

Pengaruh Penggunaan Substrat pada Pengomposan Secara Anaerob Menggunakan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dari Limbah Media Jamur Merang
Effect of Substrate Use on Anaerobic Composting Using Empty Fruit Bunch (EFB) from Mushroom Media Waste

Supriyanto

Dosen Program Studi Produksi dan Manajemen Industri Perkebunan
Politeknik Negeri Lampung

Email : Supriyanto@polinela.ac.id

Abstract

The anaerobic decomposition process of organic matter in EFB from straw mushroom media waste with the addition of substrates from manur, sludge, EM4 and POME is an alternative treatment of organic material by producing compost and biogas. This study aims to determine the effect of the use of substrate in the composting process of EFB from the waste media of straw mushrooms and the content of chemical nutrients in compost EFB with anaerobic fermentation. The composting process is carried out by inserting EFB in anaerobic bioreactors and adding substrates containing the starter. During the decomposition process observations were carried out every week and every two weeks. The parameters analyzed are temperature, pH, C/N, available P, K-dd and biogas volume. The results showed that the anaerobic organic matter decomposition process carried out for 8 weeks contained the highest biogas production when treated using a substrate from EM4 with a biogas volume of 10L / day with temperatures reaching 30oC having a pH characteristic of 8.79; Nitrogen 1.04 - 1.68%, C-organic 15.30%, C / N 11.71, P-available 0.69 and K-dd 1.13%.

Keywords : Compost, EFB, Anaerobic, Biogas

Abstrak

Proses dekomposisi bahan organik secara anaerob pada TKKS dari limbah media jamur merang dengan penambahan substrat yang berasal dari manur, *sludge*, EM4 dan LCPKS merupakan alternatif pengolahan bahan organik dengan menghasilkan kompos dan biogas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan substrat pada proses pengomposan TKKS dari limbah media jamur merang dan kandungan unsur hara kimia pada kompos TKKS dengan fermentasi secara anaerob. Proses pengomposan dilakukan dengan memasukkan TKKS pada bioreaktor anaerob dan ditambahkan substrat yang mengandung stater. Selama proses dekomposisi pengamatan dilakukan setiap minggu dan tiap dua minggu. Parameter yang dianalisa adalah temperatur, pH, C-N, P-tersedia, K-dd dan volume biogas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses dekomposisi bahan organik secara anaerob yang dilaksanakan selama 8 minggu terdapat produksi biogas yang tertinggi pada perlakuan menggunakan substrat dari EM4 dengan volume biogas 10L/hari dengan temperatur mencapai

30°C mempunyai karakteristik pH 8,79; Nitrogen 1,04 – 1,68 %, C-organik 15,30%, C/N 11,71, P-tersedia 0,69 dan K-dd 1,13%.

Kata kunci : Kompos, TKKS, Anaerob, Biogas

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan penghasil CPO (*Crude Palm Oil*) terbesar di dunia. Berdasarkan data yang diterbitkan oleh *Index Mundi*, bahwa produksi CPO Indonesia mencapai 43 juta ton pada tahun 2019 (Barrientos, 2019). Produksi tersebut dihasilkan dari berbagai provinsi yang ada di Indonesia. Lampung merupakan salah satu provinsi penghasil minyak sawit di Indonesia. Peningkatan produksi minyak ini akan berdampak pada produk hasil samping dari industri sawit tersebut seperti Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS), tandan kosong kelapa sawit, serat serabut kelapa sawit dan cangkang sawit.

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan produk hasil samping terbesar yang dihasilkan oleh suatu Pabrik perkebunan kelapa sawit. Pada proses pengolahan setiap 1 ton kelapa sawit dari tandan buah segar menjadi minyak sawit mentah akan menghasilkan CPO sebanyak 14 – 22,5 % atau 140 -225 kg, LCPKS sebanyak 0,75 – 0,9 m³ (Saroni, 2013), cangkang sawit kurang lebih 6,5%

atau 65 kg dan 22 – 23 % TKKS atau 220 – 230 kg TKKS (Susanto et al., 2017). Jika produksi CPO di provinsi Lampung pada tahun 2017 mencapai 490.985 ton (Dirjenbun, 2018), maka TKKS yang dihasilkan akan mencapai 771.547 ton. Jumlah ini merupakan jumlah yang sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai cadangan sumber hara di Provinsi Lampung terutama pada perkebunan sawit.

Aplikasi pemanfaatan TKKS telah banyak digunakan untuk berbagai jenis kegiatan pertanian seperti, pemanfaatan TKKS sebagai mulsa pada perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Sorolangun (Ullyta et al., 2017). Pemanfaatan TKKS sebagai bahan pulp untuk pembuatan kertas (Indriati & Elyani, 2018). Pemanfaatan TKKS sebagai bahan material pembuatan surfaktan (Ardinal & Rif'at, 2017). Pemanfaatan TKKS sebagai bahan baku pembuatan *xylitol* (Mardawati et al., 2020). Penggunaan TKKS juga dapat dijadikan sebagai sumber pupuk kompos sebagai pengganti pupuk kimia yang dapat digunakan pada pabrik kelapa sawit.

Penggunaan pupuk kimia seperti Urea, TSP dan KCl pada industri kelapa

sawit merupakan pembiayaan yang cukup besar pada suatu industri perkebunan sawit. Karakteristik pada TKKS yang telah dikomposkan mempunyai kandungan Nitrogen (N) sebesar 1,12 %, Fosfor (P_2O_5) 0,49 %, Kalium K_2O 1,43 % dan C-Organik 7,76 % (Rahmawati, 2017). Penggunaan TKKS akan mampu menekan biaya penggunaan pupuk kimia. Apabila TKKS tersebut dapat digunakan sebagai kompos maka akan menghemat penggunaan Urea sebesar 33.776 – 36.691 ton, SP36 7.072 – 8.358 ton dan KCl 131.163 – 157.267 ton.

