

## PENGARUH PENAMBAHAN PUPUK UREA DALAM PENGOMPOSAN SAMPAH ORGANIK SECARA AEROBIK MENJADI KOMPOS MATANG DAN STABIL DIPERKAYA

Rantidaista Ayunin W<sup>\*)</sup>, Winardi Dwi Nugraha <sup>\*)</sup>, Ganjar Samudro <sup>\*\*)</sup>

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*e-mail: rantidaista@gmail.com*

### Abstrak

Sampah hingga saat ini masih menjadi masalah yang penting di Indonesia. Sampah daun dan sampah sayuran merupakan salah satu limbah pertanian yang berpotensi sebagai penambah unsur hara apabila dikembalikan ke dalam tanah. Sampah organik yang kita hasilkan tersebut dapat dimanfaatkan lebih lanjut agar menjadi bahan yang bernilai guna, salah satunya dengan melakukan pengomposan. Agar manfaat yang didapatkan lebih maksimal maka kompos tidak hanya harus matang tetapi juga harus sudah dalam kondisi stabil. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian urea sebagai bahan pemerkaya nitrogen serta menentukan dosis optimum penambahan urea sebagai bahan pemerkaya nitrogen pada pembuatan kompos matang dan stabil diperkaya dengan bahan baku sampah daun, sampah sayuran, serta campurannya dengan menggunakan dua variabel bebas yaitu jenis bahan baku (sampah daun, sampah sayuran, dan campuran keduanya), serta dosis pupuk urea yang diberikan pada sampel sebagai bahan pemerkaya kompos (0,3% b/b; 0,6% b/b; 0,9% b/b). Perlakuan terbaik adalah pada pembuatan kompos dari variasi bahan kompos sampah campuran yaitu perlakuan dengan penambahan urea sebanyak 0,9% b/b, yang berlangsung selama 6 minggu. Kadar C-organik 29,158 %; kadar N-total 2,606 %; rasio C/N 11,189; kadar P-total 0,297%; kadar K-total 1,868%; kadar Fe  $14 \times 10^{-7}$  %; kadar Mn  $12 \times 10^{-8}$  %; kadar Cu 0,156 ppm; kadar Zn 0,072 ppm; total coliform 1 MPN/gr; serta rasio BOD<sub>5</sub>/COD 0,04.

**Kata Kunci:** Kompos; matang dan stabil diperkaya; sampah daun; sampah sayuran; urea.

### Abstract

**[The Effect of Urea Fertilizer Addition on Organic Waste Aerobic Composting To Be Mature and Stable Enriched Compost].** Garbage is still important issues in Indonesia. Leaf trash and vegetable waste are one of the agricultural wastes as a potential enhancer of nutrients when returned to the soil. Organic waste that we produce can be utilized further in order to be a valuable material, which is by composting. In order to maximize the benefits obtained compost must not only be mature but must also have been in a stable condition. This study aimed to analyze the effect of urea as nitrogen embellishment and determine the optimum dosage addition of urea as a nitrogen embellishment on making mature and stable enriched compost with raw material leaf litter, trash vegetables, as well as mixtures thereof with the used of two independent variables that are the type of raw material (leaf trash, vegetables waste, and a mixture of both), and then urea fertilizer doses given to the sample as an embellishment of compost materials (0.3% w/w; 0.6% w/w; 0.9% w/w). The best treatment is in the composting of mixed waste compost material variation with the addition of urea as much as 0.9 % w/w, which lasted for 6 weeks. C-organic content 29.158 %; total-N content 2.606 %; C/N ratio 11.189; total-P content 0.297%; total-K content 1.868%; Fe content  $14 \times 10^{-7}$  %; Mn content  $12 \times 10^{-8}$  %; Cu content 0.156 ppm; Zn content 0.072 ppm; total coliform 1 MPN/gr; and BOD<sub>5</sub>/COD ratio 0.04.

**Keywords:** Compost; mature and stable enriched; leaf trash; vegetable waste; urea.

## 1. Pendahuluan

Sampah hingga saat ini masih menjadi masalah yang penting di Indonesia. Sampah daun merupakan salah satu limbah pertanian yang berpotensi sebagai penambah unsur hara apabila dikembalikan ke dalam tanah. Sampai saat ini, penanganan limbah daun oleh masyarakat sebagian besar dilakukan dengan cara dibakar atau ditimbun begitu saja. Penanganan limbah dengan cara dibakar mengakibatkan beberapa unsur hara seperti C menjadi hilang dan apabila dilakukan secara terus-menerus dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan sekitarnya (Mulyani, 2014). Selanjutnya, pada umumnya sampah warung makan sebagian besar terdiri dari sisa-sisa sayuran yang kadar airnya tinggi sehingga cepat membusuk. Jumlah yang besar dikeluarkan dari warung makan setiap harinya merupakan potensi yang pantas diperhitungkan agar menjadi bahan yang bernilai guna, salah satunya dengan melakukan pengomposan. Mulyani (2014) menjelaskan pula bahwa dengan mengolah sampah-sampah tersebut menjadi kompos berarti melakukan dua pekerjaan sekaligus, yaitu membuat kompos dan mengurangi beban lingkungan. Pengomposan merupakan proses penguraian dan stabilisasi substrat organik oleh mikroorganisme yang memanfaatkan sumber energi untuk menghasilkan kompos yang bersifat stabil tanpa dampak merugikan lingkungan.

Untuk mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk anorganik, maka tambahan pupuk organik secara berkesinambungan sangat penting sebagai bahan pendamping dalam meningkatkan kesuburan tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman (Sertua, *et al.*, 2014). Salah satu solusi yang akhir-akhir ini banyak berkembang adalah memperkaya kompos (Isroi, 2008). Penambahan urea sebagai pemer kaya pupuk kompos dapat meningkatkan kandungan nitrogen dan menurunkan rasio C/N hingga mendekati rasio C/N tanah yaitu 10 – 12 (Kurniawan, *et al.*, 2013). Selain itu menurut Soest (2006), penggunaan urea sebagai sumber nitrogen bertujuan untuk menekan pertumbuhan jamur serta meningkatkan kadar nitrogen untuk mensuplai kebutuhan bagi mikroba. Penelitian yang dilakukan Kurniawan, *et al.* (2013) terhadap kualitas pupuk kompos dari kombinasi kulit dan jerami nangka dengan kotoran kelinci menunjukkan bahwa perlakuan terbaik pada pembuatan pupuk kompos diperoleh pada pupuk kompos dengan penambahan konsentrasi *Microbacter Alfaafa* (MA-11) sebanyak 50% v/b dan penambahan urea sebanyak 0,9% b/b sebagai bahan pemer kaya. Dosis penambahan urea tersebut yang menjadi dasar penentuan dosis urea untuk memperkaya kompos pada penelitian ini.

