

PENGARUH KOMBINASI BAHAN PENYUSUN TERHADAP PENURUNAN RASIO C/N DALAM KOMPOSTING TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)

Tejo Susanto¹, Adhi Susilo²

¹Unit Program Belajar Jarak Jauh Universitas Terbuka Bogor

²Universitas Terbuka, Tangerang Selatan

email korespondensi: susanto.tejo@gmail.com

ABSTRAK

*Praktek pengolahan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan mengandalkan pengomposan alami tentu membutuhkan waktu yang lama sehingga laju keluar masuk limbah baru maupun yang sudah terdekomposisi untuk diaplikasikan kembali ke kebun menjadi tidak seimbang, hal ini dapat mengakibatkan permasalahan seperti tumpukan TKKS menjadi sangat besar dan berpotensi menjadi inang hama dan penyakit. Dengan bantuan fungsi dekomposer *Trichoderma spp.* - *Phanerochaete spp.* (FDTP) dan mengkombinasikan dengan bahan penyusun lain, limbah TKKS relatif dapat diolah secara efisien dan efektif untuk dijadikan kompos. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kombinasi TKKS, kotoran hewan (kohe) sapi, dan FDTP terhadap penurunan C/N rasio dalam proses komposting. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 4 (empat) perlakuan dan tiap perlakuan terdiri dari 3 (tiga) ulangan. Perlakuan tersebut antara lain P0 (hanya bahan TKKS) sebagai kontrol, P1 (TKKS+FDTP 1%), P2 (TKKS+Kohe sapi 75%+FDTP 1%), dan P3 (TKKS+Kohe sapi 75%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P2 yaitu penambahan kohe sapi 75% dan FDTP 1% terhadap bobot TKKS menghasilkan rerata penurunan C/N rasio yang paling cepat, sebesar 35,6 dibandingkan dengan P0 (47,75), P1 (43,13), dan P3 (41,78). Penelitian ini merupakan salah satu usaha untuk mencapai SDGs antara lain pemanfaatan kekayaan keaneka ragaman hayati Indonesia yaitu mikroorganisme dekomposer dan pemanfaatan outputnya yang berdampak positif terhadap upaya konservasi, pencegahan degradasi tanah, maupun ekonomi.*

Kata kunci: Limbah padat TKKS, C/N rasio, kompos TKKS

PENDAHULUAN

Komposting tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan upaya pemanfaatan limbah TKKS menjadi kompos yang pengaplikasiannya dapat dikembalikan ke kebun-kebun sawit sebagai penyuplai bahan organik tanah dan hara yang diperlukan tanaman. Potensi pemanfaatan limbah TKKS ini cukup besar seiring dengan pertumbuhan dan luas perkebunan kelapa sawit yang ada di negara kita. Upaya pemanfaatan limbah TKKS menjadi kompos ini selain dapat diterapkan oleh perkebunan-perkebunan kelapa sawit yang ada di Indonesia, juga diharapkan dapat diadopsi oleh para petani dan dapat ditularkan ke kelompok tani-kelompok tani lain yang berada di sekitar perkebunan melalui KTNA maupun penyuluh.

Salah satu bentuk pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah dengan pengomposan yang dapat dilakukan dengan berbagai cara tanpa melupakan prinsip-prinsip dasar yang telah disepakati (Singh, Ibrahim, Esa, & Iliyana, 2010). Secara umum, kegiatan pengomposan merupakan kegiatan melapukkan bahan organik, secara alami atau dengan bantuan mikroba pendekomposer, dan cara pengaplikasiannya dengan mencampurkan mikroba tersebut ke dalam bahan organik yang akan dijadikan kompos.

Kegiatan pengomposan TKKS yang dilakukan secara alami atau dengan penambahan urea dan dihamparkan begitu saja di sekitar pengolahan pabrik kelapa

sawit tentu akan membutuhkan waktu dekomposisi yang relatif lama. Waktu dekomposisi yang lama ini menjadi sumber masalah ketika laju alur keluar limbah TKKS yang sudah terdekomposisi untuk diaplikasikan kembali ke kebun dan alur masuk limbah TKKS baru menjadi tidak seimbang. Hal ini dapat mengakibatkan tumpukan TKKS makin membumbung tinggi, sementara TKKS yang belum sepenuhnya terdekomposisi dengan baik, yang diaplikasikan kembali ke kebun sebagai mulsa, berpotensi dapat menjadi *host* bagi hama dan sumber penyakit tanaman .

Berdasarkan hal tersebut, pengelolaan limbah kelapa sawit khususnya limbah TKKS menjadi penting. Kegiatan pengomposan TKKS diharapkan dapat memecahkan permasalahan penanganan limbah tersebut. Output berupa kompos dapat dimanfaatkan kembali ke kebun-kebun, sehingga potensi pencemaranpun dapat diminimalisir.