TKKS sebagian besar terdiri dari lignin dan selulosa sehingga TKKS sering disebut juga lignoselulosa. Lignin tersusun dari ikatan karbon yang sangat sulit didegradasi karena memiliki struktur yang kompleks dan heterogen serta berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam

jaringan tanaman. Proses degradasi lignin yang paling banyak dilakukan adalah secara mikrobiologi. Perombakan lignin secara mikrobiologi pada umumnya menggunakan bakteri aerob lignolitik (Widiastuti et al., 2015). Selain bakteri lignolitik degradasi lignin juga dapat dilakukan oleh jamur (Fuadi, 2016). TKKS yang telah digunakan sebagai media jamur mempunyai nilai lignin yang rendah. Oleh sebab itu pemanfaatan TKKS yang telah digunakan sebagai media jamur sebagai bahan untuk pembuatan kompos akan mampu mempercepat perombakan bahan organik yang terdapat pada TKKS.

TKKS tersusun dari beberapa bagian jaringan bahan organik, yang dapat didegradasi baik secara fisik, kimia maupun mikrobiologi. Secara umum kandungan komposisi dari TKKS dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Komposisi dari tandan kosong kelapa sawit (per satuan berat kering)

Komposisi			Referensi
Selulosa	Hemiselulosa	Lignin	
42,85%	11,70%	24,01%	Rahman et al., 2007
33,25%	23,24%	25,83%	Sudiyani et al., 2013
33,25%	23,24%	25,83%	Millati et al., 2011
43,47%	23,63%	22,10%	Mardawati et al., 2014

Lignin merupakan bagian TKKS yang sangat sulit didegradasi. Lignin adalah polimer alami dari molekul – molekul polifenol 4-hydroxyphenyl

propanoid yang berikatan dengan eter dan ikatan-ikatan karbon yang berfungsi sebagai pengikat sel – sel kayu satu sama lain, sehingga kayu menjadi keras dan

kaku (de Gonzalo et al., 2016). Beberapa penelitian dilakukan untuk mendegradasi bakteri aktinomiset, bakteri aktinomiset secara umum banyak didapatkan pada tanah yang di atasnya terdapat kayu yang sudah lapuk atau di TKKS yang digunakan sebagai mulsa pada perkebunan sawit (Budiarti dan Kartika, 2016). Pemanfaatan lainnya TKKS dapat digunakan sebagai media jamur merang (Fuadi, 2016)

Degradasi menggunakan jamur mempunyai keuntungan yang ganda selain sebagai media jamur yang murah dan ketersediaannya yang banyak, kandungan lignin pada TKKS akan terdegradasi oleh jamur tersebut. Sehingga pemanfaatan media jamur TKKS sebagai bahan baku pembuatan kompos mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Proses dekomposisi bahan organik pada TKKS yang telah digunakan sebagai media jamur secara umum banyak dilakukan secara aerob karena cukup mudah dalam proses pelaksanaannya, namun pada proses ini dapat mengakibatkan aroma yang tidak sedap pada saat proses pengomposan (Rincón et al., 2019). Sehingga pada penelitian ini proses dekomposisi dilakukan secara anaerob. Selain mendapatkan kompos juga pada proses ini akan dihasilkan biogas sebagai sumber energi. Berdasarkan pertimbangan bahwa proses pengomposan

dapat ditingkatkan efektifitasnya dengan penambahan substrat sebagai stater, maka penting dilakukan evaluasi terhadap kemampuan beberapa substrat yang mengandung stater untuk proses pendegradasi TKKS sebagai bahan organik menjadi kompos. Evaluasi tersebut menggunakan beberapa substrat ataupun lumpur yang mengandung mikroorganisme seperti sludge dari kolam anaerob, limbah cair pabrik kelapa sawit, manur sapi, dan EM4. Bahan-bahan tersebut pada umumnya banyak mengandung *actinomiset*. Penambahan *actinomiset* pada kompos dapat meningkatkan 50% -100% proses humifikasi pada kompos (Zhao et al., 2017).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan substrat pada proses pengomposan TKKS dari limbah media jamur dan mengetahui peningkatan unsur hara kimia pada kompos TKKS dengan fermentasi secara anaerob.

METODELOGI

Rancangan penelitian menggunakan eksperimen laboratorium. Kegiatan dilaksanakan di Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung. Metode penelitian yang digunakan adalah metode

deskriptif dengan menyajikan hasil pengamatan dalam bentuk grafik dan dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan 15 bioreaktor kapasitas masing masing 30 L. Perlakuan menggunakan 5 jenis perlakuan yaitu kontrol, sludge, manur, EM4 dan LCPKS serta dilakukan dengan 3 kali ulangan.

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2019-Oktober 2019 dengan menggunakan bahan TKKS didapatkan dari PTPN 7 Bekri Lampung Tengah. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spectrophotometer Hitachi U2900, autoklaf, timbangan analitik, pH meter, Atomic absorption spectrophotometer (AAS) Shimadzu AA7000, microwave, rotary shaking incubator, hot plate, magnetic stirrer, oven, sentrifus, vortex, burett, kjeldahl distillation, muffle furnace, , labu kjeldahl. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah TKKS yang telah dicacah, K_2HPO_4 , H_2SO_4 pekat, $FeSO_4$, K_2SO_4 , $MgSO_4$, HNO_3 , $NaOH$, Na_2SO_4 , $K_2Cr_2O_7$, $SrCl_2 \cdot 6H_2O$, selulosa, akuades, guaiokol, polypepton, alkohol, asamborat, HCl pekat, vanadium molybdate, gliserol, azomethine-H, larutan buffer, selenium black, standar kalium (K) dan standar fosfor (P),

Penelitian ini meliputi persiapan substrat yang berfungsi sebagai stater, proses pengomposan dan analisis kualitas kompos yang meliputi pengujian kandungan pH, Temperatur, C-Organik, Nitrogen, Fosfor, Kalium dan volume biogas.