Agar manfaat yang didapatkan lebih maksimal maka kompos tidak hanya harus matang tetapi juga harus sudah dalam kondisi stabil. Pada kompos yang telah matang, bahan organik mentah telah terdekomposisi membentuk produk yang stabil (Isroi, 2008). Kelebihan pengomposan secara aerobik adalah mikroorganisme patogen akan mati pada fase termofilik. Selain itu, hasil kompos dapat dijadikan

pupuk organik, sedangkan bau akibat proses pengomposan dapat dikendalikan dengan ketercukupan oksigen untuk pengomposan (Setiyo, 2007). Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti tertarik untuk meneliti tentang pembuatan kompos matang dan stabil diperkaya dengan penambahan urea sebagai bahan pemer kaya nitrogen dengan variasi bahan sampah daun, sayuran serta campurannya secara aerobik.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental-laboratorium. Penelitian ini berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi yang terkontrol secara ketat dalam skala laboratorium yaitu membuat kompos menggunakan bahan sampah daun, sampah sayuran, dan campurannya serta EM4 sebagai bioaktivator dan pupuk urea sebagai bahan pemer kaya nitrogen.

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian meliputi beberapa langkah penelitian:

- Identifikasi masalah
- Studi pustaka
- Tahap sampling
- Penelitian pendahuluan
- Penentuan variasi bahan dan dosis urea
- Tahap persiapan penelitian
- Tahap pembuatan kompos
- Perlakuan kontrol dan pengujian kualitas kompos
- Tahap analisis kompos matang dan stabil
- Kesimpulan dan saran

Variabel bebas pada penelitian, yaitu:

- Jenis bahan baku, yaitu:

Sampah daun, sampah sayuran, dan campuran sampah daun dan sampah sayuran dengan perbandingan komposisi sampah daun : sampah sayuran = 1 kg : 0,05 kg

- Dosis pupuk urea yang diberikan pada sampel sebagai bahan pemer kaya kompos. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan empat perlakuan dosis sesuai pada penelitian Kurniawan (2013), yaitu:

K : Penambahan pupuk urea 0% b/b

U<sub>1</sub> : Penambahan pupuk urea 0,3 % b/b

U<sub>2</sub> : Penambahan pupuk urea 0,6 % b/b

U<sub>3</sub> : Penambahan pupuk urea 0,9 % b/b

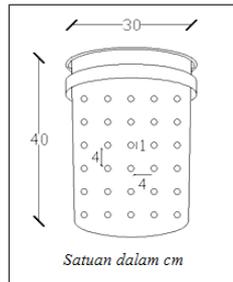
Variabel terikat dalam penelitian ini antara lain:

- C-Organik
- N-Total
- P-Total
- K-Total
- Rasio C/N
- Kadar Air
- Rasio BOD<sub>5</sub>/COD

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

- Temperatur
- pH
- Ukuran bahan
- Aerasi

Media untuk proses pengomposan menggunakan kotak pengomposan yang terbuat dari ember plastik. Kunci utama komposting secara aerobik adalah adanya aerasi yang baik, oleh karena itu pada komposter sebaiknya terdapat lubang – lubang ventilasi. Lubang ventilasi dapat dibuat dengan solder listrik atau paku yang dipanaskan (Wahyono, *et al.*, 2003)



**Gambar 1. Sketsa Komposter**

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Uji Pendahuluan Bahan Kompos

**Tabel 1. Hasil Uji Pendahuluan Bahan Kompos**

Parameter	Sampah Daun	Sampah Sayuran	Sampah Campuran	Urea	Referensi Kondisi Awal Pengomposan
pH	4,49	5,4	4,5	8,5	5,5 – 9 (Rynk, 1992)
Kadar Air (%)	43,696	85,1	36,464	0,297	40 – 65 (Rynk, 1992)
C-Organik (%)	50,71	55,259	42,512	0	-
N-Total (%)	1,641	5,545	1,41	46,196	-
K (%)	0,229	3,061	0,186	0	-
P (%)	0,204	0,195	0,277	0,011	-
Rasio C/N	30,9	9,966	30,146	0	25 – 40 (Ministry of Agriculture and Food, 1998)
Fe (%)	4,92 x 10 <sup>-6</sup>	1,51 x 10 <sup>-6</sup>	6,53 x 10 <sup>-6</sup>	2,14 x 10 <sup>-6</sup>	-
Mn (%)	4,73 x 10 <sup>-7</sup>	3,61 x 10 <sup>-7</sup>	2,1 x 10 <sup>-6</sup>	4,22 x 10 <sup>-7</sup>	-
Zn (ppm)	0,1126	0,0152	0,1409	0,2881	-
Cu (ppm)	0,2955	0,2625	0,3905	0,5738	-

#### 3.2. Hasil Uji Kompos Matang

Pengomposan masing-masing variasi bahan mencapai kondisi matang di waktu yang berbeda-beda. Pada dasarnya semakin tinggi rasio C/N maka semakin lama pula waktu degradasi kompos hingga bahan kompos tersebut matang (Setyorini, *et al.*, 2006). Kompos yang berbahan dasar sampah sayuran paling cepat matang (minggu ke-4) karena rasio C/N yang rendah.

Selain berdasarkan nilai rasio C/N kompos matang juga ditunjukkan dari wujud fisik kompos (SNI 19-7030-2004). Wahyono, *et al.* (2003) menyebutkan bahwa kompos yang telah matang berwarna coklat kehitaman, berbau seperti bau tanah, serta berbentuk remah-remah dan hancur. Tekstur bahan juga menjadi remah karena telah banyak zat-zat yang terurai, sehingga ikut mempengaruhi berkurangnya berat kompos.

Secara keseluruhan, ketiga variasi bahan kompos yaitu sampah daun, sampah sayuran, dan campuran memiliki wujud fisik seperti yang disyaratkan tersebut, walaupun intensitas warna coklat kehitaman-nya berbeda – beda. Untuk kompos yang berbahan dasar sampah sayuran walaupun dari awal

sudah memiliki rasio C/N yang rendah tetapi wujud fisiknya masih belum menyerupai wujud fisik tanah karena belum terjadi dekomposisi, sehingga belum dapat disebut sebagai kompos matang. Kompos berbahan dasar daun dan campuran terlihat masih terdapat batang kecil yang merupakan tulang daun yang tidak terurai secara sempurna karena daun memiliki kandungan lignin yang cukup tinggi (Rynk, 1992) tetapi sudah lapuk akibat proses dekomposisi selama pengomposan.