Karakteristik TKKS yang memiliki kandungan selulosa 45,95%, hemiselulosa 22,84%, lignin 16,49%, minyak 2,141%, dan abu 1,23% (*Irawati dkk, 2014*) dan C/N rasio bahan segarnya yang mencapai 87,6% dengan kandungan C nya yang mencapai 56,94% memberikan peran terhadap lamanya limbah ini terdekomposisi. Lamanya waktu dalam pengomposan tentu berimbang pada membengkaknya biaya-biaya operasional lainnya. Adanya perlakuan kombinasi dengan tambahan bahan penyusun kotoran hewan (kohe) sapi dan bahan pendekomposer diharapkan dapat memberikan perbandingan dan gambaran nyata tentang proses *composting* TKKS serta dapat memberikan solusi dalam mengambil pilihan terbaik dalam mengomposkan TKKS . Penyediaan kohe sapi sebagai bahan campuran dalam komposting TKKS dipilih karena selain potensi limbah kohe sapi yang relatif cukup besar, juga diharapkan dapat menjadi stimulus tambahan dalam mempercepat proses pengomposan TKKS.

Pemakaian kohe sapi sebagai bahan kombinasi untuk dicampurkan dengan dengan bahan utama TKKS merupakan salah satu langkah untuk menurunkan C/N rasio bahan komposting, meski penurunan C/N bukan satu-satunya indikator dalam menentukan matangnya kompos (*Darmono, 2018*). Jika indikator kematangan kompos hanya didasarkan pada nilai C/N, tentu rekayasa penambahan N terhadap bahan TKKS secara matematis dapat menurunkan C/N dengan cepat. Bila C/N rendah namun secara fisik bahan tersebut belum tampak terdegradasi secara signifikan tentu bahan tersebut belum dapat dikatakan menjadi kompos dan hanya dapat berfungsi sebagai mulsa. Dan jika bahan tersebut diaplikasikan ke kebun akan berpotensi besar menimbulkan masalah baru, antara lain karena masih adanya kerja proses dekomposisi pada bahan tersebut maka akan berpotensi terjadi fluktuasi suhu dan gas yang dikeluarkan, tempat berkembang biak hama tanaman, dan tempat berkembangnya sumber patogen.

Indikator penurunan C/N rasio diukur setelah proses pengomposan dilakukan, sedangkan pencampuran bahan TKKS dengan kohe sapi diharapkan dapat menurunkan

nisbah C/N bahan mentah sehingga mendekati nisbah optimal dalam pengomposan. Dalam pengomposan secara umum, indikator kompos matang harus dilihat secara menyeluruh, bukan hanya rendahnya rasio C/N namun juga harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- terjadi perubahan warna bahannya yang umumnya menjadi kehitaman atau coklat kehitaman, yang menandakan bahan tersebut telah mengalami proses pelapukan;
- terjadi perubahan bau menjadi bau yang tidak terlalu kuat dan tidak menyengat, karena bau menyengat menandakan proses dekomposisi masih berlangsung;
- tingkatan suhu sudah mendekati suhu pada saat awal pengomposan;
- terjadi penyusutan bahan sehingga perubahan berat jenis (berat/volume) menjadi lebih ringan, tekstur bahannya menjadi lebih remah, jika bahan berserat tinggi seratnya menjadi lebih mudah diputus-putus; dan
- terjadi perubahan kandungan secara kimia dan biologis yang identik dengan karakteristik bahan kompos, bahan pendekomposer, dan lingkungan dimana pengomposan dilakukan.

Waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan pengomposan bervariasi tergantung dari karakteristik bahan, ukuran bahan, lingkungan, jenis mikroba pendekomposer dan organisme lain. Pencacahan bahan untuk memperkecil bahan dan penggunaan fungi pendegradasi selulosa dan lignin diharapkan dapat mempercepat proses dekomposisi menjadi kurang dari 3 (tiga) bulan. Bahan dengan kandungan serat dan lignin yang tinggi biasanya memerlukan waktu degradasi yang lebih lama, sehingga keberadaan mikroba perombak lignin dan selulosa dalam jumlah yang memadai akan sangat membantu proses degradasi (Darmono, 2018).

