik merupakan faktor penting dalam pengomposan. Karbon yang tersedia dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk pembentukan sel-sel tubuhnya. Kondisi kelengkapan dan bahan dasar pupuk organik menentukan nisbah C/N dan kadar nitrogen pupuk organik. Pengujian kimiawi seperti C, N, dan nisbah C/N merupakan indikator kematangan pupuk organik. Apabila nisbah C/N pupuk organik berkisar 20 atau lebih kecil, maka pupuk organik tersebut dapat digunakan sebagai pupuk tanaman. Menurut Sutanto (2002), nisbah C/N pupuk organik yang baik berkisar antara 5 dan 20.



Gambar 5. Histogram pengujian C/N Rasio

Rasio C/N yang tinggi menandakan bahwa aktifitas biologi mikroorganisme berkurang. Pada pupuk dengan rasio C/N tinggi berarti masih diperlukan beberapa siklus mikroorganisme untuk menyelesaikan degradasi bahan pupuk organik. Proses degradasi ini akan mengakibatkan waktu pengomposan lebih lama dan pupuk organik yang dihasilkan akan memiliki mutu rendah. Jika nisbah C/N terlalu rendah atau kurang dari 30, maka kelebihan nitrogen yang tidak dipakai oleh mikroorganisme pada saat pengomposan tidak dapat diasimilasi dan nitrogen akan hilang melalui volatilisasi sebagai amonia atau terdenitrifikasi (Djuarnani, *et.al*, 2005). Hasil pengujian C/N rasio dari ke lima perlakuan, apabila dibandingkan dengan

syarat mutu pupuk organik dari sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004 maka semua perlakuan pada penelitian memenuhi persyaratan SNI karena C/N yang dipersyaratkan adalah 10% sampai dengan 20%.

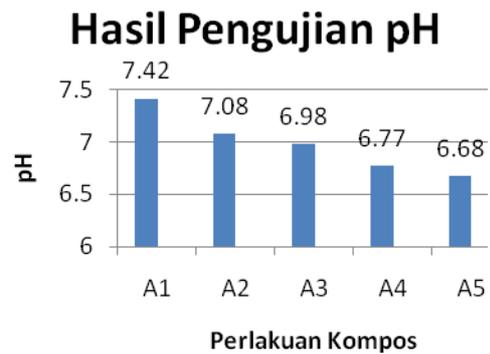
Pada proses dekomposisi bahan organik, sebagian karbon akan diasimilasikan oleh mikroorganisme dan sebagian lagi akan hilang dalam bentuk  $\text{CO}_2$ . Jika bahan organik memiliki rasio C/N tinggi maka pada proses pengomposan diperlukan penambahan nitrogen, dan jika rasio C/N bahan organik rendah maka nitrogen yang terlalu banyak akan hilang pada waktu respirasi. Tingkat kelembaban dan aerasi tidak mempengaruhi jumlah karbon dan nitrogen yang hilang, tetapi rasio C/N dari residu mempengaruhi jumlah nitrogen yang ter volatilisasi pada proses pengomposan, sedangkan jumlah karbon yang hilang dalam bentuk gas berkorelasi dengan BOD.

Hubungan antara C dan N yang hilang dalam proses pengomposan menunjukkan bahwa 85% dari total awal nitrogen pupuk organik tersedia bagi mikrobia untuk tumbuh dan 70% dari karbon tersedia akan hilang sebagai  $\text{CO}_2$  dari bahan. Jumlah  $\text{N}_2$  yang hilang akan dipengaruhi oleh lamanya waktu proses pengomposan. Mikroorganisme akan mengikat nitrogen tetapi pengikatan itu tergantung pada ketersediaan karbon. Apabila ketersediaan karbon terbatas (nisbah C/N terlalu rendah), maka senyawa yang digunakan sebagai sumber energi tidak mencukupi (Sutanto, 2002).

Mikroorganisme akan mengikat seluruh nitrogen bebas, dan dilepaskan dalam bentuk gas  $\text{NH}_3$  dan pupuk yang dihasilkan mempunyai kualitas rendah. Apabila ketersediaan karbon berlebihan ( $\text{C/N} > 40$ ) dan jumlah nitrogen sangat terbatas maka akan membatasi pertumbuhan mikroorganisme. Pada bahan organik dengan kadar karbon yang tinggi, maka proses dekomposisi pupuk organik menjadi terhambat karena organisme tersebut harus membakar kelebihan karbon dalam bentuk  $\text{CO}_2$  (Sutanto, 2002).

## 6. pH

Hasil pengujian pH pupuk organik dari ke lima perlakuan berkisar antara 6,668 sampai dengan 7,42. Hasil pengujian pH terendah diperoleh pada perlakuan  $A_5$  yakni sebesar 6,68 dan diikuti dengan perlakuan  $A_4$  (6,77),  $A_3$  (6,98),  $A_2$  (7,08) dan pH tertinggi pada perlakuan  $A_1$  sebesar 7,42.