**Tabel 2. Hasil Uji Kompos Matang**

Variasi	Kadar Air (%)	C (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Rasio C/N	Minggu Matang
DK	36,318	31,175	1,605	0,357	1,646	19,426	7
DU <sub>1</sub>	42,542	28,842	1,608	0,358	1,81	17,935	7
DU <sub>2</sub>	49,762	30,916	1,923	0,365	1,996	16,075	6
DU <sub>3</sub>	35,68	31,806	1,85	0,33	1,603	17,191	6
SK	30,386	28,445	2,595	0,441	2,267	10,963	4
SU <sub>1</sub>	51,127	32,141	2,951	0,526	3,215	10,89	4
SU <sub>2</sub>	44,651	28,409	2,889	0,547	2,899	9,832	4
SU <sub>3</sub>	41,103	27,017	2,9	0,534	2,795	9,316	4
CK	46,714	29,499	2,049	0,289	1,492	14,393	6
CU <sub>1</sub>	38,031	29,827	2,101	0,3	1,847	14,196	6
CU <sub>2</sub>	47,481	29,613	1,786	0,278	1,999	16,581	5
CU <sub>3</sub>	46,546	29,949	1,65	0,273	1,85	18,148	5
SNI	≤ 50	9,8 – 32	> 0,4	> 0,1	> 0,2	10 – 20	-

#### 3.3. Hasil Uji Kompos Stabil

**Tabel 3. Hasil Uji Kompos Stabil**

Variasi	Kadar Air (%)	C (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Rasio C/N	Minggu Stabil
DK	44,383	28,142	1,688	0,402	1,685	16,667	8
DU <sub>1</sub>	40,355	26,182	1,690	0,333	1,867	15,493	8
DU <sub>2</sub>	45,954	28,930	1,969	0,387	1,938	14,694	7
DU <sub>3</sub>	32,572	27,786	1,952	0,313	1,619	14,237	7
SK	30,386	28,445	2,595	0,441	2,267	10,963	4
SU <sub>1</sub>	51,127	32,141	2,951	0,526	3,215	10,890	4
SU <sub>2</sub>	44,651	28,409	2,889	0,547	2,899	9,832	4
SU <sub>3</sub>	41,103	27,017	2,900	0,534	2,795	9,316	4
CK	46,714	29,499	2,049	0,289	1,492	14,393	6
CU <sub>1</sub>	38,031	29,827	2,101	0,300	1,847	14,196	6
CU <sub>2</sub>	39,220	30,247	2,465	0,307	1,962	12,272	6
CU <sub>3</sub>	37,115	29,158	2,606	0,297	1,868	11,189	6
SNI	≤ 50	9,8 – 32	> 0,4	> 0,1	> 0,2	10 – 20	-

#### 3.3.1. Aerasi dan Ukuran Bahan

Kebutuhan aerasi dihitung dengan persamaan menurut Haug (1993).

**Tabel 4. Jumlah Oksigen Total yang Masuk Pada Tiap Komposter (g O<sub>2</sub>)**

Jenis Bahan	Kontrol	Urea 0,3%	Urea 0,6%	Urea 0,9%
Daun	196.181	204.521	199.699	204.708
Sayur	165.374	131.515	116.873	135.710
Campuran	312.314	263.685	273.703	288.487

**Tabel 5. Kebutuhan Oksigen Tiap Bahan Kompos (g O<sub>2</sub>)**

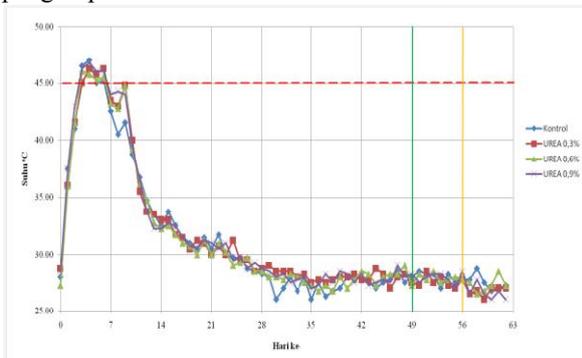
Kebutuhan Oksigen	Daun	Sayur	Campuran
<i>Stoichiometric</i>	690	6.480	1.380
<i>Moisture Content</i>	383	48.775	477
<i>Heat Removal</i>	11.616	62.730	14.632
<b>Total</b>	<b>12.689</b>	<b>117.985</b>	<b>16.489</b>

Berdasarkan hasil perhitungan aerasi yang masuk ke dalam komposter sudah mencukupi untuk pengomposan sampah daun, sampah sayuran, serta campuran. Isroi (2008) menjelaskan bahwa pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen (aerob). Aerasi secara alami akan terjadi pada saat terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara yang lebih dingin masuk ke dalam tumpukan kompos. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban).

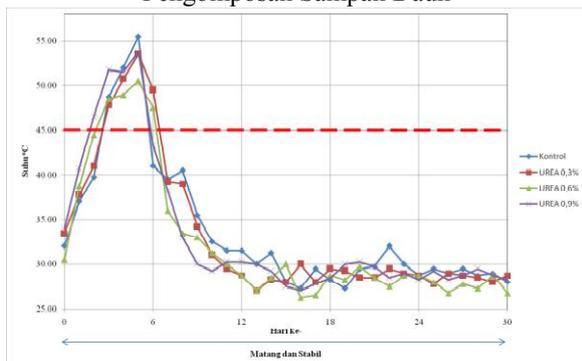
Ukuran bahan kompos dibuat sekitar 5 cm dengan cara dipotong atau dicacah. Menurut Setyorini, *et al.* (2006), ukuran bahan sekitar 5 - 10 cm sesuai untuk pengomposan ditinjau dari aspek sirkulasi udara yang mungkin terjadi. Aktivitas mikroba berada di antara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Di akhir proses pengomposan, ukuran bahan berubah menjadi semakin kecil hingga terdapat yang berbentuk butiran kecil, hal ini merupakan akibat proses dekomposisi oleh mikroorganisme selama pengomposan berlangsung.

### 3.3.2. Temperatur

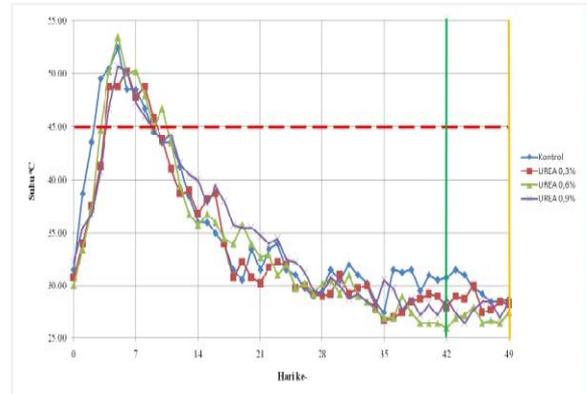
Pengukuran temperatur tumpukan tiap variasi bahan kompos dilakukan setiap hari selama proses pengomposan.