Mikroba yang digunakan dalam pengomposan adalah jamur *Trichoderma spp* dan jamur pelapuk putih *Phanerochaete chrysosporium*. Fungi pelapuk putih memiliki kemampuan yang unik untuk depolimerisasi, memecah ikatan C-C, memineralisasi lignin dengan enzim ligninolitiknya (Isroi dkk. dalam Chandra & Hendro, 2016). Kemampuan mendegradasi lignin disebabkan adanya aktivitas ekstraseluler ligninolitik, enzim yang berperan dalam proses degradasi terdiri dari lignin peroksidase (LiP), mangan peroksidase (MnP), dan lakase. Sedangkan *Trichoderma spp* dikenal sebagai fungi penghasil enzim hidrolitik, selulase, pektinase, dan xilanase yang mampu mendegradasi polisakarida kompleks seperti selulosa, pektin, hemiselulosa, dan xilan (Rasti dan Heru, 2017). Menurut Rasti dan Heru (2017), faktor utama dalam pengomposan aerobik meliputi:

- aerasi, berperan penting dalam suplai oksigen dan pelepasan panas terutama setelah fase termofilik agar tidak terjadi *overheated* yang dapat menghambat mikroba perombak;
- ketersediaan oksigen, yang optimal pada kisaran 10%-18% dengan toleransi pada kisaran 5%-20%, dan pembalikan, yaitu upaya untuk menjaga ketersediaan oksigen, karena jika kekurangan oksigen maka mikroorganisme anaerobik akan lebih dominan;
- kadar air dan udara pada tumpukan kompos, di mana kadar air atau kelembaban ideal berkisar 40%-60% dan terbaik pada 50%;
- nilai rasio C/N dan lignin, jika makin tinggi nilai C/N dan makin tinggi kadar lignin akan menyebabkan makin lama waktu pengomposan;
- derajat keasaman (pH), yang ideal dalam pengomposan adalah pH berkisar antara 6-8 dengan toleransi antara 5-12, dan yang optimum berkisar 6,5-7,5;
- temperatur dan tinggi tumpukan, di mana temperatur menyebabkan terjadi dua fase pengomposan yaitu fase mesofilik (23°C-45°C) dan fase termofilik (45°C-60°C); sedangkan tingginya tumpukan berperan dalam memerangkap panas yang timbul; dan
- ukuran bahan yang dikomposkan, yaitu semakin kecil ukuran partikel akan semakin luas permukaannya dan semakin banyak jumlahnya yang dicerna oleh mikroorganisme.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi bahan terhadap tingkat penurunan nilai C/N dalam proses komposting TKKS. Penambahan fungi pendekomposer *Trichoderma spp.* dan *Phanerochaete spp.* (FDTP) juga diharapkan dapat mempercepat penurunan nilai C/N dalam proses pengomposan TKKS. Pengomposan dilakukan secara aerobik dengan menggunakan model *windrow*, yaitu suatu model pengomposan sederhana yang relatif mudah untuk diterapkan, dengan biaya yang murah, dan dapat dilakukan di tempat terbuka.

Kegiatan pengomposan dengan menggunakan mikroba pendekomposer ini adalah sebagai upaya untuk mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) khususnya dalam hal pemanfaatan mikroorganisme pendekomposer. Pemanfaatan fungi sebagai pendegradasi limbah pertanian diharapkan dapat mengatasi permasalahan dalam pengomposan dan memberikan *multiplier effect*, baik sebagai bagian dari upaya konservasi, pencegahan degradasi tanah, maupun keuntungan ekonomis.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Dalam kegiatan pengomposan TKKS ini dilakukan dengan berbagai perlakuan, baik dengan atau tanpa kombinasi dengan bahan kohe sapi dan substrat fungi dekomposer *Trichoderma spp.* dan *Phanerochaete spp.* (FDTP)

Dalam kegiatan ini bahan-bahan yang digunakan meliputi TKKS, kohe sapi, dan substrat FDTP sebagai bio aktivatornya. Bahan TKKS yang digunakan setiap perlakuan sebanyak 200 kg, kohe sapi sekitar 150 kg pada masing-masing perlakuan kombinasi, dan 2 kg substrat FDTP yang berisi biakan murni *Trichoderma spp* dan *Phanerochaete spp.* sebanyak 0,3% dari total berat substrat (kepadatan spora sekitar 10^7 cfu/gr dan 10^5 cfu/gr) pada masing-masing perlakuan kombinasi.

Alat-alat yang digunakan meliputi terpal penutup, kotak bambu penahan, alat ukur higrometer, pH meter, termometer, pipa 3/4" sepanjang 1 meter sebagai alat bantu, alat cacah bahan TKKS, tali rafia, meteran, ember, alat tulis, sarung tangan, timbangan, dan alat dokumentasi.

Pengambilan Contoh

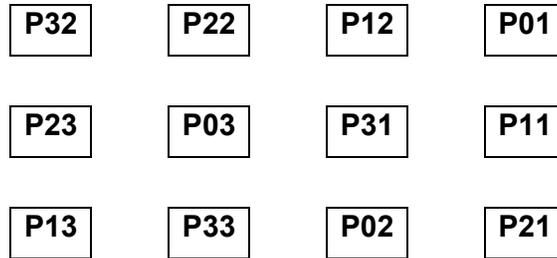
Contoh bahan awal diambil secara komposit sebanyak 1 kg, sedangkan saat proses pengomposan pengambilan contoh diambil secara komposit pada tiap perlakuan dengan posisi titik atas (tengah (3 titik), 2 titik yang berbeda pojok kanan, 2 titik yang berbeda pojok kiri), tengah (tengah (3 titik), 2 titik yang berbeda pojok kanan, 2 titik yang berbeda pojok kiri), dan bawah (tengah (3 titik), 2 titik yang berbeda pojok kanan, 2 titik yang berbeda pojok kiri). Pengambilan contoh untuk keperluan pengukuran rasio C/N.

