P-ISSN: 2985-7236
E-ISSN: 2985- 7244
AE Innovation: Agricultural Engineering Innovation Journal
Vol. 3, No. 02, July 2025
Journal home page : https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/AEI
Page 66-86
Article history:
Submitted: January 13th, 2025
Accepted : November 18th, 2026
DOI: 10.55180/aei.v3i2.1650

Fermentasi Janjang Kosong dan Abu Boiler Menggunakan Effective Microorganism (Em4) dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS)

Wahyu Riyanto[*)], Hermantoro , Nuraeni Dwi Dharmawati
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta
Jl. Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta
[*)]Email : wahyurianto2000@gmail.com

ABSTRACT

Limbah pabrik kelapa sawit berupa janjang kosong dan abu Boiler yang jumlahnya banyak sekali. Jika tidak diolah akan menimbulkan pencemaran bagi lingkungan, maka perlunya kajian pengolahan janjang kosong dan abu Boiler berupa pengolahan menjadi kompos (pupuk organik). Penelitian ini bertujuan untuk meguji penggunaan activator Effective Microorganism (EM4) dan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) dalam mempercepat fermentasi janjang kosong dan abu Boiler. Kemudian menguji kualitas hasil pengomposan abu Boiler dan janjang kosong menggunakan limbah cair dan EM4. Metode penelitian dilakukan dengan menggunakan EM4 dan limbah cair dengan perlakuan (EM4 + Abu + Janjang kosong), (Limbah cair + abu + Janjang kosong), (EM4 + Abu), (Limbah cair + Abu), (EM4 + Janjang kosong), dan (Limbah cair + Janjang kosong). Adapun hasil penelitian menunjukan bahwa kadar nitrogen (N) tertinggi yaitu 6,62% pada perlakuan (EM4 + Janjang kosong). Kemudian pada unsur hara fosfor (P) tertinggi yaitu 7,73% pada perlakuan (Limbah cair + Abu). Selanjutnya pada unsur hara kalium (K) tertinggi yaitu 29,3% pada perlakuan (Limbah cair + Janjang kosong).

Kata Kunci: Abu Boiler ; *Effective Microorganism* (EM4); Fermentasi; Kompos; Limbah; NPK; TKKS.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara penghasil minyak sawit terbesar di dunia. Meningkatnya kebutuhan dunia akan CPO bertepatan dengan peningkatan pesat dalam permintaan buah kelapa sawit. Akibatnya, masih ada banyak peluang bagi perkebunan kelapa sawit dan sektor pengolahan kelapa sawit untuk memenuhi pasar domestik dan internasional. Dengan luas 2,2 juta hektar, atau 25% dari total luas perkebunan kelapa sawit Indonesia, Provinsi Riau, salah satu provinsi perkebunan kelapa sawit, memiliki luas wilayah terbesar di Tanah Air. Di Provinsi Riau, diproduksi 7.045.632 ton CPO dan 1.761.408 ton minyak inti sawit (PKO) .(Ismai, 2017)

Menurut definisi ini, limbah adalah bahan yang telah diproduksi atau sedang dalam proses diproduksi sebagai hasil dari aktivitas manusia, termasuk proses yang belum memiliki nilai ekonomis. Dua jenis limbah dihasilkan oleh kegiatan yang terlibat dalam pabrik, seperti penggergajian, dan ini adalah padat dan cair. Bahan yang dihasilkan oleh pabrik serbuk

gergaji adalah tempurung, serat, dan tandan kosong. Ketiga komponen *palm oil mill effluent* (POME) tersebut adalah kondensat udara dari proses sterilisasi, lumpur dan kotoran, serta air cucian *hidrosiklon*. Limbah di kelapa sawit pabrik terdiri dari gas, cair, dan padat. Air cair yang dihasilkan dari pengolah serbuk gergaji adalah claybath, air *hidrocyclone*, air condensat, atau air cucian pabrik. Jumlah udara berfluktuasi tergantung pada keadaan peralatan, kapasitas olah, dan sistem pengolahan.(Shintawati et al., 2017)

Dampak negatif limbah yang dihasilkan dari suatu industri menuntut pabrik agar dapat mengolah limbah dengan cara terpadu. Pemanfaatan limbah menjadi bahan-bahan yang menguntungkan atau mempunyai nilai ekonomi tinggi dilakukan untuk mengurangi dampak negatif bagi lingkungan dan mewujudkan industry yang berwawasan lingkungan. Limbah industri pertanian khususnya industri kelapa sawit mempunyai ciri khas berupa kandungan bahan organik yang tinggi. Kandungan bahan organik tersebut dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan kelapa sawit. Limbah PKS memungkinkan dimanfaatkan pada lahan perkebunan kelapa sawit untuk menghindari pencemaran lingkungan dan mengatasi kebutuhan pupuk. Limbah padat yang dihasilkan pabrik kelapa sawit berupa janjang kosong (JJK) yang jumlahnya sekitar 20 % dari TBS yang diolah dan merupakan bahan organik yang kaya akan unsur hara. Aplikasi JJK berpotensi tinggi sebagai bahan pembenah tanah, memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, serta meningkatkan produksi kelapa sawit. Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) yang dikenal dengan istilah POME (*Palm Oil Mill Effluent*) mempunyai kandungan bahan organic yang tinggi, sehingga LCPKS harus diolah atau dimanfaatkan untuk pupuk. Limbah cair pabrik kelapa sawit memilki sejumlah kandungan hara yang dibutuhkan tanaman, yaitu N, P, K, Ca dan Mg yang berpotensi sebagai sumber hara untuk tanaman. (Syafa'i et al., 2021)

Efek merugikan dari limbah industri mengharuskan perusahaan dapat menangani sampah secara komprehensif. Limbah diubah menjadi sumber daya atau produk berharga dengan nilai ekonomi tinggi untuk mengurangi dampak lingkungan yang merugikan dan menciptakan industri yang ramah lingkungan. Salah satu ciri limbah dari sektor pertanian, khususnya industri kelapa sawit, adalah konsentrasi bahan organiknya yang tinggi. Pengembangan kelapa sawit dapat difasilitasi oleh komponen organik yang ada. Untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan menghilangkan kebutuhan pupuk, limbah PKS dapat dimanfaatkan di perkebunan kelapa sawit. Rak tidak terpakai (JJK) yang merupakan sekitar 20% dari TBS olahan merupakan produk limbah padat dari pabrik kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Tempat Penelitian dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 9 Juli 2023 sampai dengan bulan 9 Agustus 2023 di Desa Karya Mukti, kec. Maro Sebo Ilir, Kab. Batanghari, Jambi. Pengambilan limbah cair pabrik kelapa sawit berada pada area PT Inti Indosawit Subur. Dan untuk pengujian N, P, dan K dilakukan pada labolatorium "Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta (BBTKLPPY).