**Gambar 2.** Grafik Perubahan Temperatur Pada Pengomposan Sampah Daun



**Gambar 3.** Grafik Perubahan Temperatur Pada Pengomposan Sampah Sayuran



**Gambar 4.** Grafik Perubahan Temperatur Pada Pengomposan Sampah Campuran

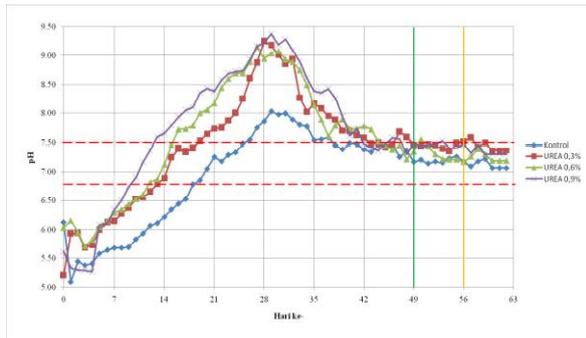
- — — Batas fase mesofilik dan termofilik (Cahaya, 2008)
- — — Batas fase matang dan fase stabil variasi kontrol dan urea 0,3 %
- — — Batas fase matang dan fase stabil variasi urea 0,6 % dan urea 0,9 %

Pada pengomposan sampah daun fase termofilik dicapai, tepatnya di hari ke 3 (tiga) sampai hari ke 6 (enam) pengomposan. Hal ini sesuai dengan penjelasan Sutanto (2002), di mana fase termofilik dimulai kurang lebih di hari ke tiga pengomposan. Peningkatan temperatur pada tumpukan kompos menunjukkan mikroorganisme sedang beraktivitas dengan baik dalam menguraikan bahan organik. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka temperatur akan berangsur-angsur mengalami penurunan (Isroi, 2008).

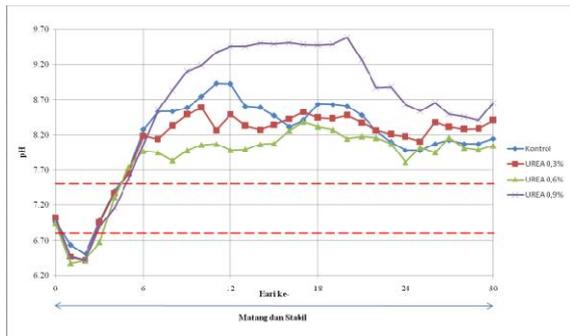
Setelah mencapai temperatur puncak, pengomposan mulai memasuki tahap pematangan dan pendinginan. Pada tahap ini, jumlah mikroorganisme termofilik berkurang karena bahan makanan bagi mikroorganisme ini juga berkurang, hal ini mengakibatkan organisme mesofilik mulai beraktivitas kembali. Organisme mesofilik tersebut akan merombak selulosa dan hemiselulosa yang tersisa dari proses sebelumnya menjadi gula yang lebih sederhana, tetapi kemampuannya tidak sebaik organisme termofilik. Bahan yang telah didekomposisi menurun jumlahnya dan panas yang dilepaskan relatif kecil (Cahaya, 2008).

### 3.3.3. pH

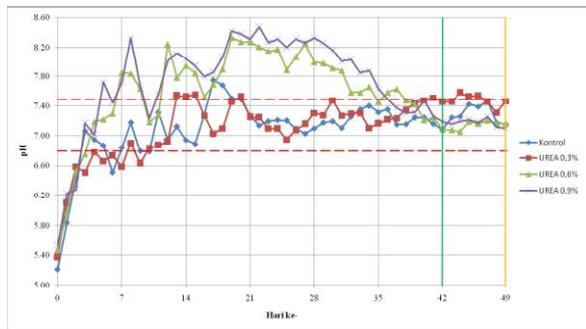
Pengukuran nilai pH tumpukan tiap variasi bahan kompos dilakukan setiap hari selama proses pengomposan. Menurut Sutanto (2002), pada prinsipnya bahan organik dengan nilai pH antara 3 dan 11 dapat dikomposkan, pH optimum berkisar antara 5,5 dan 8,0.



**Gambar 5.** Grafik Perubahan pH Pada Pengomposan Sampah Daun



**Gambar 6.** Grafik Perubahan pH Pada Pengomposan Sampah Sayuran



**Gambar 7.** Grafik Perubahan pH Pada Pengomposan Sampah Campuran

- Batas fase mesofilik dan termofilik (Cahaya, 2008)
- Batas fase matang dan fase stabil variasi kontrol dan urea 0,3 %
- Batas fase matang dan fase stabil variasi urea 0,6 % dan urea 0,9 %

Penurunan pH di awal pengomposan sempat terjadi pada pengomposan sampah daun, sampah sayuran, serta sampah campuran. Fahrudin (2010) menjelaskan bahwa derajat keasaman atau pH pada awal dekomposisi turun karena sejumlah mikroba tertentu pada bahan limbah organik menjadi asam organik, tetapi pada proses selanjutnya, mikroba jenis lainnya menggunakan asam organik tersebut yang akan menyebabkan pH menjadi naik kembali.

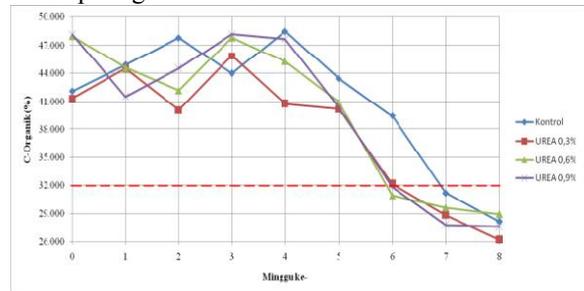
Di akhir pengomposan, kompos sampah daun dan sampah campuran telah memenuhi standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004 yaitu antara 6,8 dan 7,49. Namun, kompos sampah sayuran tidak memenuhi standar tersebut dan cenderung alkalis. Hal tersebut sesuai dengan penjelasan Lestari, *et al.* (2009), di mana penambahan urea pada kompos

sampah kota akan meningkatkan pH menjadi agak alkalis. Selanjutnya, Lestari (2013) menerangkan pula bahwa kenaikan pH dapat disebabkan oleh amonia yang diproduksi pada saat pengomposan. Amonia meningkatkan pH karena sifatnya yang basa.

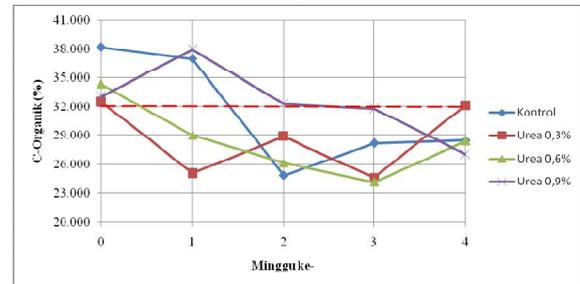
### 3.3.4. Kadar C-Organik

Analisis C-organik dilakukan setiap minggu selama proses pengomposan. Jannah (2003) menyebutkan bahwa ketika penguraian bahan organik terjadi, aktivitas mikroorganisme menghasilkan unsur C sehingga kadar C-organik meningkat. Kemudian pada saat kompos matang, pengurai akan mati dan kadar C-organik perlahan-lahan akan turun.