Cara Pengukuran

- Pengukuran yang dilakukan meliputi:
- suhu, dengan menggunakan termometer dengan alat bantu pipa sehingga dapat menjangkau titik tengah dan pinggir tumpukan, titik atas dan bawah tumpukan;
- kelembaban, dengan menggunakan higrometer dengan alat bantu pipa sehingga dapat menjangkau titik tengah dan pinggir tumpukan, titik atas dan bawah tumpukan;
- pH, dengan menggunakan pH meter pada titik atas, tengah, dan bawah;
- tinggi tumpukan, yang diukur dengan menggunakan meteran untuk mengetahui tingkat penyusutan;
- bobot akhir bahan kompos; dan
- rasio C/N diukur di laboratorium.

Desain Penelitian

Desain penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 (empat) perlakuan, masing-masing perlakuan terdiri dari 3 (tiga) ulangan, denah penelitian sebagai berikut:



Gambar 1
Denah penelitian *ex-situ*

Keterangan :

P01 = Perlakuan ke-1 sebagai kontrol, ulangan ke-1 (TKKS)
P02 = Perlakuan ke-1 sebagai kontrol, ulangan ke-2 (TKKS)
P03 = Perlakuan ke-1 sebagai kontrol, ulangan ke-3 (TKKS)
P11 = Perlakuan ke-2 ulangan ke-1 (TKKS + FDTP 1%)
P12 = Perlakuan ke-2 ulangan ke-2 (TKKS + FDTP 1%)
P13 = Perlakuan ke-2 ulangan ke-3 (TKKS + FDTP 1%)
P21 = Perlakuan ke-3 ulangan ke-1 (TKKS + kohe 75% + FDTP 1%)
P22 = Perlakuan ke-3 ulangan ke-2 (TKKS + kohe 75% + FDTP 1%)
P23 = Perlakuan ke-3 ulangan ke-3 (TKKS + kohe 75% + FDTP 1%)
P31 = Perlakuan ke-4 ulangan ke-1 (TKKS + kohe 75%)
P32 = Perlakuan ke-4 ulangan ke-2 (TKKS + kohe 75%)
P33 = Perlakuan ke-4 ulangan ke-3 (TKKS + kohe 75%)

Pengomposan dilakukan tanpa pembalikan, dengan asumsi ukuran bahan yang tidak terlalu kecil (variasi ukuran 5 cm – 20 cm) bila ditumpuk tidak akan terlalu padat dan tidak mengganggu aerasi.

Tahapan Cara Kerja

Tahapan kegiatan pengomposan adalah sebagai berikut.

1. Mencacah TKKS menjadi serpihan dengan ukuran bervariasi sekitar 5-20 cm sebanyak 2.400 kg;
2. Menyiapkan kohe sapi sebanyak 900 kg.
3. Menyiapkan substrat jamur FDTP, sebagai pendekomposer, sebanyak 12 kg.
4. Menyiapkan petak komposting sebanyak 12 petak, masing-masing dengan luas 1x1 m.
5. Pengomposan dilakukan secara aerobik dengan model *windrow* dengan luas 1x1m dan tinggi tumpukan sekitar 70-75 cm. d
6. Penumpukan bahan dilakukan menyesuaikan perlakuan yaitu sebagai berikut:
 - P0, bahan TKKS sebanyak 200 kg ditumpuk, dilakukan sebanyak 3 ulangan pada petak yang telah ditentukan.
 - P1, bahan TKKS sebanyak 200 kg dan FDTP 2 kg ditumpuk dimana setiap penuangan TKKS pada ketebalan sekitar 15 cm diselingi dengan penaburan

FDTP secara merata sehingga posisi kedua bahan berselang-seling dari bawah ke atas. Kegiatan ini dilakukan dengan 3 ulangan.

- P2, bahan TKKS sebanyak 200 kg, kohe sapi 150 kg, dan FDTP 2 kg ditumpuk, dimana penuangannya dilakukan seperti kegiatan P1 dengan ketebalan yang sama, posisi tiga bahan berselang-seling dari bawah ke atas. Setiap penuangan kohe, bahan tersebut diaduk-aduk agar tidak terlalu padat dan bercampur dengan TKKS yang berada di bawahnya. Kegiatan ini dilakukan dengan 3 ulangan.
 - P3, bahan TKKS sebanyak 200 kg dan kohe sapi 150 kg ditumpuk seperti P1, posisi kedua bahan berselang-seling dari bawah ke atas. Pada saat penuangan kohe, kohe diaduk-aduk agar tidak terlalu padat dan bercampur dengan TKKS yang berada di bawahnya. Kegiatan ini diulang sebanyak 3 kali pada petak yang telah ditentukan.
7. Penutupan tumpukan dengan terpal plastik, yang secara periodik dibuka untuk penyiraman, pengambilan sampel dan pengumpulan data, sekaligus untuk menambah asupan oksigen.
 8. Pemeraman tumpukan dilakukan selama 8 minggu.
 9. Minggu ke-7 dan ke-8 dilakukan pengamatan dan pengambilan sample yang dibutuhkan.