Persiapan Substrat.

1. Kontrol

Kontrol merupakan penambahan air saja tanpa adanya substrat yang ditambahkan pada TKKS

2. *Sludge*

Sludge yang digunakan berasal dari kolam anaerob PTPN 7 pabrik Bekri Lampung Tengah. Aplikasi penggunaan *sludge* ini dapat langsung digunakan karena bakteri sebagai stater yang terdapat pada *sludge* tersebut sudah aktif dalam merombak bahan organik

3. Substrat dari *Effective Microorganism 4*

Penggunaan EM4 untuk pembuatan kompos harus diaktivasi stater yang terdapat pada EM4. Tahapan aktivasi yang dilakukan adalah dengan cara menambahkan 20 mL EM-4 dalam 1 liter larutan gula pasir (1%). Larutan kemudian diinkubasi selama 24 jam.

4. Manur

Pembuatan larutan kotoran sapi dilakukan dengan melarutkan sebanyak

3,3 kg kotoran sapi kedalam 10 liter diaduk, kemudian di saring dan diambil filtratnya (Supriyanto, 2016)

5. Limbah Cair Kelapa Sawit

Limbah Cair Kelapa Sawit yang digunakan merupakan LCPKS yang dihasilkan dari PKS PTPN7 Pabrik Bekri Lampung Tengah.

Proses Pengomposan TKKS

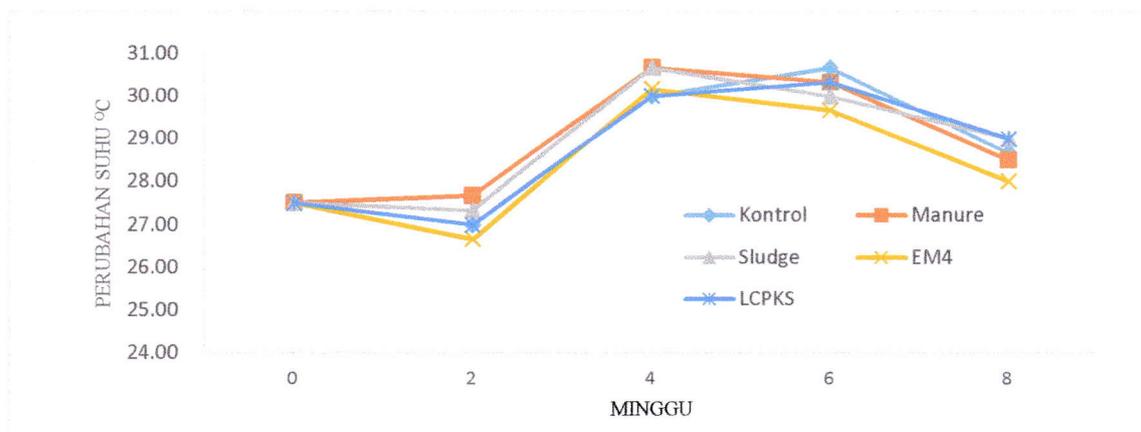
Proses pengomposan TKKS dilakukan dengan melakukan persiapan TKKS. Pada tahap persiapan TKKS, TKKS yang masih utuh dicacah dengan ukuran 2-5cm. Selanjutnya TKKS ditimbang sebanyak 2,5kg dan dimasukkan ke dalam reactor anaerob kapasitas 60 liter. Penambahan stater dilakukan dengan menambahkan 500 ml stater yang telah dibuat. Kemudian diinkubasi selama 1 bulan dan dianalisis untuk proses identifikasi tingkat kematangan dan

kualitas dari kompos tersebut dengan melakukan pengukuran N-total, Kalium, Fosfor dan C- Organik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perubahan suhu dan pH pada proses pengomposan

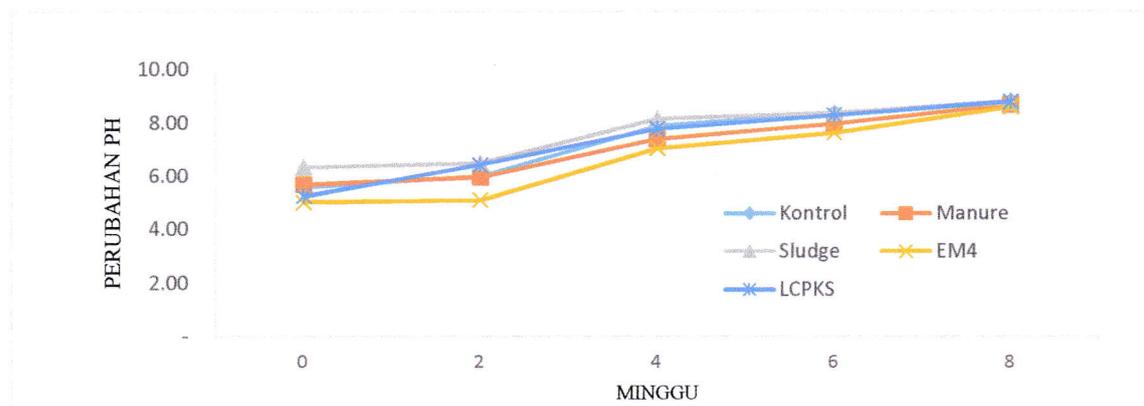
Proses dekomposisi bahan organik pada TKKS yang ditelah digunakan sebagai media jamur merang dilaksanakan selama 8 minggu. Penggunaan penambahan substrat pada pengomposan TKKS bekas media jamur dilakukan karena mempunyai manfaat secara ekonomi. Substrat yang digunakan merupakan substrat yang mudah didapatkan di masyarakat terutama di sekitar pabrik kelapa sawit. Hasil pengamatan perubahan suhu dan pH pada proses pengomposan TKKS dengan anaerob dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Perubahan temperatur pengomposan TKKS secara anaerob