Alat Dan Bahan Penelitian

a. Alat
   1. Alat tulis
   2. Kamera handphone
   3. Laptop
   4. PH meter
   5. Gelas ukur
   6. Timbangan

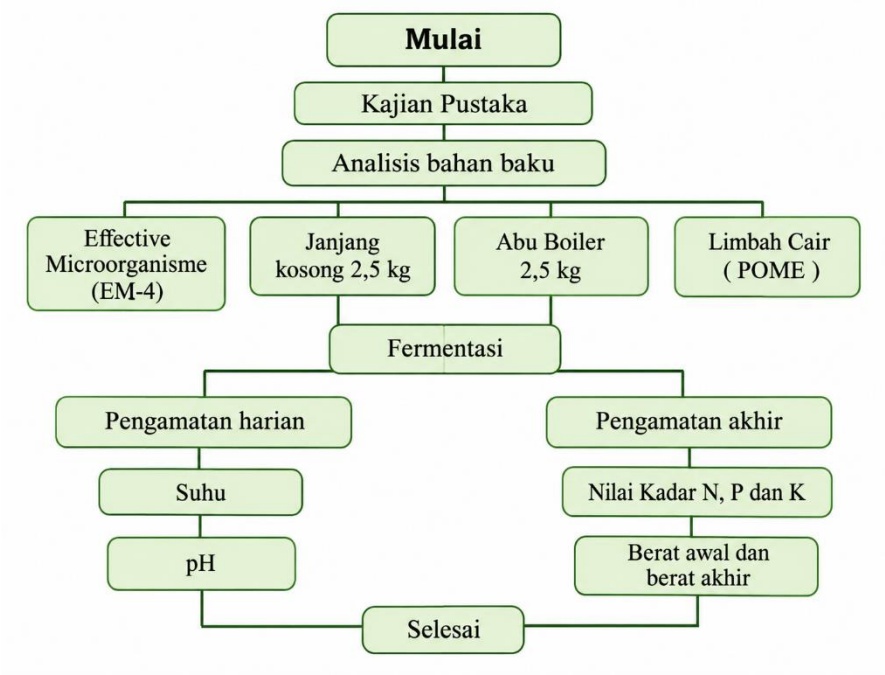
b. Bahan
   1. Limbah cair
   2. Limbah Abu Boiler
   3. Limbah Janjang Kosong
   4. Effective Microorganisme (EM4)
   5. Molase atau tetes tebu
   6. Air bersih

7. Thermometer
8. Ember 15 liter
9. Pisau
10. Garpu kompos
11. Toples kecil

Parameter yang Diamati

1. Suhu
2. pH
3. Nilai N, P dan K
4. Beratt bahan awal dan akhir
5. Warna sebelum dan setelah fermentasi

Tahapan Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah semua bahan terkumpul Adapun perlakuan yang akan dilakukan selanjutnya yaitu:

1. Proses Melarutkan Effective Microorganisme (EM4)
   a. Pertama mempersiapkan alat dan bahan yaitu ember, air, Effective Microorganisme (EM4) dan Molase. Molase digunakan sebagai media pemeliharaan bakteri atau makanan dalam proses pembuatan probiotik.
   b. Kedua mengisi air pada ember lalu melakuakan perbandingan 1:1:50 yang telah ditetapkan pada label botol *Effective Microorganisme* (EM4).
   c. Melakukan percampuran *Effective Microorganisme* (EM4) 1 liter, molase 1liter dan air bersih 50 liter.
   d. Kemudian melakukan pengadukan hingga bahan tercampur.
   e. Setelah tercampur semua bahan pada ember, maka ember tersebut ditutup menggunakan plastik dengan rapat supaya udara tidak masuk.
   f. Menyimpan bahan tersebut selama 7 hari, dan dapat dilakukan sesekali pengadukan.

g. Setelah 7 hari maka larutan *Effective Microorganisme* (EM4) siap digunakan.



Gambar 4.2.1 Proses pelarutan *Effective Micoorganisme* (EM4)

2. Proses Pencacahan Janjang Kosong
   a. Pengambilan janjang kosong berada pada kebun orang tua saya.
   b. Kemudian melakukan pengambilan janjang kosong menggunakan keranjang kelapa sawit
   c. Setelah terkumpul kemudian melakukan pencacahan manual menggunakan parang atau golok. Adapun ukuran cacahan ± 5 cm.
   d. Setelah tercacah kemudian melakukan penimbangan sampel bahan dengan berat 2,5 kg. Total bahan yang digunakan yaitu 30 kg.
   e. Selanjutnya menaruh sampel bahan pada ember yang telah ditentukan.



Gambar 4.2.2 Proses pecacahan janjang kosong

3. Menyiapkan Bahan Abu Boiler
   a. Abu Boiler ditimbang seberat 2,5 kg sesuai perlakuan
   b. Kemudian Setelah ditimbang maka abu tersebut diletakan pada ember bahan yang telah ditentukan.






Gambar 4.2.3 Proses penimbangan janjang kosong dan abu boiler

4. Proses Pengambilan Limbah Cair
    a. Pengambilan limbah cair berada pada perkebunan PT sekitar tempat saya tinggal.
    b. Kemudian saya mengambil satu galon ukuran 30 liter.
    c. Setelah mengambil kemudian melakukan penakaran per satu liter limbah cair dan menuangkan pada bahan yang telah ditentukan.