Parameter

Parameter utama yang digunakan dalam kegiatan ini adalah tingkat penurunan rasio C/N yang terjadi di antara 4 perlakuan di atas selama proses komposting selama 7 minggu (49 hari). Pengukuran C/N dilakukan di laboratorium (C Organik dengan metode Walkley and Black dan N dengan metode Kjeldahl).

Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data penelitian dilakukan setiap minggu, analisis data dilakukan dengan menggunakan Analisis Varian (Anova) satu faktor dan uji lanjut Analisis Perbandingan Ganda Bonferroni dengan menggunakan SPSS.

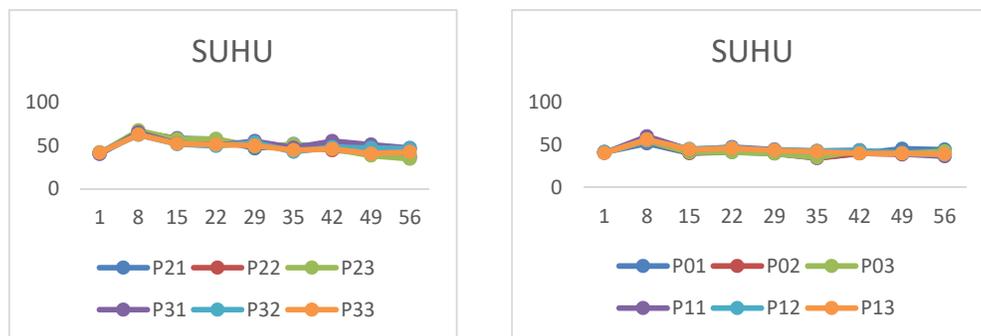
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses pengomposan, mikroba membutuhkan karbon organik untuk pemenuhan energi dan pertumbuhan, dan nitrogen untuk pemenuhan protein sebagai zat pembangun sel metabolisme. Apabila nilai C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi akan berjalan lambat (Isroi

dalam Andes, dkk., 2012). Pendegradasian bahan organik secara aerob akan menghasilkan air, karbondioksida, hara, humus, dan energi.

Nilai C/N bahan TKKS awal mencapai 87,6; pencampuran komposisi bahan utama dengan bahan tambahan kohe sapi adalah upaya untuk mendekati C/N ideal agar terjadi penguraian yang maksimal. Penguraian dapat terjadi cepat jika kadar bahan komposting memiliki perbandingan C:N:P:K = 30:1:0,1:0,5. Senyawa N, P, dan K dibutuhkan dalam aktivitas metabolisme sel mikroba pendekomposer (Gaur dalam Diah dkk., 2006). Penghitungan C/N awal bahan penyusun kompos adalah jumlah besaran C pada bahan-bahan yang digunakan dikalikan dengan bobot masing-masing bahan (kg) kemudian dibagi dengan perkalian jumlah besaran N dan masing-masing bobot bahannya (kg). Selain tambahan bahan kohe sapi, inokulan FDTP diharapkan juga dapat mempercepat laju pendekomposisi bahan komposting.

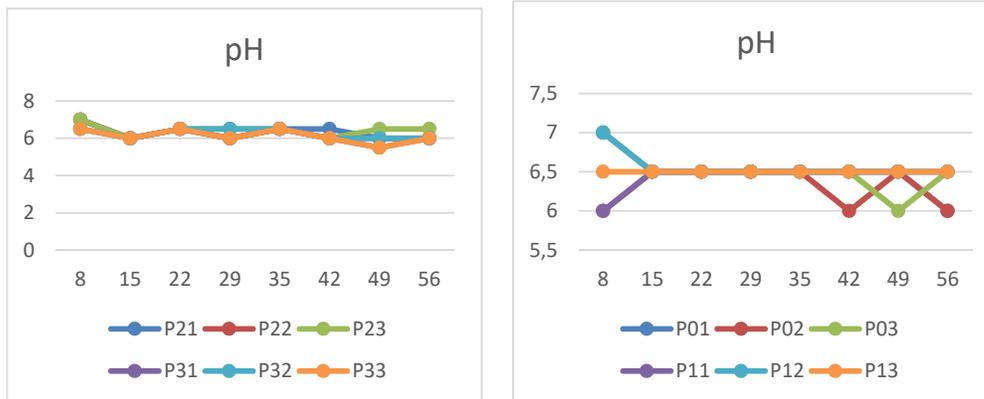
Proses pendegradasian bahan organik TKKS yang terkait dengan suhu berjalan melalui tahapan mesofilik, termofilik, dan pendinginan (Rasti & Heru, 2017). Proses pendegradasian bahan organik ini melibatkan banyak makhluk seperti mikroba (bakteri, actinomycetes, dan kapang), mesofauna, dan penampakan makrofauna (Arthropoda seperti milipede dan insekta). Makhluk hidup ini memiliki peran masing-masing mulai dari fase mesofilik, termofilik, hingga pendinginan dalam tahap pengomposan.