Gambar 6. Histogram pengujian pH

Meningkatnya kadar pH ini sejalan dengan peningkatan jumlah berat limbah TKSS pada perlakuan, dengan kata lain penambahan jumlah tandan kosong kelapa sawit akan menaikkan kadar pH pada pupuk organik. Hasil pengujian pH dari ke lima perlakuan berkisar antara 6,668 sampai dengan 7,42. Apabila dibandingkan dengan syarat mutu pH pupuk organik dari sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004 maka dari semua perlakuan  $A_5$  yakni sebesar 6,68, perlakuan  $A_4$  (6,77), perlakuan  $A_3$  (6,98), perlakuan  $A_2$  (7,08) dan perlakuan  $A_1$  sebesar 7,42 memenuhi persyaratan untuk pH pupuk karena pH pupuk yang dipersyaratkan adalah 6,80 s/d 7,49.

Menurut Suherman (2014), pada proses pengomposan terjadi peningkatan pH pupuk organik pada hari ke 0–15 dari pH awal berkisar 8 naik menjadi 8,75. Demikian juga hasil penelitian Yoeh *et al*, (2012), menyatakan bahwa peningkatan pH pupuk organik terjadi pada hari ke 0–14. Peningkatan pH diduga karena pada hari ke-14 tersebut mikroorganisme berada pada fase logaritma dan pada fase tersebut terjadi produksi amoniak secara optimal dari senyawa yang mengandung nitrogen. Pendapat ini didukung oleh Suherman (2014), Asam

amino yang diperoleh dari proses aminasi dimanfaatkan oleh bakteri heterotrop dan diubah menjadi amoniak. Bakteri ini mengoksidasi amoniak menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat.

### 7. Unsur Hara Mikro.

Unsur hara mikro pupuk organik seperti Mn, Zn, , Ca, Pb, Cd, Fe, Co, Mo, Mo, Hg, As, unsur ini termasuk unsur hara esensial sehingga harus selalu tersedia bagi tanaman meskipun dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah sedikit (Tabel 2). Hasil pengujian unsur hara mikro apabila dibandingkan dengan syarat mutu unsur hara mikro dari sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004 maka semua parameter uji memenuhi persyaratan baik untuk perlakuan A<sub>5</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>2</sub> dan A<sub>1</sub>.

Unsur hara mikro mempunyai fungsi yang spesifik dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan apabila tidak terdapat unsur hara mikro maka pertumbuhan tanaman akan terbatas (Hidayati, 2011).

### 8. Sifat Fisik

Pupuk organik yang sudah matang mempunyai sifat fisik tertentu. Sifat fisik yang diamati meliputi bau, warna, kadar airdan bahan asing (Tabel 2). Hasil pengamatan penelitian dari ke lima

perlakuan tersebut apabila dibandingkan dengan syarat mutu sifat fisik SNI sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004, semua perlakuan memenuhi SNI. Bau pupuk matang seperti tanah dan harum, meskipun pupuk organik berasal dari limbah dan apabila pupuk organik tercium bau yang tidak sedap, berarti pada proses pengomposan masih terjadi fermentasi anaerobik dan menghasilkan senyawa-senyawa berbau yang mungkin berbahaya bagi tanaman. Warna pupuk matang adalah coklat kehitam-hitaman, apabila pupuk organik masih berwarna hijau atau warnanya mirip dengan bahan mentahnya berarti pupuk organik tersebut belum matang.

### 9. Organisme Patogen

Organisme patogen adalah mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit bagi makhluk hidup apabila masih di atas batas maksimal yang diperbolehkan (Anonim, 2004). Hasil pengujian *E. Coli* dan *Salmonellasp.* Dari ke lima perlakuan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pengujia *E. coli* dan *Salmonella* apabila dibandingkan dengan syarat mutu organisme patogen pupuk organik dari sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004, maka semua perlakuan memenuhi SNI.

Tabel 4. Unsur hara mikro pupuk organik

| No | Parameter    | Satuan | Standar     | PERLAKUAN      |                |                |                |                |
|----|--------------|--------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|    |              |        |             | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | A <sub>4</sub> | A <sub>5</sub> |
| 1  | Mn           | Ppm    | Maks. 0.10  | 0,0090         | 0,0420         | 19.924         | 0,0055         | 0,0188         |
| 2  | Zn           | Ppm    | Maks. 500   | 0,0414         | 0,0470         | 0,0452         | 0,486          | 0,7890         |
| 3  | Ca           | %      | Maks. 25,50 | 0,3798         | 0,9068         | 0,9863         | 0,9457         | 0,0481         |
| 4  | Pb           | Mg/kg  | Maks. 150   | 68.595         | 35.187         | 40.247         | <0,001         | 0,961157       |
| 5  | Cd           | ppm    | Maks. 3     | <0.001         | <0.001         | <0.001         | <0.001         | <0.001`        |
| 6  | Fe Tot.      | %      | Maks. 2     | 0,6624         | 0,7872         | 0,8354         | 0,4572         | 0,5023         |
| 7  | Co           | ppm    | Maks.34     | Ttd            | Ttd            | ttd            | ttd            | ttd            |
| 8  | Mo           | ppm    | Maks. 20    | Ttd            | Ttd            | ttd            | ttd            | ttd            |
| 9  | Hg           | ppm    | Maks. 0,8   | 0,6837         | 0,5191         | 0,8475         | 0,7018         | 0,5872         |
| 10 | As           | ppm    | Maks. 13    | 0,2256         | 0,172          | 0,2574         | 0,3567         | 0,2127         |
| 11 | Bahan ikutan | %      | Maks. 1,5   | 0,0            | 0,0            | 0,0            | 0,0            | 0,0            |