Gambar 4.2.4 Proses Pengambilan Limbah Cair.

5. Setelah semua bahan telah ditempatkan pada ember yang telah ditentukan, maka selanjutnya memberikan limbah cair dan E*ffective Microorganisme* (EM4) pada bahan yang telah ditentukan.

   Adapun perlakuan yang digunakan dengan tiga kali perulangan yaitu:

   a. Abu Boiler + Janjang kosong dengan penambahan EM4 per tiga hari sekali.
   b. Abu Boiler + Janjang kosong dengan penambahan limbah cair per tiga hari sekali.
   c. Abu Boiler dengan penambahan EM4 per tiga hari sekali.
   d. Abu Boiler dengan penambahan limbah cair per tiga hari sekali.
   e. Janjang kosong dengan penambahan EM4 per tiga hari sekali.
   f. Janjang kosong dengan penambahan limbah cair. per tiga hari sekali.



Gambar 4.2.5 Pemberian Bioaktivator limbah cair dan *Effective Microorganisme* (EM4)

6. Selanjutnya melakukan perlakuan yang dilakukan adalah pengecehan suhu dan pH, supaya bisa menentukan terjadi atau tidak nya pengomposan.



Gambar 4.2.6 Melakukan pengecekan suhu dan pH

7. Kemudian dilakuakan pengecekan setiap hari apakah ada perubahan warna dan bau.
   a. EM4 + Abu + Jangkos



Lembar : 10 YR
Value/ Chroma : 3/3
(Dark Brown)



Lembar : 7,5YR
Value/ Chroma : 5/4
(Brown)

   b. Limbah cair + Abu + Jangkos



Lembar : 10 YR
Value/ Chroma : 3/2
(Very Dark Grayish Bwown)



Lembar : 7,5YR
Value/ Chroma : 3/4
(Dark Brown)

c. EM4 + Abu



Lembar : 10 YR
Value/ Chroma : 4/1
(Drak Grayish)



Lembar : 2,5Y
Value/ Chroma : 4/2
(Dark Grayish Brown)

d. Limbah Cair + Abu



Lembar : 10 YR
Value/ Chroma : 4/1
(Dark Grayish)



Lembar : 2,5 Y
Value/ Chroma : 3/2
(Very Dark Grayish Brown)

e. EM4 + Jangkos



Lembar : 7,5 YR
Value/ Chroma : 4/6
(Strong Brown)



Lembar : 10YR
Value/ Chroma : 3/2
(Dark Brown)

f. Limbah Cair + Jangkos



Lembar : 7,5 YR
Value/ Chroma : 4/6
(Strong Brown)



Lembar : 10 YR
Value/ Chroma : 3/3
(Dark Brown)

Gambar 4.2.7 Perubahan warna pada bahan perlakuan

Tabel 4.1 Hasil Deskripsi warna

		HUE		VALUE		CHROMA		DESKRIPSI	
NO	PERLAKUAN	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
1	EM4 + ABU + JK	10 YR	7,5 YR	3	5	3	4	Dark Brown	Brown
2	LC + ABU + JK	10 YR	7,5 YR	3	3	2	4	Very Dark Grayish Brown	Dark Brown
3	EM4 + ABU	10 YR	2,5 Y	4	4	1	2	Dark Grayish	Dark Grayish Brown
4	LC + ABU	10 YR	2,5 Y	4	3	1	2	Dark Grayish	Very Dark Grayish Brown
5	EM4 + JK	7,5 YR	10 YR	4	3	6	2	Strong Brown	Dark Brown
6	EM4 + JK	7,5	10	4	3	6	3	Strong Brown	Strong

Hue YR cenderung yellow red, semakin besar nilai Hue artinya Value menunjukan pada perlakuan:

1. Pada perlakuan sampel EM4 + Abu + Jk menunjukan pada awal 10 YR 3/3 artinya Hue 10 YR, Value 3 dan Chroma 3 (Dark Brown). Pada perlakuan akhir menujukan 7,5 YR 5/4 artinya Hue 7,5 YR, Value 5 dan Chroma 4 (Brown).
2. Pada perlakuan sampel LC + Abu + Jk menunjukan pada awal 10 YR 3/2 artinya Hue 10 YR, Value 3 dan Chroma 2 (Very Dark Grayish Brown). Pada perlakuan akhir menujukan 7,5 YR 3/4 artinya Hue 7,5 YR, Value 3 dan Chroma 4 (Dark Brown).
3. Pada perlakuan sampel EM4 + Abu menunjukan pada awal 10 YR 4/1 artinya Hue 10 YR, Value 4 dan Chroma 1 (Dark Grayish). Pada perlakuan akhir menujukan 2,5 Y 4/2 artinya Hue 2,5 Y, Value 4 dan Chroma 2 (Dark Grayish Brown).
4. Pada perlakuan sampel LC + Abu menunjukan pada awal 10 YR 4/1 artinya Hue 10 YR, Value 4 dan Chroma 1 (Dark Grayish). Pada perlakuan akhir menujukan 2,5 Y 3/2 artinya Hue 2,5 YR, Value 4 dan Chroma 2 (Very Dark Grayish Brown).

5. Pada perlakuan sampel EM4 + Jk menunjukan pada awal 7,5 YR 4/6 artinya Hue 7,5 YR, Value 4 dan Chroma 6 (Strong Brown). Pada perlakuan akhir menujukan 10 YR 3/2 artinya Hue 10 YR, Value 3 dan Chroma 2 (Dark Brown).
6. Pada perlakuan sampel LC + Jk menunjukan pada awal 7,5 YR 4/6 artinya Hue 7,5 YR, Value 4 dan Chroma 6 (Strong Brown). Pada perlakuan akhir menujukan 10 YR 3/3 artinya Hue 10 YR, Value 3 dan Chroma 3 (Dark Brown).
8. Setelah pengamatan selama satu bulan Ketika pH dan Suhu tidak berubah lagi maka akan dilakuikan uji NPK.
9. Terakhir melakukan uji labolatorium yang telah di tentukan.