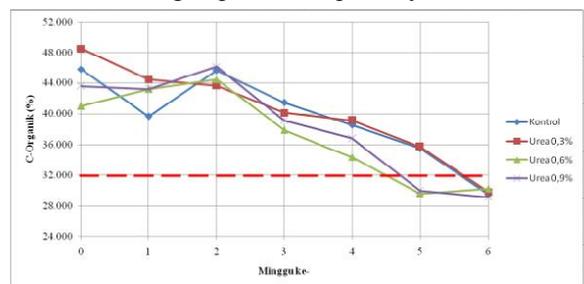
Menurut Rynk (1992), sampah daun mengandung karbon tinggi. Tingginya lignin dan selulosa tersebut membuat proses dekomposisi kompos variasi bahan sampah daun menghabiskan waktu paling lama untuk stabil.



**Gambar 8.** Grafik Perubahan C-Organik Pada Pengomposan Sampah Daun



**Gambar 9.** Grafik Perubahan C-Organik Pada Pengomposan Sampah Sayuran



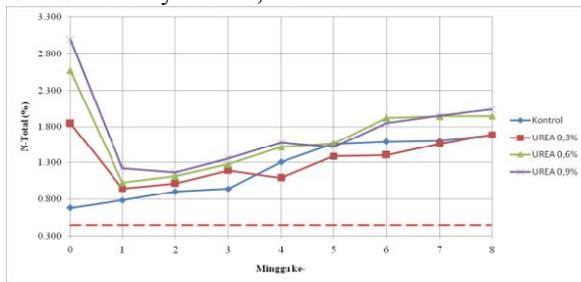
**Gambar 10.** Grafik Perubahan C-Organik Pada Pengomposan Sampah Campuran

Pada grafik perubahan kadar C-organik kompos variasi bahan sampah sayuran di atas terlihat terjadi fluktuasi. Ketika kadar C-organik mengalami penurunan, menurut Lestari, *et al.* (2009), penurunan kandungan C-Organik pada kompos sampah sayuran yang diperkaya dengan urea dapat disebabkan oleh meningkatnya aktivitas mikroorganisme karena adanya tambahan nitrogen dari pupuk urea. Secara

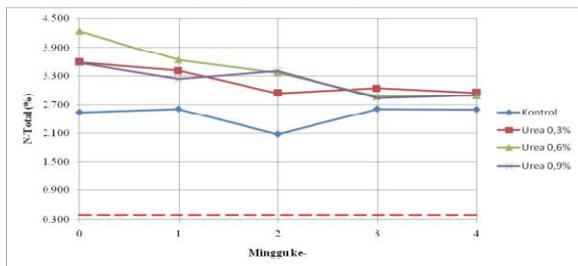
keseluruhan variasi baik kontrol maupun bahan diperkaya, kadar akhir C-organik kompos berada pada standar yang disyaratkan oleh SNI 19-7030-2004 yaitu 9,8 – 32%.

### 3.3.5. Kadar N-Total

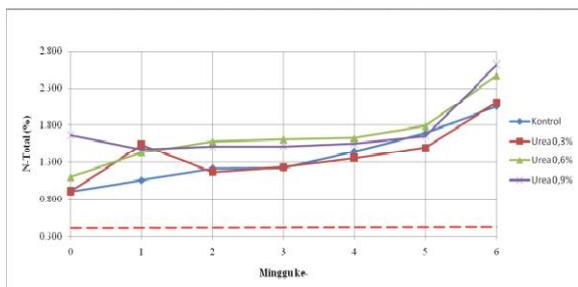
Nitrogen (N) merupakan unsur hara makro utama yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Nitrogen penting bagi pembentukan protein dan reproduksi tanaman (Rynk, 1992). Secara garis besar, hampir seluruh variasi bahan kompos pada awalnya mengalami penurunan kemudian semakin meningkat hingga di minggu terakhir kompos dinyatakan matang dan stabil dan telah memenuhi standar kompos matang yang disebutkan dalam SNI 19-7030-2004 yaitu  $> 0,4\%$ .



**Gambar 11.** Grafik Perubahan N-Total Pada Pengomposan Sampah Daun



**Gambar 12.** Grafik Perubahan N-Total Pada Pengomposan Sampah Sayuran



**Gambar 13.** Grafik Perubahan N-Total Pada Pengomposan Sampah Campuran

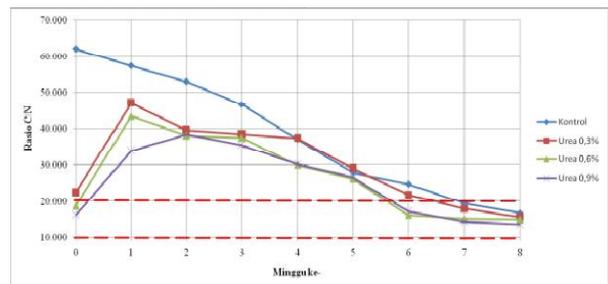
Peningkatan kadar nitrogen dapat terjadi karena padatan tervolatil atau bahan organik yang terdegradasi lebih besar dibandingkan  $\text{NH}_3$  yang tervolatilisasi (Bernal, *et al.*, 1998). Selain itu, peningkatan N-total juga dipengaruhi oleh urea yang mengandung kadar nitrogen yang cukup tinggi (46,196 %). Menurut Intan (2013), penurunan kadar N-total pada ketiga variasi kompos diperkaya urea di awal pengomposan terjadi karena dalam proses pengomposan nitrogen organik terlebih dahulu diubah menjadi ammonia ( $\text{NH}_3$ ) yang mudah menguap. Jika dibandingkan dengan variasi bahan lain, sampah

sayuran mengandung kadar N-total yang tinggi, meskipun berdasarkan grafik di atas terlihat kadar N-total cenderung menurun. Rynk (1992) menjelaskan bahwa jika rasio C/N awal kompos rendah, di bawah 15:1, kehilangan nitrogen mungkin cukup besar sehingga menyebabkan sedikit perubahan dalam rasio C/N.

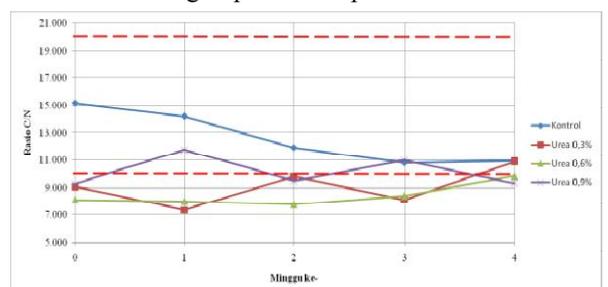
### 3.3.6. Rasio C/N

Perhitungan rasio C/N dilakukan setiap minggu selama pengomposan setelah pengujian kadar C-organik dan N-total. Menurut Sutanto (2002), prinsip pengomposan adalah menurunkan nilai rasio C/N bahan hingga sama dengan nilai rasio C/N tanah yaitu 10 – 12 atau kurang dari 20.