Tabel 4. Unsur hara mikro pupuk organik (lanjutan)

| No | Parameter         | Satuan | Standar    | PERLAKUAN      |                |                |                |                |
|----|-------------------|--------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|    |                   |        |            | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | A <sub>4</sub> | A <sub>5</sub> |
| 12 | Kadar Air         | %      | Maks. 50   | 39.915         | 49.889         | 43.197         | 49.998         | 44.009         |
| 13 | <i>E.coli</i>     | MPN/g  | Maks. 1000 | 230            | 230            | 240            | 240            | 250            |
| 14 | <i>Salmonella</i> | MPN/g  | Maks. 25   | <10            | <10            | <10            | <10            | <10            |
| 15 | Suhu              | °C     | air tanah  | 31             | 31             | 32             | 30             | 30             |
| 16 | Warna             |        | Hitam      | Hitam          | Hitam          | Hitam          | Hitam          | Hitam          |
| 17 | Bau               |        | Bau tanah  | Bau tanah      | Bau tanah      | Bau tanah      | Bau tanah      | Bau tanah      |

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penelitian pembuatan pupuk organik dengan dekomposer lumpur aktif dari unit pengolah limbah pabrik *crumb rubber* dengan bahan baku tandan kosong kelapa sawit dan kotoran ayam jenis layer diperoleh hasil terbaik perlakuan A<sub>3</sub> dengan nilai unsur hara makro: nitrogen total (2,1045%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (16,492%), K<sub>2</sub>O (0,9630%), kadar air (43,197%), C-organik (28,66%), pH (8,78), C/N rasio (13,618%) dan memenuhi persyaratan mutupupuk organik dari sampah organik domestik nomor SNI 19-7030-2004.

### SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang penggunaan pupuk organik dari tandan kosong kelapa sawit dan kotoran ayam jenis layer dengan dekomposer limbah dari *crumb rubber* cair untuk pemupukan tanaman.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Dr. Ir. Hari Adi Prsetya, M.Si selaku Kepala Baristand Industri Palembang, Dr. Nasruddin, S.T., M.Si selaku tim redaksi majalah JDPI yang telah memberikan pengarahan dan petunjuk dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah ini serta semua pihak dan instansi yang telah memberikan bantuan dan

fasilitas dalam penulisan karya tulis ilmiah ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2010). *Prospek Komoditas Karet*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- BSN. (2004). *Spesifikasi Pupuk organik dari Sampah Organik Domestik*. No.SNI 19-7030-2004.Badan Standar Nasional. Jakarta.
- Darnoko, dan Ady S. (2006). *Pabrik Pupuk Organik di Pabrik Sawit*. Tabloid Sinar Tani. 9 Agustus 2006.
- Graves, R.E. (2000). *National Engineering Handbook*. United States Department of Agriculture.
- Herlambang, A. (2003). *Pengolahan Limbah Tekstil dengan Sistem Lumpur Aktif*. Makalah. Jakarta. Direktorat Jenderal Lingkungan. BPPT.
- Hidayati. (2011). *Analisis Kualitas Pupuk Organik dari Limbah Organik Pasar Tradisional Tanjung Sari Samedang (Skipti)*. Fakultas Peternakan. Univ.Padjajaran. Ban-dung.
- Mulyono. (2014). *Membuat Mol dan Pupuk Organik Dari Sampah Rumah Tangga*. Jakarta. Agromedia Pustaka.
- Rahayu, M. (2011). *Analisis Kadar Air, Fosfor, Kalium dan Karbon Pada Kompos Yang Dibuat Dari Tandan Kelapa Sawit Dengan Aktivator Lumpur Aktif PT. Coca Cola Bottling Indonesia*. Universitas Andalas.
- Santi, S.S. (2008). *Kajian Pemanfaatan Limbah Nilam untuk Pupuk Cair Organik dengan Proses Fermentasi*. *Jurnal Teknik Kimia 2(2)*: 170-175
- Setiawan, I.S. (2005). *Memfaatkan Kotoran Ternak*. Yogyakarta. Kanisius.

- Suherman, I, A. Awaludin dan Itnawita. (2014). Analisis Kualitas Pupuk Organik dari Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Kotoran Ayam Menggunakan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan EM-4. *MajalahJOM FMIPA1 (2)*: 195-202.
- Sutanto dan Rachman.(2002). Penerapan Pertanian Organik. Yogyakarta. Kanisius.
- Yeoh, C.Y., Chin, N.L., Tan, C.S., Ooi, H.S. (2012). Industrial Scale Co-Composting of Palm Oil Mill Waste with Starter Cultures. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 10 : 771:775.