Hasil Pengamatan Suhu dan pH

Perlakuan yang dilakukan pada proses ini yaitu melakukan pengecekan pada suhu dan pH. Pengukuran suhu berguna sebagai cara mendeteksi terjadi atau tidaknya proses fermentasi. Adapun alat yang digunakan yaitu *termometer* digital. Kemudian selanjutnya yaitu pengecekan ph pada saat proses fementasi yang berfungsi melihat terjadinya proses metabolisme mikroorganisme didalam bahan. Dan alat yang digunakan pada saat pengecekan suhu berupa stik pH.

Pengukuran suhu dan pH dilakukan seriap tiga kali sehari, selain itu juga melakukan proses pembalikan pada bahan penelitian dan menambahkan EM4 serta limbah cair pada bahan yang telah ditentukan. Hasil pengamatan suhu dan pH selama proses fermentasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.2 Tabel Kontrol Perlakuan Suhu dan pH

	Hari ke 3		Hari ke 6		Hari ke 9		Hari ke 12		Hari ke 15	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	32	4	32	3	33	4	33	5	34	4
P2	32	4	33	4	33	5	32	6	35	7
P3	32	4	33	4	33	5	34	6	33	6
Rata2	32	4	32.6	3.7	33	4.7	33	5.7	34	5.7

Tabel control EM4 +Abu boiler + Janjang kosong

	Hari ke 18		Hari ke 21		Hari ke 24		Hari ke 27		Hari ke 30	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	34	4	35	6	34	6	35	7	34	7
P2	34	7	35	8	34	7	34	7	33	7
P3	35	7	34	7	35	8	34	7	33	7
Rata2	34.3	6	34.6	7	34.3	7	34.3	7	33.3	7

Tabel control Limbah cair +Abu boiler + Janjang kosong

	Hari ke 3		Hari ke 6		Hari ke 9		Hari ke 12		Hari ke 15	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	32	7	32	5	32	6	32	6	33	5
P2	32	7	32	6	32	6	33	7	34	7
P3	32	7	33	6	32	6	33	7	34	7
Rata2	32	7	32	5.6	32	6	32.6	6.7	33.6	6.3

	Hari ke 18		Hari ke 21		Hari ke 24		Hari ke 27		Hari ke 30	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	34	5	34	7	35	7	34	7	33	7
P2	34	8	35	8	33	7	32	7	32	8
P3	33	8	35	8	35	8	34	7	34	7
Rata2	33.6	7	34.6	7.6	34.3	7.3	33.3	7	33	7.3

Tabel control EM4 + Abu Boiler

	Hari ke 3		Hari ke 6		Hari ke 9		Hari ke 12		Hari ke 15	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	32	4	32	6	33	6	33	5	34	6
P2	32	4	33	4	34	5	34	6	35	7
P3	32	4	33	5	33	5	34	6	35	6
Rata2	32	4	32.6	5	33.3	5.3	33.6	5.6	34,6	6.3

	Hari ke 18		Hari ke 21		Hari ke 24		Hari ke 27		Hari ke 30	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	35	6	34	7	34	8	33	8	32	7
P2	35	8	35	8	33	7	34	6	33	7
P3	35	7	35	7	33	6	33	6	32	7
Rata2	35	7	34.3	7.3	33.3	7	33.3	6.6	32.3	7

Tabel control Limbah cair + Abu Boiler

	Hari ke 3		Hari ke 6		Hari ke 9		Hari ke 12		Hari ke 15	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	32	7	33	8	32	6	33	8	34	6
P2	32	7	32	8	33	7	34	7	35	6
P3	32	7	33	8	34	8	35	8	34	7
Rata2	32	7	32.6	8	33	7	34	7.6	34.3	6.3

	Hari ke 18		Hari ke 21		Hari ke 24		Hari ke 27		Hari ke 30	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	35	6	35	6	34	6	33	6	33	7
P2	35	7	35	8	33	8	32	8	32	7
P3	34	6	34	7	33	7	33	7	32	8
Rata2	34.6	6.3	33.6	7	33.3	7	32.6	7	32.3	7.3

Tabel control EM4 + Janjang kosong

	Hari ke 3		Hari ke 6		Hari ke 9		Hari ke 12		Hari ke 15	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	32	4	32	4	32	5	32	6	33	6
P2	32	4	32	4	32	5	33	6	33	7
P3	32	4	32	5	32	5	33	6	35	6
Rata2	32	4	32	4.3	32	5	32.6	6	33.6	6.3

	Hari ke 18		Hari ke 21		Hari ke 24		Hari ke 27		Hari ke 30	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	34	7	33	8	33	8	32	7	32	6
P2	33	7	34	8	33	8	33	7	32	8
P3	34	7	35	8	34	7	33	7	32	8
Rata2	33.6	7	34	8	33.3	7.6	32.6	7	32	7.3

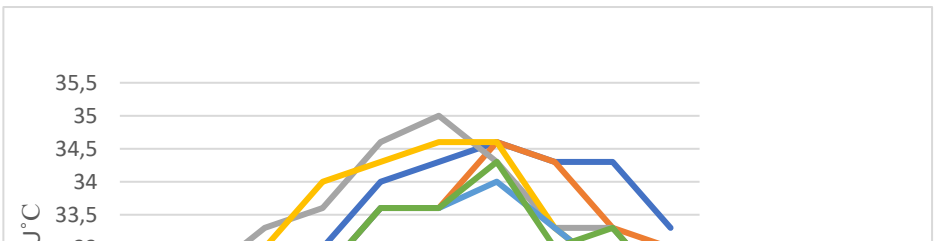
Tabel control Limbah cair + Janjang kosong

	Hari ke 3		Hari ke 6		Hari ke 9		Hari ke 12		Hari ke 15	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	32	7	32	6	33	6	34	8	35	7
P2	32	6	32	5	33	7	32	6	33	7
P3	32	7	32	6	32	7	32	7	33	7
Rata2	32	6.6	32	5.6	32.6	6.6	32.6	7	33.6	7