Pengomposan sampah daun memakan waktu hingga 8 (delapan) minggu, hal tersebut karena nilai rasio C/N belum stabil menurut Mangkoedihardjo (2010) yaitu  $\leq 15$  sampai di minggu ke delapan tersebut. Berdasarkan rasio C/N masing-masing variasi kompos sampah daun dapat dikatakan bahwa dosis optimum urea yang ditambahkan untuk memperkaya kompos adalah kompos yang diperkaya urea 0,9% karena dari ke empat macam variasi kompos tersebut kompos yang diperkaya urea 0,9% memiliki nilai rasio C/N yang paling kecil dan mendekati rasio C/N tanah.



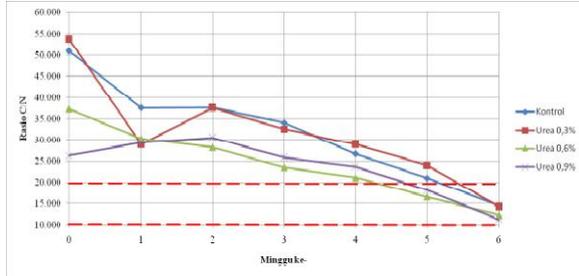
**Gambar 14.** Grafik Perubahan Rasio C/N Pada Pengomposan Sampah Daun



**Gambar 15.** Grafik Perubahan Rasio C/N Pada Pengomposan Sampah Sayuran

Menurut Rynk (1992), karbon atau nitrogen yang berlebih ataupun kurang mempengaruhi proses pengomposan. Mikroorganisme menggunakan karbon untuk pertumbuhan dan energi sementara nitrogen penting bagi protein dan reproduksi. Oleh karena itu, penting untuk menyediakan karbon dan nitrogen dengan porsi yang cukup. Nilai rasio C/N di bawah 20:1 mengakibatkan karbon yang tersedia sepenuhnya digunakan tanpa menstabilkan semua nitrogen. Akibatnya, kelebihan nitrogen kemudian dapat hilang ke atmosfer sebagai amonia atau *nitrous oxide* dan bau dapat menjadi masalah pula. Pengomposan sampah

sayuran berlangsung paling cepat, yaitu hanya 4 (empat) minggu. Hal ini sesuai dengan pendapat Polprasert (1996) bahwa C/N rasio akan lebih cepat turun (kompos cepat matang) pada bahan dasar kompos yang memiliki kandungan nitrogen yang cukup dan mendapat tambahan nitrogen.



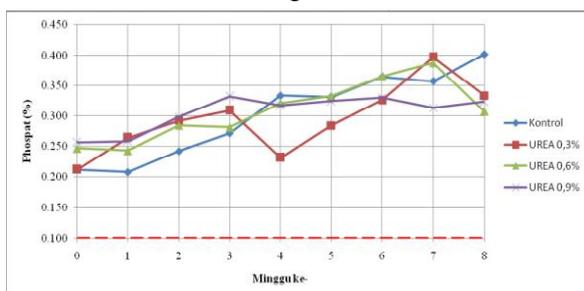
**Gambar 16.** Grafik Perubahan Rasio C/N Pada Pengomposan Sampah Campuran

Perubahan rasio C/N yang dialami kompos variasi bahan sampah campuran cenderung mengalami penurunan. Hal tersebut akibat kadar C-organik dan N-total yang cukup baik selama proses pengomposan. Seluruh nilai rasio C/N kompos sampah campuran telah matang dan stabil di minggu ke 6 (enam) serta memenuhi SNI 19-7030-2004 karena berada di nilai 10 – 20. Berdasarkan rasio C/N masing-masing variasi kompos sampah campuran dapat dikatakan bahwa dosis optimum urea yang ditambahkan untuk memperkaya kompos adalah kompos yang diperkaya urea 0,9% karena dari ke empat macam variasi kompos tersebut kompos yang diperkaya urea 0,9% memiliki nilai rasio C/N yang paling kecil dan mendekati rasio C/N tanah.

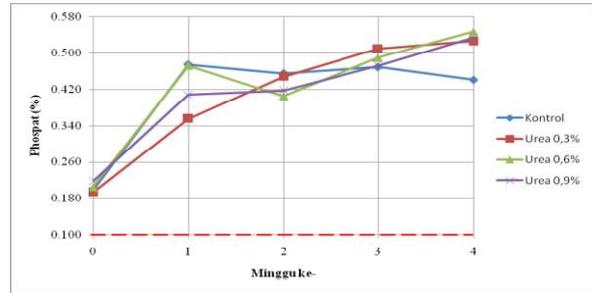
### 3.3.7. Kadar P-Total

Pengujian kadar P-total dilakukan setiap minggu selama proses pengomposan. Jannah (2003) menjelaskan bahwa tingginya kandungan P-total dalam kompos dapat disebabkan jumlah fosfor yang terkandung di dalam bahan baku yang digunakan serta banyaknya mikroorganisme dalam proses pengomposan. Seluruh variasi kompos telah matang dan stabil serta memenuhi SNI 19-7030-2004 yaitu kadar P-total lebih dari 0,1%.

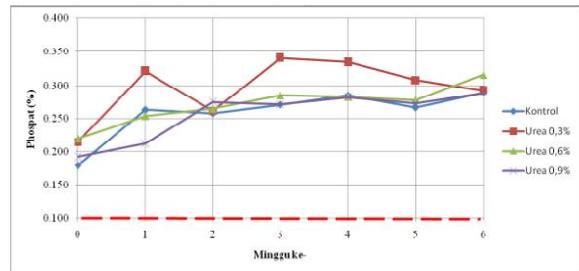
Menurut Lestari, *et al.* (2009) penurunan P total pada kompos sampah daun diperkaya urea diduga akibat dari penambahan N yang berasal dari urea, jasad mikro memperoleh cukup N bahkan berlebih dari yang dibutuhkan jasad mikro, namun tidak dimbangi dengan ketersediaan unsur P, sehingga unsur ini menjadi faktor pembatas aktivitas jasad mikro dalam merombak bahan organik.



**Gambar 17.** Grafik Perubahan Kadar P-Total Pada Pengomposan Sampah Daun



**Gambar 18.** Grafik Perubahan Kadar P-Total Pada Pengomposan Sampah Sayuran

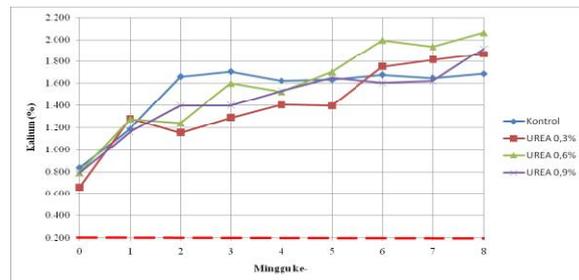


**Gambar 19.** Grafik Perubahan Kadar P-Total Pada Pengomposan Sampah Campuran

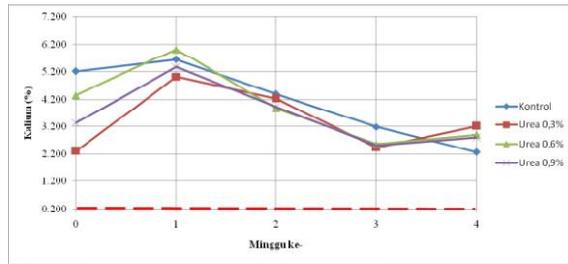
Murbandono (2000) menyatakan bahwa terjadi pengikatan beberapa jenis unsur hara di dalam tubuh jasad renik, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Unsur-unsur tersebut akan terlepas kembali bila jasad renik tersebut mati. Kadar P akan jauh meningkat dan akan menjadi sangat tinggi bila bahan pengkaya yang digunakan adalah urea (Lestari, *et al.*, 2009).