Pengukuran temperatur pada kompos yang dilakukan selama 8 minggu sejak awal inkubasi sampai akhir pengamatan didapatkan hasil perubahan temperatur meningkat pada minggu ke 4 dan ke-6 hingga mencapai 30°C. Kemudian pada minggu ke-8 temperatur mulai turun (gambar 1). Temperatur awal inkubasi relatif tidak ada peningkatan karena pada tahap tersebut mikroba anaerob masih mendegradasi bahan organik (Yang et al., 2019). Peningkatan temperatur pada minggu ke-4 dan ke-6 diakibatkan oleh aktifitas bakteri metonogenesis dalam menghasilkan biogas setelah berakhirnya waktu aklimatisasi

selama 14 hari (2 minggu) diinkubasi dalam reaktor (Iriani et al., 2017). Selama proses aklimatisasi bakteri anaerob akan menghidrolisis bahan organik membentuk asam-asam organik seperti asam asetat dan asam butirat untuk dibentuk menjadi CO₂ dan gas metana. Pada minggu ke-6 sampai minggu ke-8 temperatur digester mengalami penurunan, proses ini sebagai indikasi bahwa bahan TKKS dalam digester sudah mencapai tingkat kematangan membentuk kompos. Pengamatan terhadap temperatur yang mengalami proses pengomposan secara bertahap menunjukkan tingkat kematangan suatu bahan kompos (He et al., 2018).



Gambar 2. Perubahan pH pengomposan TKKS secara anaerob

Hasil penukuran pH pada setiap perlakuan substrat mampu mencapai antara 8,58 – 8,79 dari pH awal 5,00. Peningkatan pH sampai minggu ke-2 mengalami peningkatan yang lambat. Peningkatan pH

pada proses pengomposan TKKS secara anaerob mengalami peningkatan setelah proses aklimatisasi atau setelah 2 minggu masa inkubasi (Gambar 2.). Secara keseluruhan baik kontrol ataupun aplikasi

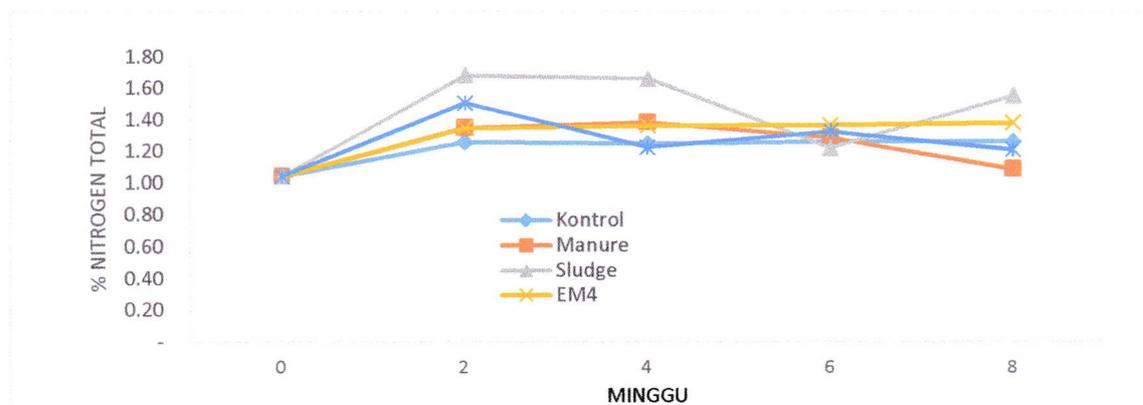
dengan penambahan substrat *sludge*, manur, Em4 dan LCPKS mengalami peningkatan yang hampir sama. Nilai pH mengalami peningkatan ketika pengomposan dimulai, hal ini terjadi karena sebagian besar bahan organik penghasil hayati dikonsumsi oleh mikroba bersamaan dengan kenaikan suhu yang cepat (Li et al., 2018). Peningkatan tersebut akibat dari asam-asam organik telah berubah menjadi CO₂ dan gas metana (Kamal, 2019), sehingga kandungan asam pada reaktor anaerob menjadi berkurang. Dampak dari berkurangnya asam organik dalam digester akan mengakibatkan peningkatan pH pada proses pengomposan.

kematangan suatu prose pengomposan bahan organik (Zhao et al., 2020) atau meningkatkan laju dekomposisi bahan orgnaik. Hasil pengukuran kandungan nitrogen selama proses pengomposan didapatkan bahwa perubahan kandungan nitrogen selama proses pengomposan tidak mengalami perubahan yang signifikan dan lebih cenderung stabil dengan rentang kandungan nitrogen 1,04% sampai 1,68% (Gambar 3). Kandungan nitrogen pada proses dekomposisi bahan organik secara anaerobik sangat berpengaruh terhadap waktu dekomposisi bahan organik. Hal ini karena tingginya kandungan nitrogen akan mempengaruhi pada proses hidrolisis bahan organik untuk membentuk asam organik seperti asam asetat dan didegradasi oleh bakteri metanogenesis menjadi metana (Ruiz-Sánchez et al., 2019).