	Hari ke 18		Hari ke 21		Hari ke 24		Hari ke 27		Hari ke 30	
Ulangan	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH
P1	34	7	34	8	33	8	33	7	32	7
P2	33	8	34	6	33	7	34	6	33	7
P3	34	8	35	7	33	8	33	6	32	7
Rata2	33.6	7.6	34.3	7	33	7.6	33.3	6.3	32.3	7

Suhu Fermentasi

Suhu memainkan peran penting dalam prosedur pengomposan. Selama pemecahan bahan organik, panas dihasilkan; dekomposisi terjadi paling cepat ketika suhu berkisar antara 30 hingga 60 derajat Celcius. Mengenai suhu fermentasi bahan awal dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik suhu 30 hari pengomposan

Pada Gambar 4.3 menunjukan bahwa suhu terendah pada awal fermentasi mendapatkan rerata 32°C dan suhu tertinggi yaitu 35°C pada perlakuan EM4 + abu. Berdasarkan daerah suhu, mikroba mesofil (mikroba yang tumbuh pada suhu berkasar 30-60°C) dan Bakteri *Lactobacillus plantarum* merupakan jenis mikroba mesofil karena dapat beraktivitas optimum pada suhu berkisar 30- 40°C.

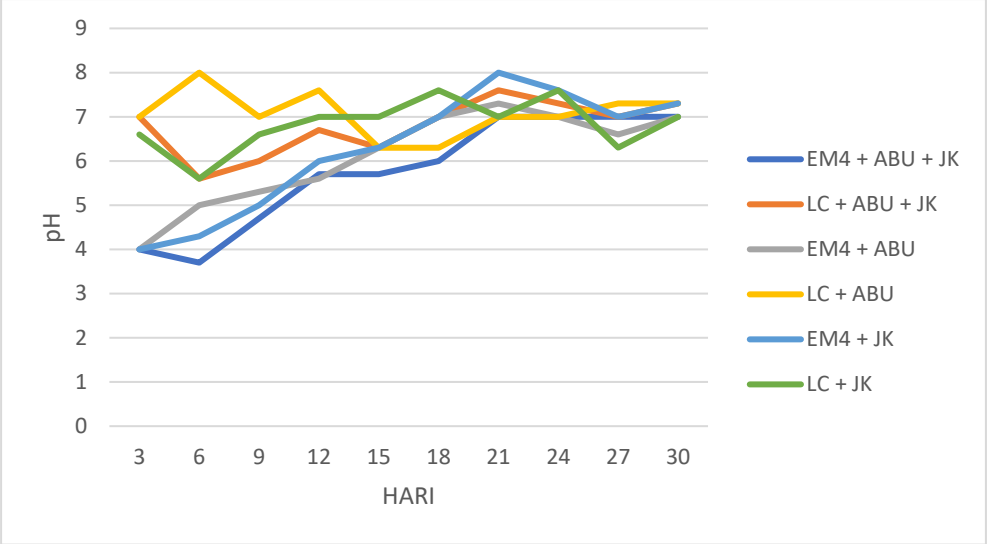
Peningkatan suhu diawal dekomposisi menandakan panas yang dihasilkan adalah aktivitas mikroba yang dihasilkan adalah dari aktivitas mikroba yang bekerja. Semakin tinggi suhu yang dihasilkan, maka semakin banyak konsumsi oksigen dan tingginya oksigen yang dikonsumsi akan menghasilkan CO2 dari hasil metabolisme mikroba (Novitasari & Caroline, 2021)

Dimasukkannya bioaktivator akan meningkatkan laju fermentasi berbeda dengan situasi di mana bioaktivator tidak digunakan, berkat aksi mikroorganisme yang ditemukan di dalam bio aktivator. Mikroorganisme yang aktif selama tahap mesofilik akan mengubah sisa selulosa dan hemiselulosa dari proses sebelumnya menjadi bentuk gula yang lebih sederhana. Baik perlakuan bioaktivator maupun kontrol akan menunjukkan penurunan suhu hingga suhu pengomposan stabil pada 30 °C. Sesuai SNI 19-7030-2004, kesiapan kompos dapat dievaluasi dengan rasio C/N-nya, yang harus selaras dengan rasio C/N tanah, mulai dari 10 hingga 20. Jika rasio C / N kompos mirip atau cocok dengan tanah, maka bahan tersebut cocok untuk penyerapan atau pemanfaatan tanaman.

Seperti yang dinyatakan oleh (Muhammad et al., 2017) fluktuasi suhu pupuk organik dipengaruhi oleh banyaknya bahan yang digunakan untuk membuat pupuk organik cair. Penurunan suhu yang cepat terjadi ketika ada sejumlah kecil pupuk organik, yang menyebabkan isolasi panas yang dihasilkan tidak memadai Sebaliknya, jumlah pupuk organik yang lebih besar menghasilkan retensi panas yang lebih baik. Suhu yang tinggi dapat menyebabkan kematian mikroorganisme yang terlibat dalam pengomposan, sementara suhu yang lebih rendah mencegah mikroorganisme ini berfungsi secara efektif selama proses pengomposan.

pH Fermentasi

pH merupakan indikator aktivitas microorganisme pengomposan dan tingkat kematatangan kompos. Selain itu pH yang sesuai untuk proses pengomposan berkisar antara 6,8 – 7,5. Pengukuran pH pada kompos dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik pH selama 30 hari Pengomposan

Pada Gambar 4.4 Hasil pengukuran pH semua perlakuan menunjukan proses pengomposan yang memperlihatkan perubahan pH pada awal hingga akhir penelitian. Standar kualitas parameter pH menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2004) yaitu minimum 6,80 dan maksimumnya yaitu 7.49.

a. Pada Perlakuan P1 pada hari ke 27 pH sudah mencapai 7.
b. Kemudian pada P2 pada hari ke 15 pH sudah mencapai 7
c. Dan pada P3 pada hari ke 18 pH sudah mencapai 7

Seperti yang dinyatakan oleh (Suwatanti & Widiyaningrum, 2017) fluktuasi kadar pH selama proses pengomposan menunjukkan tingkat aktivitas mikroba. Tingkat pH mewakili kondisi asam atau basa mikroorganisme, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan (pembelahan sel) mikroba tertentu. Seperti yang dicatat oleh (Alfarezy et al., 2022) tingkat pH yang berada dalam spektrum netral mudah diambil dan dimanfaatkan oleh tanaman, dan membantu mengurangi keasaman tanah karena sifat asam alami tanah. (Ummah, 2019) menyatakan bahwa kisaran pH ideal untuk pertumbuhan mikroorganisme adalah antara 6 dan 8. Sangat penting untuk mengelola tingkat pH untuk mempertahankan kondisi optimal, karena pH yang berlebihan dapat menyebabkan konversi nitrogen dalam kompos menjadi amonia, menghasilkan bau yang tidak sedap. Di sisi lain, pH yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kematian sebagian besar mikroorganisme.