### 3.3.8. Kadar K-Total

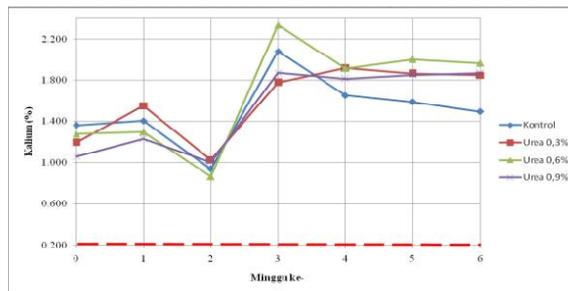
Kadar K-total diuji setiap minggu selama proses pengomposan hingga kompos matang dan stabil. Unsur Kalium berperan dalam proses asimilasi pada tanaman. Mekanisme terbuka dan tertutupnya stomata dipengaruhi oleh keberadaan ion K, bila stomata terbuka berarti proses fisiologi pada tanaman akan berlangsung dengan baik, terutama proses fiksasi CO<sub>2</sub> yang akan menghasilkan asimilat untuk memenuhi kebutuhan hidup tanaman (Surtinah, 2013). Pengujian kadar K-total awal seluruh variasi kompos sudah cukup tinggi, melebihi yang disyaratkan SNI 19-7030-2004 yaitu lebih dari 0,2%.



**Gambar 20.** Grafik Perubahan Kadar K-Total Pada Pengomposan Sampah Daun



**Gambar 21.** Grafik Perubahan Kadar K-Total Pada Pengomposan Sampah Sayuran



**Gambar 22.** Grafik Perubahan Kadar K-Total Pada Pengomposan Sampah Campuran

Penurunan yang sempat terjadi selama proses pengomposan menurut Wibawati (2013) dikarenakan unsur kalium yang dihasilkan dari aktivitas perombakan bahan organik yang dilakukan mikroorganisme dipengaruhi oleh faktor nutrisi mikroorganisme tersebut sedikit, terutama karbon yang berfungsi sebagai sumber energi dan nitrogen yang digunakan untuk membangun sel. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa penambahan urea sebagai bahan pemerkaya pada kompos mempengaruhi kadar K-total yang lebih tinggi dibandingkan kompos yang tidak diperkaya. Kalium digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan substrat sebagai katalisator, dengan kehadiran bakteri dan aktivitasnya akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium.

### 3.3.9. Rasio BOD<sub>5</sub>/COD

Kompos yang telah matang menurut SNI 19-7030-2004 adalah ketika nilai rasio C/N berada di antara 10 – 20. Sedangkan kompos yang telah stabil ditandai dari kadar COD dan BOD kompos. Menurut Mangkoedihardjo (2006), kompos yang telah stabil dapat diketahui dari uji BOD<sub>5</sub> dan uji COD, di mana untuk dikatakan stabil kompos harus memiliki nilai BOD<sub>5</sub> < 100 mg/L, nilai COD < 500 mg/L, dan rasio BOD<sub>5</sub>/COD < 0,1. Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa ketiga macam variasi bahan kompos mencapai kondisi yang stabil di waktu yang berbeda-beda.

**Tabel 6.** Nilai BOD, COD, dan Rasio BOD/COD Kompos Matang dan Stabil

Variasi	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	COD (mg/L)	Rasio BOD <sub>5</sub> /COD	Minggu Stabil
DK	52.33	499.43	0.105	8
DU <sub>1</sub>	35.85	400.10	0.090	8
DU <sub>2</sub>	19.38	390.77	0.050	7
DU <sub>3</sub>	20.35	384.60	0.053	7
SK	24.19	350.38	0.069	4
SU <sub>1</sub>	17.13	271.75	0.063	4
SU <sub>2</sub>	20.16	261.25	0.077	4
SU <sub>3</sub>	9.07	127.00	0.071	4
CK	27.13	367.77	0.074	6
CU <sub>1</sub>	29.07	384.10	0.076	6
CU <sub>2</sub>	25.19	384.10	0.066	6
CU <sub>3</sub>	15.50	386.60	0.040	6
Mangkoedihardjo, (2006)	< 100	< 500	< 0.1	-

### 3.3.10. Unsur Mikro

Unsur hara mikro berfungsi sebagai komponen penting bagi enzim-enzim pada tanaman, tetapi diperlukan dalam jumlah yang sangat kecil, bila terlalu banyak dapat menjadi toksik (Fauzi, 2008). Hasil pengomposan sampah daun, sampah sayuran, serta campurannya menunjukkan kandungan unsur mikro Fe, Mn, Zn, dan Cu memenuhi standar SNI 19-7030-2004 yaitu masih di bawah batas maksimal sehingga tidak berbahaya jika diterapkan pada tanaman.

**Tabel 7.** Kandungan Unsur Mikro Kompos Matang dan Stabil

Variasi	Fe (%)	Mn (%)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
DK	49 x 10 <sup>-7</sup>	46 x 10 <sup>-9</sup>	0.161	0.113
DU <sub>1</sub>	0	65 x 10 <sup>-9</sup>	0.146	0.038
DU <sub>2</sub>	0	12 x 10 <sup>-8</sup>	0.175	0.166
DU <sub>3</sub>	15 x 10 <sup>-7</sup>	13 x 10 <sup>-8</sup>	0.17	0.079
SK	3 x 10 <sup>-5</sup>	32 x 10 <sup>-8</sup>	0.022	0.162
SU <sub>1</sub>	52 x 10 <sup>-6</sup>	77 x 10 <sup>-8</sup>	0.027	0
SU <sub>2</sub>	17 x 10 <sup>-6</sup>	49 x 10 <sup>-8</sup>	0.03	0.054
SU <sub>3</sub>	14 x 10 <sup>-6</sup>	38 x 10 <sup>-8</sup>	0.023	0
CK	51 x 10 <sup>-7</sup>	48 x 10 <sup>-9</sup>	0.168	0.118
CU <sub>1</sub>	0	62 x 10 <sup>-9</sup>	0.14	0.036
CU <sub>2</sub>	0	11 x 10 <sup>-8</sup>	0.157	0.149
CU <sub>3</sub>	14 x 10 <sup>-7</sup>	12 x 10 <sup>-8</sup>	0.156	0.072
SNI	< 2	< 0.1	< 500	< 100