B. Kandungan Nitrogen C-Organik dan C/N Rasio

1. Kandungan Nitrogen

Pada proses pengomposan nitrogen berfungsi untuk meningkatkan tingkat

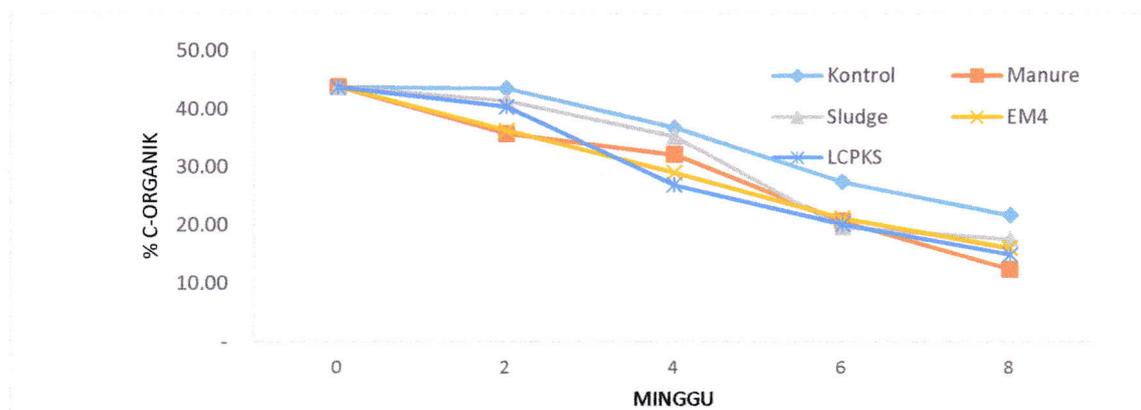


Gambar 3. Kandungan N-Total selama proses pengomposan

Nitrogen mempunyai peranan penting dalam proses pengomposan bahan organik. Banyaknya jumlah nitrogen dalam suatu bioreaktor akan mempengaruhi terhadap nilai pH dan perkembangbiakan mikroba dalam bioreaktor. Semakin banyak kandungan nitrogen dalam bioreaktor akan mengakibatkan meningkatnya pH pada reaktor tersebut (Tang et al., 2017). Hal ini akan berdampak pada semakin banyak mikroba yang akan mendekomposisi bahan organik yang membentuk metana dan karbondioksida selain menjadi kompos sebagai pupuk organik (Ziganshina et al., 2017).

2. Kandungan C-Organik

Perubahan kandungan C-organik selama proses pengomposan TKKS mengalami perubahan yang signifikan dari awal inkubasi sampai pada minggu ke-8. Secara umum aplikasi penggunaan substrat kompos pada proses pengomposan secara anaerob mengalami perubahan yang signifikan termasuk kontrol, tetapi penggunaan substrat sebagai ko-kompos pada pengolahan secara anaerob memiliki tingkat dekomposisi yang lebih baik dari pada kontrol terutama pada aplikasi substrat menggunakan manur (Gambar 4)



Gambar 4. Kandungan C-Organik selama proses pengomposan

Kandungan C-organik selama proses dekomposisi bahan organik mengalami perubahan yang signifikan pada aplikasi menggunakan substrat dibandingkan dengan kontrol. Rata-rata kandungan C-organik pada proses

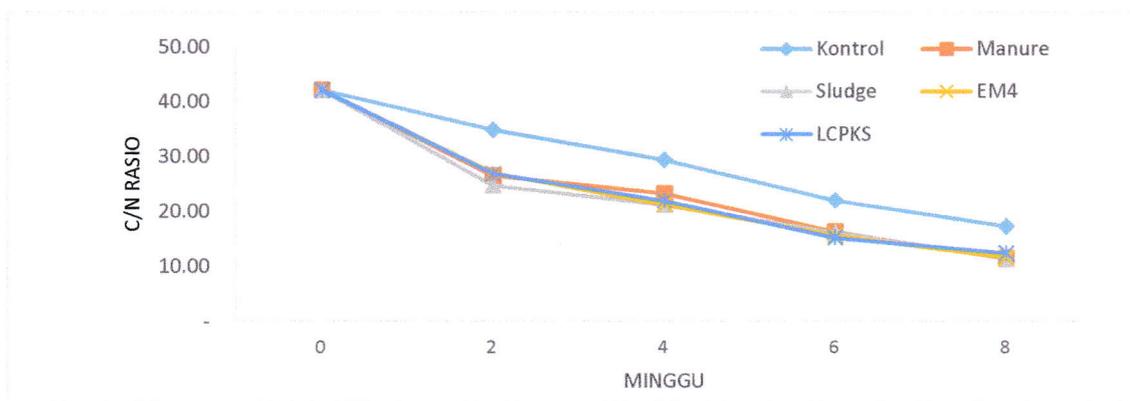
pengomposan secara anaerob menggunakan substrat mencapai 15,30% sedangkan kontrol mencapai 21,78%. Hal membuktikan bahwa bakteri anaerob mampu bekerja untuk merombak lignin

selulosa dan hemiselulosa (Malayil & Chanakya, 2019)

3. Kandungan C/N Rasio

Perubahan C/N Rasio merupakan indikator dari tingkat kematangan kompos. C/N Rasio pada selama proses pengomposan mengalami perubahan

terutama pada perlakuan menggunakan substrat. Pada aplikasi penggunaan substrat perubahan C/N rasio mengalami penurunan yang signifikan jika dibandingkan dengan kontrol dengan rata-rata mencapai 11,71 sedangkan pada kontrol mencapai 17,26 (Gambar 5)



Gambar 5. Perubahan C/N Rasio selama proses pengomposan

Dekomposisi TKKS yang telah digunakan sebagai media jamur merang secara anaerob dengan penambahan substrat dapat mencapai kematangan ketika lama inkubasi mencapai 8 minggu. Tingkat kematangan kompos TKKS dapat dilihat berdasarkan penurunan C/N rasio dari 42,13 menjadi 11,7. Hasil dapat dibandingkan terhadap penelitian pengkomposan bahan organik yang banyak mengandung lignoselulosa seperti jerami dan tanaman gandum secara anaerob, pada hasil penelitian tersebut didapatkan kandungan C/N rasion dapat turun

mencapai 15 (Akyol et al., 2019). Ketika dibandingkan dengan kontrol kandungan C/N rasio yang yang didapatkan lebih baik menggunakan substrat yaitu mencapai 72,22% sedangkan pada kontrol 62,53%. Penggunaan substrat pada pengomposan TKKS berdasarkan pada data C/N rasio (gambar 5) dapat dilakukan sampai 6 minggu saja. Waktu tersebut lebih efisien jika tidak menggunakan substrat yang mencapai 8 minggu. Hasil tersebut berdasarkan acuan bahwa kompos yang sudah matang ketikan perbandingan C/N