Menurut (Priyambodo et al., 2019) produk akhir dari pupuk tampak gelap. Kompos yang dibuat dari tandan kelapa sawit yang dikosongkan memiliki rona gelap. Sebaliknya, pada awal proses pengomposan, bahannya biasanya berwarna kecoklatan. Selama periode pengomposan, bahan rusak, menyebabkan penampilan akhir yang gelap. mengamati bahwa kompos yang sudah selesai mengeluarkan aroma bersahaja, karena pengomposan terjadi dengan akses ke udara dan cahaya. Jika bau tidak sedap muncul selama pengomposan, itu mungkin terkait dengan jenis bahan yang digunakan.

Kandungan Unsur Hara

Adapun hasil mutu fermentasi setelah 30 hari proses frementasi dapat dilihat pada Table 4.3.1.

Tabel 4.3.1 Tabel control EM4 + Abu + Jk

Parameter	Standar	EM4 +ABU + JK			RATA- RATA
		P1	P2	P3	
pH	6,80-7,49	5	6.2	6.1	5.76
N	Minimal 4	3.83	5	2.28	3.70
P	Minimal 0,10	4.87	1.77	2.43	3.02
K	Minimal 0,20	22.37	16.83	16.02	18.40

Keterangan: "SNI 19-7030-2004

Dari Tabel 4.3.1 menunjukan bahwa pada perlakuan EM4 + Abu + Janjang kosong dapat kita lihat untuk pH rerata didapat 5,76 yang artinya pH masih dibawah standar. Kemudian untuk kadar Nitrogen (N) di dapat rerata 3,70 yang artinya masih dibawah standar. Selanjutnya untuk kadar Fosfor (P) didapat rerata 3,02 yang artinya sudah memenuhi standar. Dan terakhir untuk kadar Kalium (K) didapat rerata 18,40 yang artinya sudah memenuhi standar.

Tabel 4.3.2 Tabel control LC + Abu + Jk

Parameter	Standar	LC +ABU + JK			RATA-RATA
		P1	P2	P3	
pH	6,80-7,49	6.2	7.1	7.1	6.8
N	Minimal 4	6.62	6.26	5.79	6.22
P	Minimal 0,10	3.95	1.97	2.25	2.72
K	Minimal 0,20	29.24	17.76	20.41	22.47

Keterangan: "SNI 19-7030-2004

Dari Tabel 4.3.2 menunjukan bahwa pada perlakuan LC + Abu + Janjang kosong dapat kita lihat untuk pH rerata didapat 6,8 yang artinya pH sudah memenuhi standar. Kemudian untuk kadar Nitrogen (N) di dapat rerata 6,22 yang artinya sudah memenuhi standar. Selanjutnya untuk kadar Fosfor (P) didapat rerata 2,72 yang artinya sudah memenuhi standar. Dan terakhir untuk kadar Kalium (K) didapat rerata 22,47 yang artinya sudah memenuhi standar.

Tabel 4.3.3 Tabel control EM4 + Abu

Parameter	Standar	EM4 +ABU			RATA- RATA
		P1	P2	P3	
pH	6,80-7,49	6.3	6.2	5.9	6.13
N	Minimal 4	1.01	1.21	1.21	1.14
P	Minimal 0,10	6.13	3.02	3.22	4.12
K	Minimal 0,20	16.41	15.98	17.26	16.55

Keterangan: "SNI 19-7030-2004

Dari Tabel 4.3.3 menunjukan bahwa pada perlakuan EM4 + Abu dapat kita lihat untuk pH rerata didapat 6,13 yang artinya pH masih dibawah standar. Kemudian untuk kadar Nitrogen (N) di dapat rerata 1,14 yang artinya masih dibawah standar. Selanjutnya untuk kadar Fosfor (P) didapat rerata 4,12 yang artinya sudah memenuhi standar. Dan terakhir untuk kadar Kalium (K) didapat rerata 16,55 yang artinya sudah memenuhi standar.

Tabel 4.3.4 Tabel control LC + Abu

Parameter	Standar	LC + ABU			RATA-RATA
		P1	P2	P3	
pH	6,80-7,49	6.8	7.2	7.3	7.1
N	Minimal 4	1	1.27	1.45	1.24
P	Minimal 0,10	16.54	3.29	3.38	7.73
K	Minimal 0,20	18.37	15.81	16.34	16.84

Keterangan: "SNI 19-7030-2004

Dari Tabel 4.3.4 menunjukan bahwa pada perlakuan LC + Abu dapat kita lihat untuk pH rerata didapat 7,1 yang artinya pH sudah memenuhi standar. Kemudian untuk kadar Nitrogen (N) di dapat rerata 1,24 yang artinya masih dibawah standar. Selanjutnya untuk kadar Fosfor (P) didapat rerata 7,73 yang artinya sudah memenuhi standar. Dan terakhir untuk kadar Kalium (K) didapat rerata 16,84 yang artinya sudah memenuhi standar.