Gambar 1
Fluktuasi suhu selama pengomposan (°C)

Grafik suhu menunjukkan semua perlakuan bergerak menuju ke fase termofilik pada minggu pertama. Selanjutnya suhu menurun secara perlahan pada perlakuan P2 dan P3, dan penurunan suhu cukup drastis terjadi pada P1, serta penurunan suhu sangat drastis pada P0 (kontrol). Hingga minggu ke-8 P0 (kontrol) relatif stabil dengan fluktuasi suhu yang tidak signifikan dengan rerata 42,4°C, sedangkan pada P1, P2, dan P3 tercatat fluktuasi suhu yang tidak signifikan namun menunjukkan tren penurunan suhu secara perlahan dengan masing-masing rerata P1: 37,9°C, P2: 36,2°C, dan P3: 45,47°C. Berdasarkan tampilan suhu, semua perlakuan menunjukkan masih dalam fase pendekomposisi, walaupun P1 dan P2 menunjukkan tren penurunan suhu secara

perlahan. Rentang suhu masih dalam tahap pengomposan optimum, yaitu 30°C-60°C (Isroi dalam Nila dkk., 2013). Faktor suhu ditentukan oleh tinggi tumpukan, komposisi bahan penyusun, dan terpal penutup. Umumnya bagian dalam dan tengah tumpukan memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan bagian pinggir atau permukaan tumpukan. Panas yang terperangkap dalam timbunan adalah penyebab naiknya temperatur tumpukan.



Gambar 2 pH

Faktor aerasi sangat berperan dalam pengomposan aerobik, juga kadar air yang terlalu tinggi dan ukuran bahan sangat menentukan dalam proses ini. Aerasi pengomposan yang terjaga dengan baik dapat mendukung ketersediaan oksigen, sehingga mikroba aerob dapat bekerja dengan maksimal (Zainudin et al., 2017). Kelembaban juga memegang peranan penting dalam proses pengomposan, baik untuk mendukung proses metabolisme mikroba juga secara tidak langsung berpengaruh terhadap penyediaan oksigen. Kelembaban yang ideal sekitar 40%-60%, karena pada kondisi ini akan didapat populasi mikroorganisme yang besar sehingga akan mempercepat proses pembusukan (Rasti & Heru, 2017). Kelembaban yang cukup tinggi dengan rerata > 60% yang ditemukan pada semua perlakuan, diduga menjadi faktor penghambat berkembangnya mikroba dan inokulan FDTP pada proses pengomposan ini.

Derajat keasaman (pH) pada P0 (kontrol) berkisar 6-7, dan mencapai kestabilan pada titik 6,5 pada minggu ke-2 hingga minggu ke-4. Pada minggu ke-7 pH pada kisaran 6-6,5. P1 berkisar 6-7 dan mencapai kestabilan pada titik 6,5 mulai minggu ke-2 hingga ke-7. Pada P2 terjadi fluktuasi dari minggu ke-2 hingga ke-6 pada kisaran 6-7, dan mulai stabil pada minggu ke-7 pada kisaran 6-6,5. Dan pada P3 terjadi fluktuasi pH mulai dari pengamatan minggu ke-2 hingga minggu ke-7 pada kisaran 5,5-6,5. Rentang pH dalam pengomposan ini masih dalam rentang pH yang ideal, yaitu kisaran 6-8 dan masih dalam batas toleransi minimum, yaitu 5 (Rasti & Heru, 2017).

Perlakuan kombinasi bahan penyusun dalam pengomposan selama 7 minggu (49 hari) mendapatkan data rasio C/N pada masing-masing perlakuan sebagai berikut:

Tabel 1
Rasio C/N Awal dan Rasio C/N Umur 49 Hari

	Awal	P01	P02	P03	P11	P12	P13	P21	P22	P23	P31	P32	P33
C/N	87,60	47,05	46,99	49,22	39,58	44,31	45,51	37,10	37,14	32,64	41,70	44,27	39,37

Dari data pada Tabel 1 didapatkan besaran tingkat rasio C/N masing-masing rerata perlakuan sebesar P0 = 47,753; P1 = 43,133; P2 = 35,627; dan P3 = 41,780. Data pada Tabel 1 tersebut menunjukkan nilai variasi antar kelompok perlakuan lebih besar daripada nilai variasi dalam kelompok perlakuan.