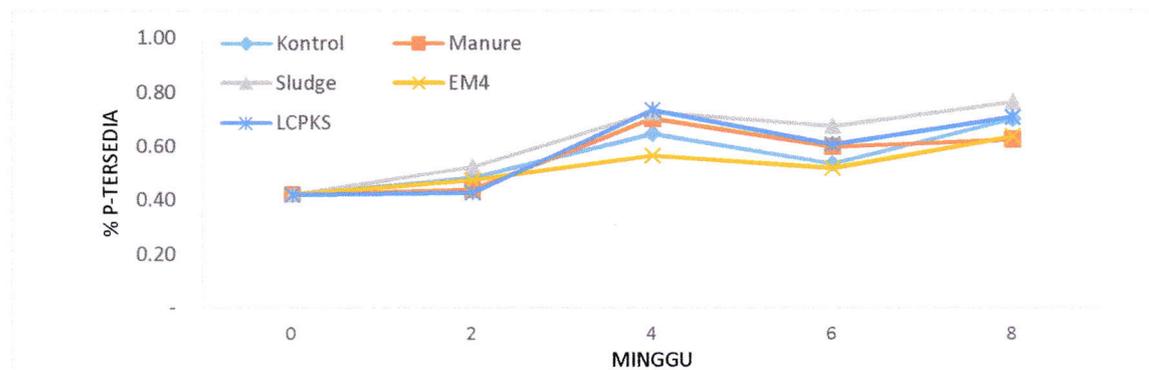
rasio telah mencapai < 25 (Saraswati et al., 2017).

C. Kandungan P-Tersedia dan K-dd

1. Kandungan P-Tersedia

Perubahan kandungan P-Tersedia merupakan kandungan fosfor yang dapat langsung digunakan oleh tanaman untuk bermetabolisme. Peningkatan kandungan P-tersedia kompos dari awal inkubasi sampai pada minggu ke-8 mengalami perubahan baik perlakuan menggunakan substrat maupun menggunakan kontrol. Peningkatan ini cukup signifikan hingga mencapai rata-rata peningkatan dari 0,42% menjadi 0,69% (Gambar 6). Peningkatan P-tersedia pada kompos diakibatkan

adanya bakteri pelarut fosfat yang terdapat secara alami dari *sludge* dan LCPKS (Priyatna, 2018). Bakteri pelarut fosfat juga banyak terdapat pada TKKS yang tumbuh secara alami bersamaan dengan pertumbuhan jamur pada TKKS (Ichriani & Handayanto, 2018). Kandungan P-tersedia pada kompos digunakan tanaman untuk pembentukan albumin, pembelahan sel untuk daun, buah dan biji serta untuk pembentukan bunga. P-tersedia juga berguna untuk memperkuat batang, mempercepat pematangan buah, memperbaiki kualitas tanaman, perkembangan akar dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Serta et al., 2017).

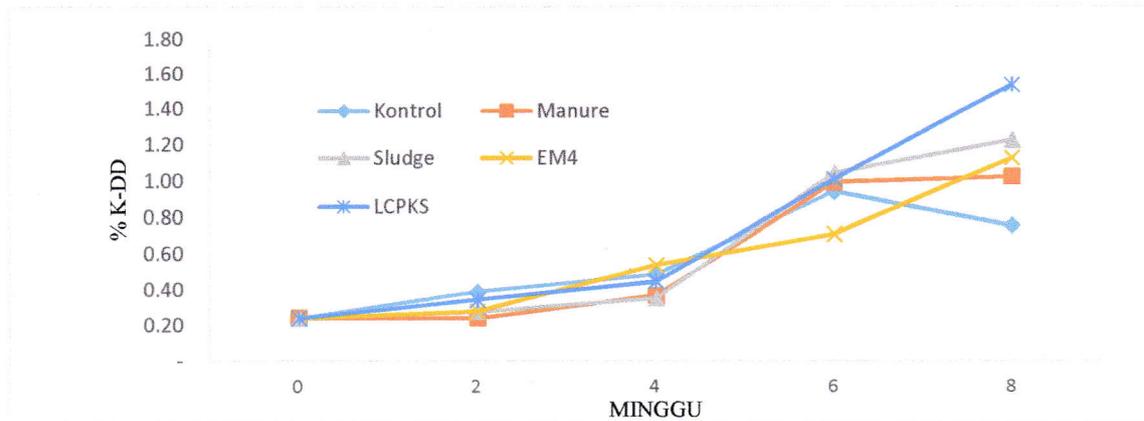


Gambar 6. Perubahan P-Tersedia selama proses pengomposan

2. Kandungan K-dd

Kandungan K-dd pada kompos selama proses inkubasi mengalami peningkatan yang signifikan baik

perlakuan kontrol maupun perlakuan dengan penambahan substrat. Peningkatan tersebut dari 0,24% meningkat menjadi rata 1,13% (gambar 7)