Tabel 4.3.5 Tabel control EM4 +JK

Parameter	Standar	EM4 +JK			RATA- RATA
		P1	P2	P3	
pH	6,80-7,49	6.1	6.4	6.3	6.26
N	Minimal 4	3.9	7.93	8.04	6.62
P	Minimal 0,10	3.23	4.34	3.7	3.75
K	Minimal 0,20	11.54	32.88	26.73	23.71

Keterangan: "SNI 19-7030-2004

Dari Tabel 4.3.5 menunjukan bahwa pada perlakuan EM4 + janjang kosong dapat kita lihat untuk pH rerata didapat 6,26 yang artinya pH masih dibawah standar. Kemudian untuk kadar Nitrogen (N) di dapat rerata 6,62 yang artinya sudah memenuhi standar. Selanjutnya untuk kadar Fosfor (P) didapat rerata 3,75 yang artinya sudah memenuhi standar. Dan terakhir untuk kadar Kalium (K) didapat rerata 23,71 yang artinya sudah memenuhi standar.

Tabel 4.3.6 Tabel control LC + JK

Parameter	Standar	LC + JK			RATA-RATA
		P1	P2	P3	
pH	6,80-7,49	7.1	6.5	7	6.86
N	Minimal 4	2.82	8.64	8.02	6.49
P	Minimal 0,10	1.45	1.31	1.69	1.48
K	Minimal 0,20	21.74	37.29	28.98	29.33

Keterangan: "SNI 19-7030-2004”

Dari Tabel 4.3.6 menunjukan bahwa pada perlakuan LC + janjang kosong dapat kita lihat untuk pH rerata didapat 6,86 yang artinya pH sudah memenuhi standar. Kemudian untuk kadar Nitrogen (N) di dapat rerata 6,49 yang artinya sudah memenuhi standar. Selanjutnya untuk kadar Fosfor (P) didapat rerata 1,48 yang artinya sudah memenuhi standar. Dan terakhir untuk kadar Kalium (K) didapat rerata 29,33 yang artinya sudah memenuhi standar.

Tabel 4.3.7 Hasil analisa rata – rata Kandungan N, P dan K pada perlakuan fermentasi

Parameter	EM4			LCPKS		
	Abu + JK	Abu	JK	Abu + JK	Abu	JK
N	3,7	1,14	6,62	6,22	1,24	6,49
P	3,02	4,12	3,75	2,72	7,73	1,48
K	18,4	16,55	23,71	22,47	16,84	29,33
pH	5,7	6,1	6,2	6,8	7,1	6,9

Dari Tabel 4.3.7 diatas menunjukan bahwa Menurut "SNI 19-7030-2004" pada menunjukan bahwa:

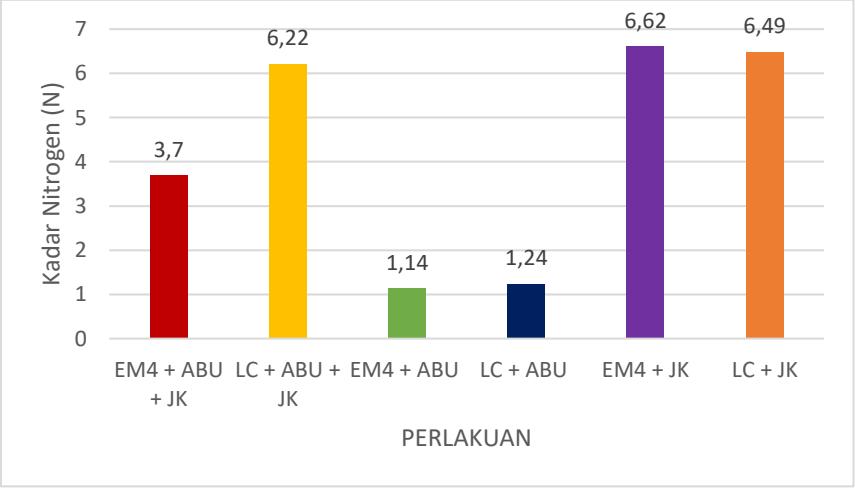
1. kadar Nitrogen (N) tertinggi yaitu 6,62 % pada perlakuan EM4 + JK, sedangkan pada kadar Nitrogen (N) terendah di dapat yaitu 1,14 % pada perlakuan EM4 + Abu .
2. Kemudian pada kadar Fosfor (P) tertinggi yaitu 7,73 % yang terdapat pada perlakuan LCPKS + Abu, sedangkan kadar Fosfor terendah yaitu 1,48 % pada perlakuan LCPKS +JK.
3. Pada kadar Kalium (K) tertinggi yaitu 29,3 % pada perlakuan LCPKS + JK, sedangkan kadar Kalium (K) terendah yaitu 16,5 % di dapat pada perlakuan EM4 + Abu.

Kesesuaian pH yang sudah memenuhi Standar "SNI 19-7030-2004" yaitu pada semua perlakuan LCPKS. Sedangkan semua perlakuan EM4 belum memenuhi standar yang telah ditentukan.

Hasil Analisa Kandungan Unsur Hara

Adapun hasil dari fermentasi uji Nitogen (N) dapat dilihat pada Gambar 4.5.

a. Kadar Nitrogen (N)

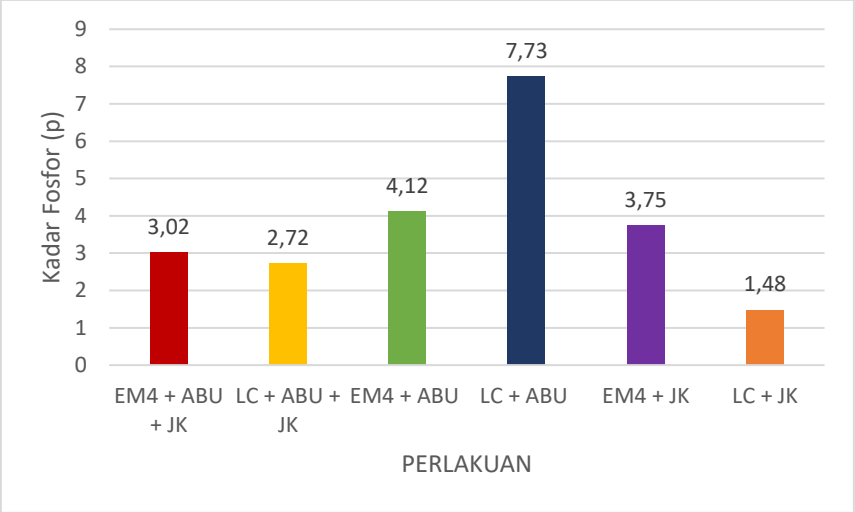


Gambar 4.5 Grafik unsur hara nitrogen (N)