Tabel 2
Uji Anova

Dependent Variable: CN

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Contrast	225,095	3	75,032	12,432	,002	,823
Error	48,283	8	6,035			

The F tests the effect of Perlakuan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Berdasarkan hasil perhitungan Anova pada Tabel 2, besaran nilai hitung F lebih besar sehingga terdapat varian perlakuan komposisi bahan penyusun dalam pengomposan TKKS yang memberikan perbedaan bermakna dalam penurunan rasio C/N.

Tabel 3
Uji lanjut Multiple Comparisons Bonferroni

Dependent Variable: CN

		95% Confidence Interval for Difference ^b				
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	Lower Bound	Upper Bound
P0	P1	4,620	2,006	,301	-2,358	11,598
	P2	12,127*	2,006	,002	5,148	19,105
	P3	5,973	2,006	,106	-1,005	12,952
P1	P0	-4,620	2,006	,301	-11,598	2,358
	P2	7,507*	2,006	,034	,528	14,485
	P3	1,353	2,006	1,000	-5,625	8,332
P2	P0	-12,127*	2,006	,002	-19,105	-5,148
	P1	-7,507*	2,006	,034	-14,485	-,528
	P3	-6,153	2,006	,092	-13,132	,825
P3	P0	-5,973	2,006	,106	-12,952	1,005
	P1	-1,353	2,006	1,000	-8,332	5,625
	P2	6,153	2,006	,092	-,825	13,132

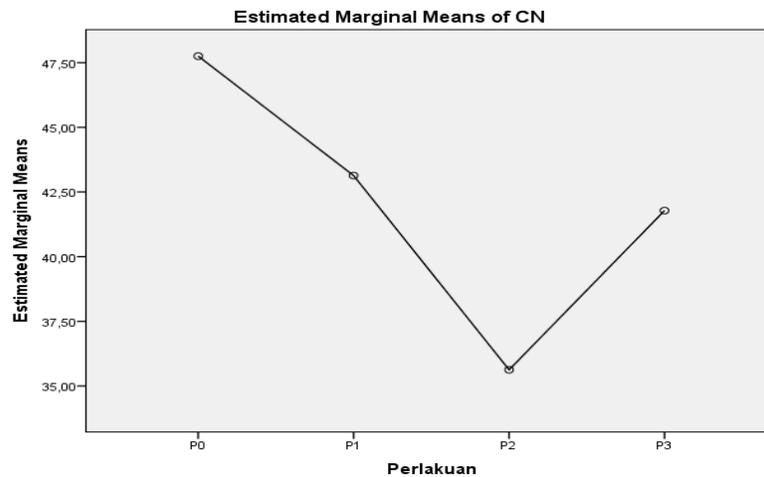
Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Dalam uji lanjut Perbandingan Ganda (*Multiple Comparisons*) Bonferroni memberikan gambaran perbandingan bahwa dalam masing-masing perlakuan kombinasi bahan penyusun komposting TKKS tidak ada perbedaan yang signifikan antara P1 (TKKS + FDTP 1%) dengan P0 (TKKS) dan P3 (TKKS + kohe sapi 75%), namun terdapat perbedaan yang signifikan dengan P2 (TKKS + kohe sapi 75% + FDTP 1%). Dengan kata lain, terdapat perbedaan yang signifikan antara P2 dengan P0 dan P1, namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara P2 dan P3, serta tidak ada perbedaan yang signifikan antara P3 dengan semua perlakuan pada level 0,05.

Hal ini menggambarkan bahwa perlakuan kombinasi bahan penyusun P2 memberikan efek yang nyata dari sisi penurunan rasio C/N dibandingkan dengan P0 dan P1, meskipun tidak berpengaruh yang nyata dengan P3.



Gambar 3
Grafik Rasio C/N Pada Minggu ke-7

Penurunan rasio C/N pada pengomposan khususnya pengomposan TKKS hanya salah satu indikator tingkat kematangan kompos (Parveen Fatemeh et al., 2017). Indikator lain yang perlu diperhatikan adalah adanya perubahan warna, terjadinya perubahan bau, tingkatan suhu yang mendekati normal, terjadi penyusutan bahan, tekstur bahan komposting, dan perubahan kandungan kimia dan biologis. Data lain yang dapat ditampilkan selain rasio C/N adalah:

Tabel 4
Kondisi Fisik Pengomposan Setelah 7 Minggu

Perlakuan	Warna	Aroma	Tekstur	Rendemen
P0	Coklat kekuningan	Bau fermentasi lemah	Berserat	69,45%
P1	Coklat	Bau fermentasi	Berserat lemah	63,21%
P2	Coklat gelap	Bau fermentasi	Agak remah	50,4%
P3	Coklat kehijauan	Bau kohe lemah	Berserat	53,84%