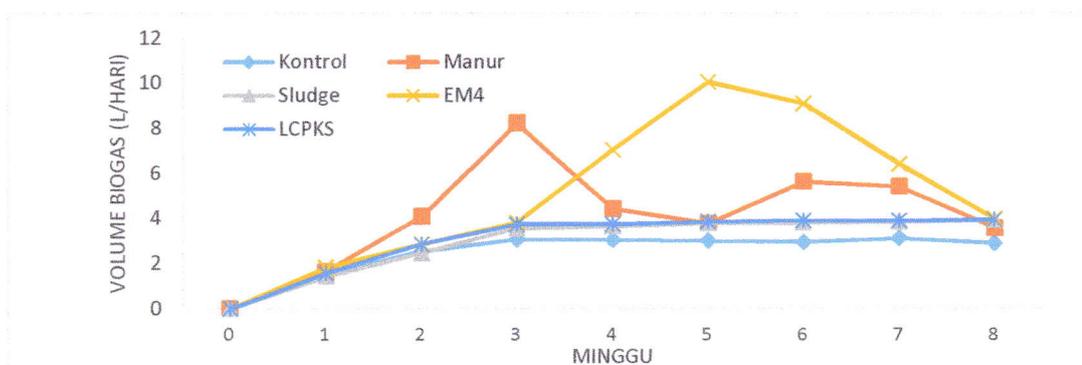
Gambar 7. Perubahan kandungan K-dd selama proses pengomposan

Kandungan K-dd pada kompos TKKS dapat membantu penyerapan unsur hara K oleh akar tanaman pada tanah. Selain memperbaiki struktur tanah aplikasi kompos tersebut dapat menjadi sumber unsur K secara alami.

D.Kandungan Biogas selama proses dekomposisi secara anaerob

Pengolahan kompos secara anaerob akan berdampak terhadap kerusakan lingkungan karena proses anaerob akan menghasilkan gas metana yang dapat merusak lingkungan (Ajay et al., 2020). Pengukuran biogas pada pengomposan

secara anaerob mengalami perubahan yang fluktuatif pada tiap perlakuan substrat yang ditambahkan pada TKKS. Kandungan biogas tertinggi terdapat pada penggunaan substrat berbahan EM4 pada minggu ke-5 mencapai 10L/hari, kemudian pada perlakuan menggunakan substrat manur mencapai volume maksimum pada minggu ke-3 mencapai 8 L/hari. Pada aplikasi penggunaan substrat *sludge* dan LCPKS produksi yang dihasilkan relative lebih hampir sama, sedangkan pada kontrol produksi biogas yang dihasilkan paling sedikit diantara 4 perlakuan lainnya (Gambar 8)



Gambar 8. Fluktuasi produksi biogas pada proses dekomposisi bahan TKKS

Peningkatan kandungan biogas pada perlakuan menggunakan substrat manur disebabkan banyaknya kandungan nitrogen dalam bentuk amoniak yang terdapat pada manur, tingginya kandungan amoniak akan mempengaruhi produksi biogas selama proses digestasi bahan organik (Georgiou et al., 2020). Selain kandungan amoniak manur juga banyak mengandung bakteri selulolitik (Arifin et al., 2019), bakteri selulolitik akan menghidrolis selulosa dan hemiselulosa yang terdapat pada TKKS dan akan diubah menjadi beberapa asam-asam organik rantai pendek untuk menghasilkan biogas. Sedangkan pada penggunaan substrat EM4 disebabkan banyaknya bakteri asam laktat untuk fermentasi bahan organik (Irawan & Suwanto, 2017)

Kandungan yang paling dominan pada substrat EM4 adalah bakteri asam laktat, acatinomycetes, fungi dan beberapa bakteri lainnya. Bakteri asam laktat berfungsi untuk mengikat nitrogen diudara dan actinomycetes berfungsi untuk mendegradasi lignin (Rayap et al., 2018). Substrat yang terbuat dari EM4 akan memerlukan waktu untuk mendegradasi lignin dan bahan organik lain yang terdapat pada TKKS. Tetapi hasil bahan organik yang dihasilkan bakteri aktinomisat tersebut akan lebih banyak, hal ini akan

berdampak pada hasil biogas yang akan dihasilkan akan lebih banyak bila dibandingkan dengan perlakuan substrat yang lainnya.

KESIMPULAN

Penggunaan substrat yang mengandung starter untuk dekomposisi secara anaerob pada TKKS dari limbah media jamur memberikan respon yang lebih bila hanya menggunakan substrat yang stater jika dibandingkan dengan tidak mengandung stater. Aplikasi dari substrat manur, *sludge*, EM4 dan LCPKS memberikan respon yang sama dan tingkat kematangan kompos dapat tercapai pada minggu ke-6. Biogas yang dihasilkan dari penambahan substrat menghasilkan produksi biogas yang lebih banyak bila dibandingkan dengan kontrol, terutama pada perlakuan menggunakan substrat yang berasal dari manur mencapai 8 L/hari pada minggu ke-3 dan EM4 yang mencapai 10L/hari pada minggu ke-5

DAFTAR PUSTAKA

Ajay, C. M., Mohan, S., Dinesha, P., & Rosen, M. A. (2020). Review of impact of nanoparticle additives on anaerobic digestion and

- methane generation. *Fuel*, 277(April), 118234. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118234>
- Akyol, Ç., Ince, O., & Ince, B. (2019). Crop-based composting of lignocellulosic digestates: Focus on bacterial and fungal diversity. *Bioresource Technology*, 288(May). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121549>
- Ardinal, & Rif'at, M. (2017). *SINTESIS ASAM ETOKSI LIGNOSULFONAT SEBAGAI SURFAKTAN DARI LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT* *Synthesis of Ethoxy Lignosulfonic Acid as a Surfactant from Waste of Palm Oil Empty Fruit Bunch*. 81–91.
- Arifin, Z., Gunam, I. B. W., Antara, N. S., & Setiyo, Y. (2019). Isolasi Bakteri Selulolitik Pendegradasi Selulosa Dari Kompos. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(1), 30. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i01.p04>
- de Gonzalo, G., Colpa, D. I., Habib, M. H. M., & Fraaije, M. W. (2016). Bacterial enzymes involved in lignin degradation. *Journal of Biotechnology*, 236, 110–119. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2016.08.01>
- Fuadi, A. (2016). *Media Pertumbuhan Jamur Merang*. 22(4), 16–19.
- Georgiou, D., Liliopoulos, V., & Aivasidis, A. (2020). Upgrading of biogas by utilizing aqueous ammonia and the alkaline effluent from air-stripping of anaerobically digested animal manure. Application on the design of a semi-industrial plant unit. *Journal of Water Process Engineering*, 36(April), 101318. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101318>
- He, Z., Lin, H., Hao, J., Kong, X., Tian, K., Bei, Z., & Tian, X. (2018). Impact of vermiculite on ammonia emissions and organic matter decomposition of food waste during composting. *Bioresource Technology*, 263, 548–554. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.05.031>
- Ichriani, G. I., & Handayanto, E. (2018). *TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI SUMBER FUNGI PELARUT FOSFAT*