### 3.3.11. Kandungan Mikrobiologi

Menurut Dazell, *et al.* (1987) dalam sistem pengomposan secara aerobik, temperatur yang tinggi sangat diharapkan, sebab salah satu tujuan dan sistem pengomposan aerobik adalah mematikan bibit penyakit mikroorganisme patogen dan benih gulma yang ada dalam limbah organik. Penelitian awal oleh *The Canadian Council of Ministers of the Environment* (2005) menunjukkan bahwa beberapa kompos mungkin memiliki jumlah koliform fekal tinggi karena bakteri dari lingkungan asal dan tidak dari tinja. Dengan demikian, koliform fekal mungkin tidak menjadi indikator yang dapat diandalkan sebagai tingkat patogen dalam semua keadaan. Dalam kasus di mana tingkat koliform fekal tinggi diduga terjadi

karena pencemaran lingkungan, sehingga analisis tambahan untuk *Escherichia coli* harus dilakukan.

Pada analisis keberadaan total koliform pada kompos, diketahui bahwa seluruh sampel uji mengandung total koliform berada di bawah baku mutu SNI 19-7030-2004 yaitu tidak lebih dari 1000 MPN/gram.

**Tabel 8.** Kandungan Mikrobiologi Kompos Matang dan Stabil

Variasi	Total Coliform (MPN/gr)	Variasi	Total Coliform (MPN/gr)
DK	-	SU <sub>2</sub>	-
DU <sub>1</sub>	-	SU <sub>3</sub>	-
DU <sub>2</sub>	-	CK	-
DU <sub>3</sub>	2	CU <sub>1</sub>	-
SK	1	CU <sub>2</sub>	-
SU <sub>1</sub>	-	CU <sub>3</sub>	1
SNI		< 1000	

#### 4. Kesimpulan

1. Pemberian urea sebagai bahan pemer kaya kompos memberikan pengaruh pada kualitas kompos matang dan stabil seluruh bahan baku kompos karena memiliki hubungan signifikansi yang kuat, di mana hampir seluruhnya telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.
2. Dosis optimum urea pada variasi bahan kompos sampah daun, sampah sayuran, dan sampah campuran adalah kompos yang diperkaya dengan urea dosis 0,9 %. Kemudian, bahan baku kompos yang paling optimum atau baik dalam pengomposan matang dan stabil ini adalah kompos dengan bahan baku sampah campuran.

#### 5. Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengomposan sampah sayuran diperkaya urea dengan dosis yang lebih kecil.
2. Aerasi dan kadar air saat pengomposan harus dipantau lebih ketat terkait dengan pencapaian proses pengomposan yang lebih optimal.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kondisi pH yang basa pada pengomposan sampah sayuran.
4. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai analisis biodegradabilitas dan toksisitas pada pengomposan sampah daun, sampah sayuran, dan sampah campuran diperkaya urea.

#### 6. Daftar Pustaka

Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.

Cahaya, A.T.S. dan Dody A.N. 2008. *Pembuatan Kompos dengan Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayuran dan Ampas Tebu)*.

Semarang: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Fauzi, A. 2008. *Analisa Kadar Unsur Hara Karbon Organik dan Nitrogen di dalam Tanah Perkebunan Kelapa Sawit Bengkalis Riau. Tugas Akhir*. Medan: USU Repository.

Haug, R. T. 1993. *The Practical Handbook of Compost Engineering*. USA: Lewis Publishers.

Intan, B. L. 2013. *Pengomposan Sludge Hasil Pengolahan Limbah Cair PT. Indofood CBP dengan Penambahan Lumpur Aktif dan EM4 dengan Variasi Sampah Domestik dan Kulit Bawang. Skripsi*. Semarang: Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Isroi. 2008. *Kompos*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia.

Jannah, M. 2003. *Evaluasi Kualitas Kompos dari Berbagai Kota sebagai Dasar dalam Pembuatan SOP (Standard Operating Procedure) Pengomposan. Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Kurniawan, H.N.A., S. Kumalaningsih, dan A. Febrianto. 2013. *Pengaruh Penambahan Konsentrasi Microbacter Alfaafa-11 (MA-11) dan Penambahan Urea Terhadap Kualitas Pupuk Kompos dari Kombinasi Kulit dan Jerami Nangka dengan Kotoran Kelinci*. Malang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.

Mangkoedihardjo, S. 2006. *Revaluation of Maturity and Stability Indices for Compost*. *J. Appl. Sci. Environ. Mgt.* Vol. 10 (3), 83 – 85.

Mulyani, H. 2014. *Buku Ajar Kajian Teori dan Aplikasi Optimasi Perancangan Model Pengomposan*. Jakarta: CV. Trans Info Media.

Murbandono, L. 2000. *Membuat Kompos. Edisi Revisi*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Polpraset, C. 1996. *Organic Waste Recycling Environment*. Thailand: Asian Institut of Technology Bangkok.

Rynk, R., M. van de Kamp, G.B. Willson, M.E. Singley, T.L. Richard, J.J. Kolega, F.R. Gouin, L. Laliberty Jr., D. Kay, D.W. Murphy, H.A.J. Hoitink, and W.F. Brinton. 1992. *On-Farm Composting Handbook*. New York : The Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension.

Sertua, H.J., A. Lubis, dan P. Marbun. 2014. *Aplikasi Kompos Ganggang Cokelat (Sargassum polycystum) Diperkaya Pupuk N, P, K Terhadap Inseptisol dan Jagung. Jurnal Online Agroekoteknologi*. Vol.2, No.4 : 1538 – 1544.

Setiyo, Y. 2007. *Kajian Tingkat Pencemaran Udara Oleh Gas NH<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>S Pada Proses Pengomposan Secara Aerob*. *Agrotekno* Vol 13, Nomor 1, Pebruari 2007 – 25.

Setyorini, D., R. Saraswati, dan E.K. Anwar. 2006. *Kompos*. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.



- Surtinah. 2013. *Pengujian Kandungan Unsur Hara dalam Kompos yang Berasal dari Serasah Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*)*. Jurnal Ilmiah Pertanian Vol. 11, No. 1. Agustus 2013
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- The Canadian Council of Ministers of the Environment*. 2005. *Guidelines for Compost Quality*. Canada: Canadian Council of Ministers of the Environment.
- Wahyono, S., F.L. Sahwan, dan F. Suryanto. 2003. *Mengolah Sampah Menjadi Kompos Sistem Open Windrow Bergulir Skala Kawasan*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Wibawati, R. E. 2013. *Rasio C/N, Kandungan Kalium (K), Keasaman (pH), dan Bau Kompos Hasil Pengomposan Sampah Organik Pasar dengan Starter Kotoran Sapi (*Bos taurus*) dalam Berbagai Dosis*. Skripsi. Semarang: IKIP PGRI Semarang.