Berdasarkan SNI 19-7030-2004 rasio C/N kompos adalah 10-20, sehingga pada semua perlakuan pengomposan pada umur 7 minggu belum mencapai tingkat kematangan sempurna, namun pada perlakuan P2 Dengan rerata C/N sekitar 35,6 dapat dikategorikan agak matang sehingga lebih baik dilakukan pemeraman dulu sebelum diaplikasikan ke lapangan. Untuk daerah-daerah tertentu aplikasi kompos tidak mutlak harus benar-benar matang, penggunaan pupuk organik dengan rasio C/N yang masih tinggi untuk tanaman perkebunan yang sudah menghasilkan tidak menjadi masalah, kecuali untuk aplikasi pembibitan dan lubang tanam harus menggunakan kompos yang benar-benar matang walaupun rasio C/N bahan awal sudah rendah (Darmono, 2018).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dalam proses komposting TKKS kombinasi bahan penyusun dengan bantuan bioaktivator FDTP dapat menstimulir penurunan rasio C/N sebagai salah satu indikator kematangan kompos. Aplikasi FDTP adalah bentuk pemanfaatan fungi untuk mendegradasi lignin dan selulosa. Prinsip kombinasi bahan penyusun dalam kegiatan proses pengomposan adalah menurunkan nisbah C/N awal sehingga mendekati nisbah C/N optimum dalam pengomposan. C/N rasio hasil pengomposan selama tujuh minggu belum optimum sehingga diperlukan waktu yang lebih lama lagi untuk menurunkan rasio C/N yang ideal.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan rancangan beberapa faktor, seperti beberapa varian perlakuan dosis kombinasi bahan penyusun, pendekomposer berbasis mikroba, dan faktor pembalikan dan tanpa pembalikan, untuk dapat ditemukan perlakuan yang efisien dan efektif dalam proses pengomposan TKKS.

DAFTAR PUSTAKA

Andes I; Nastiti SI; Suprihatin; Akhiruddin M; Aris F. (2012). "Faktor Rasio C/N Awal Dan Laju Aerasi Pada Proses Co-Composting Bagasse dan Blotong." *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 22 (3):173-179 (2012).

- Chandra AP & Hendro Risdianto. (2016). "Pengaruh Aplikasi Jamur Pelapuk Putih Pada Biopulping Rami (*Boehmeria nivea*) Terhadap Kualitas Pulp Belum Putih." *Jurnal Selulosa Vol. 6 No. 2, Desember 2016*. Hal. 105-114. ISSN : 2088-7000
- Darmono, Taniwiryono. (2018). *Perkembangan Teknologi Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Untuk Antisipasi Terhadap Perubahan Iklim di Perkebunan*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. Diunduh dari <https://www.scribd.com/doc/38130174/C-N-ratio-seberapa-pentingkah-Kompos-dan-Mulsa> diakses tanggal 12 September 2018.
- Irawati S; Amir A; Itnawita. (2014). *Analisis Kualitas Kompos Dari Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Kotoran Ayam Menggunakan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan EM-4*. FMIPA Jurusan Kimia Kampus Binawidya Pekanbaru, Riau, 28293, Indonesia.
- Nila S; Adrianto A; Wisrayetti. (2013). *Pengaruh Konsentrasi Starter Pada Pembuatan Kompos Dari Limbah Serat Buah Sawit Dengan Teknologi Biofertilizer*. Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau, Kampus Binawidya Panam, Pekanbaru, Riau, 28293, Indonesia.
- Parveen, F.R.; Embrandiri, A., Mahamad Hakimi, I.; Shahadat, M.; Hansen, S. B.; & Nur Naha Abu, M. (2017). "Bioremediation of Palm Industry Wastes Using Vermicomposting Technology: Its Environmental Application as Green Fertilizer." *Biotech*, 7(3), 1-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s13205-017-0770-1>
- Rasti Saraswati & R Heru Praptana. (2017). "Percepatan Proses pengomposan Aerobik Menggunakan Biodekomposer." *Perspektif* Vol. 16 No.1/Juni 2017. Hlm. 44-57, ISSN : 1412-8004
- Singh, R. P.; Ibrahim, M. H.; Esa, N.; & Iliyana, M. S. (2010). "Composting of Waste from Palm Oil Mill: A Sustainable Waste Management Practice." *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 9(4), 331-344. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11157-010-9199-2>
- Zainudin, M. H.; Mohd, Ramli, N.; Hassan, M. A.; Shirai, Y.; Tashiro, K.; Tashiro, Y. (2017). "Bacterial Community Shift for Monitoring the Co-composting of Palm Oil Empty fruit Bunch and Palm Oil Mill Effluent Anaerobic sSudge." *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 44(6), 869-877. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10295-017-1916-1>