- INDIGENUS DAN MEDIA PEMBAWA FUNGI Oil Palm Empty Fruit Bunches as Indigenous Solubilizing Phosphate Fungi Resources and Medium of Fungi Carrier. 3(April), 263–266.
- Indriati, L., & Elyani, N. (2018). Empty Fruit Bunches As Packaging Papers Raw Material. *Konversi*, 7(2), 45–54.
- Irawan, D., & Suwanto, E. (2017). Pengaruh Em4 (Effective Microorganism) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1), 44–49. <https://doi.org/10.24127/trb.v5i1.118>
- Iriani, P., Suprianti, Y., & Yulistiani, F. (2017). Fermentasi Anaerobik Biogas Dua Tahap Dengan Aklimatisasi dan Pengkondisian pH Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v1i1.16>
- Kamal, N. (2019). Kajian Pengaruh Media Penambat Pada Reaktor Biogas Fluidized Bed. *Jurnal Teknologi | Jurnal Pakuan Bidang Keteknikan*, 1(33).
- Li, Y., Luo, W., Lu, J., Zhang, X., Li, S., Wu, Y., & Li, G. (2018). Effects of digestion time in anaerobic digestion on subsequent digestate composting. *Bioresource Technology*, 267, 117–125. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.04.098>
- Malayil, S., & Chanakya, H. N. (2019). Lignin loss under AD in monocot and gymnosperm biomass. *Environmental Technology and Innovation*, 16, 100436. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100436>
- Mardawati, E., Rialita, T., Suryadi, E., Rahmah, D. M., Anggraini, S., & Bindar, Y. (2020). The Evaluation of Spray Drying Process Condition on the Characteristics of Xylitol Powder from Oil Palm Empty Fruit Bunches. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 9(1), 17–24. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2020.009.01.3>
- Rayap, A. S., Putu, N., Ayu, R., Fadhilah, I., Zulfiana, D., Lestari, A. S., Zulfitri, A., & Kartika, T. (2018). *Penapisan Aktinomiset Pendegradasi Lignin dan*

- Selulosa*. September, 52–60.
- Rincón, C. A., De Guardia, A., Couvert, A., Soutrel, I., Guezal, S., & Le Serrec, C. (2019). Odor generation patterns during different operational composting stages of anaerobically digested sewage sludge. *Waste Management*, 95, 661–673. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.07.006>
- Ruiz-Sánchez, J., Guivernau, M., Fernández, B., Vila, J., Viñas, M., Riau, V., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2019). Functional biodiversity and plasticity of methanogenic biomass from a full-scale mesophilic anaerobic digester treating nitrogen-rich agricultural wastes. *Science of the Total Environment*, 649, 760–769. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.165>
- Saraswati, R., Heru, R., Tentara, J., No, P., & Barat, J. (2017). PERCEPATAN PROSES PENGOMPOSAN AEROBIK MENGGUNAKAN BIODEKOMPOSER / Acceleration of Aerobic Composting Process Using Biodecomposer. *Perspektif*, 16(1), 44–57. <https://doi.org/10.21082/psp.v16n1.2017.44-57>
- Serta, E. M., Terhadap, P., Dan, P., Tanaman, P., Glycine, K., Di, M. L., & Inceptisol, T. (2017). PERBAIKAN P TERSEDIA TANAH AKIBAT PEMBERIAN PUPUK GUANO DAN. 13(3), 14–20.
- Susanto, J. P., Santoso, A. D., & Suwedi, N. (2017). Perhitungan Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit untuk Sumber Energi Terbaharukan dengan Metode LCA. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 165. <https://doi.org/10.29122/jtl.v18i2.2046>
- Tang, C. J., Duan, C. S., Yu, C., Song, Y. X., Chai, L. Y., Xiao, R., Wei, Z., & Min, X. B. (2017). Removal of nitrogen from wastewaters by anaerobic ammonium oxidation (ANAMMOX) using granules in upflow reactors. *Environmental Chemistry Letters*, 15(2), 311–328. <https://doi.org/10.1007/s10311-017-0607-5>
- Widiastuti, H., Prakoso, H. T., Suharyanto, & Siswanto. (2015). Optimasi

- pengomposan tandan kosong kelapa sawit menggunakan dekomposer bakteri lignoselulolitik skala komersial. *Menara Perkebunan*, 83(2), 60–69.
- Yang, F., Li, Y., Han, Y., Qian, W., Li, G., & Luo, W. (2019). Performance of mature compost to control gaseous emissions in kitchen waste composting. *Science of the Total Environment*, 657, 262–269. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.030>
- Zhao, Y., Li, W., Chen, L., Meng, L., & Zheng, Z. (2020). Effect of enriched thermotolerant nitrifying bacteria inoculation on reducing nitrogen loss during sewage sludge composting. *Bioresource Technology*, 311(March), 123461. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123461>
- Ziganshina, E. E., Ibragimov, E. M., Vankov, P. Y., Miluykov, V. A., & Ziganshin, A. M. (2017). Comparison of anaerobic digestion strategies of nitrogen-rich substrates: Performance of anaerobic reactors and microbial community diversity. *Waste Management*, 59, 160–171. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.038>