Keterangan : Merah : EM4 + Abu + Janjang kosong
Kuning : LCPKS + Abu + Janjang kosong
Hijau : EM4 + Abu
Biru : LCPKS + Abu
Ungu : EM4 + Janjang Kosong
Oren :LCPKS + Janjang kosong

Adapun kandungan nitrogen (N) pada perlakuan EM4 + Abu + JK di dapat yaitu 3,7%, LC +Abu + JK di dapat yaitu 6,22%, EM4 + Abu di dapat yaitu 1,14%, LC + Abu di dapat yaitu 1,24%, EM4 + JK di dapat yaitu 6,62%, dan LC + JK di dapat yaitu 6,49%.

b. Kadar Fosfor (P)

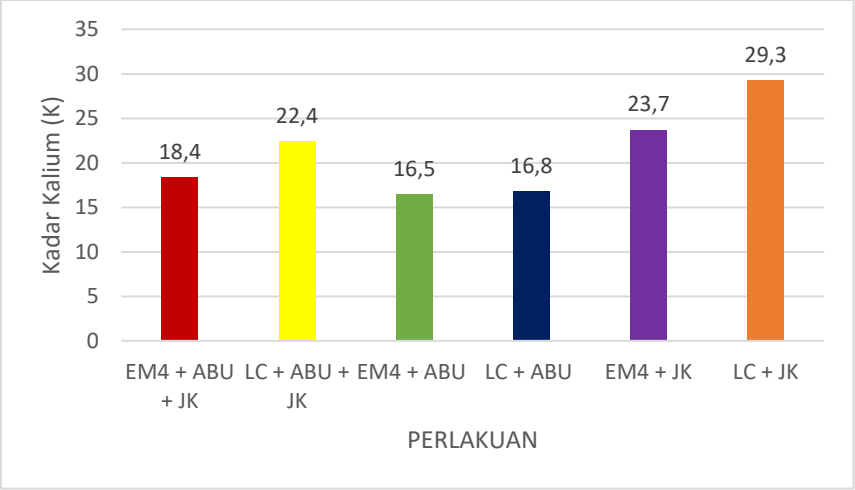


Gambar 4.6 Grafik unsur hara fosfor (P)

Keterangan : Merah : EM4 + Abu + Janjang kosong
Kuning : LCPKS + Abu + Janjang kosong
Hijau : EM4 + Abu
Biru : LCPKS + Abu
Ungu : EM4 + Janjang Kosong
Oren :LCPKS + Janjang kosong

Adapun kandungan fosfor (P) pada perlakuan EM4 + Abu + JK di dapat yaitu 3,02%, LC +Abu + JK di dapat yaitu 2,72%, EM4 + Abu di dapat yaitu 4,12%, LC + Abu di dapat yaitu 7,73%, EM4 + JK di dapat yaitu 3,75%, dan LC + JK di dapat yaitu 1,48%.

c. Kadar Kalium (K)



Gambar 4.7 Grafik unsur hara kalium (K)

Keterangan : Merah : EM4 + Abu + Janjang kosong
Kuning : LCPKS + Abu + Janjang kosong
Hijau : EM4 + Abu
Biru : LCPKS + Abu
Ungu : EM4 + Janjang Kosong
Oren :LCPKS + Janjang kosong

Adapun kandungan kalium (K) pada perlakuan EM4 + Abu + JK di dapat yaitu 18,4%, LC +Abu + JK di dapat yaitu 22,4%, EM4 + Abu di dapat yaitu 16,5%, LC + Abu di dapat yaitu 16,8%, EM4 + JK di dapat yaitu 23,7%, dan LC + JK di dapat yaitu 29,3%.

Pengukuran Berat Bahan Awal dan Akhir

Adapun Tabel berat awal dan akhir dapat dilihat pada Tabel 4.3.8

NO	PERLAKUAN	BERAT AWAL	BERAT AKHIR P1
1	EM4 + ABU + JK	6 Kg	10, 27 Kg
2	LC + ABU + JK	6 Kg	10,41 Kg
3	EM4 + ABU	3,5 Kg	6,26 Kg
4	LC + ABU	3,5 Kg	6,39 Kg
5	EM4 + JK	3,5 Kg	6,13 Kg
6	LC + JK	3,5 Kg	6,07 Kg

Dari Tabel 4.3.8 menunjukan bahwa pada awal perlakuan EM4 + ABU + JK dan LC + ABU + JK memiliki berat masing – masing 6 kg, kemudian pada berat akhir P1 pada perlakuan EM4 + ABU + JK memiliki berat 10,27 kg dan pada perlakuan LC + ABU + JK memiliki berat 10,41 kg. Pada perlakuan EM4 + ABU dan LC + ABU memiliki berat masing – masing 3,5 kg, kemudian pada berat akhir P1 pada perlakuan EM4 + ABU memiliki berat 6,26 kg dan pada perlakuan LC + ABU memiliki berat 6,39 kg. Pada perlakuan EM4 + JK dan LC + JK memiliki berat masing – masing 3,5 kg, kemudian pada berat akhir P1 pada perlakuan EM4 + JK memiliki berat 6,13 kg dan pada perlakuan LC + JK memiliki berat 6,07 kg. Adapun Tabel berat awal dan akhir dapat dilihat pada Tabel 4.3.9.

NO	PERLAKUAN	BERAT AWAL	BERAT AKHIR P2
1	EM4 + ABU + JK	6 Kg	10, 05 Kg
2	LC + ABU + JK	6 Kg	10,32 Kg
3	EM4 + ABU	3,5 Kg	6,35 Kg
4	LC + ABU	3,5 Kg	6,17 Kg
5	EM4 + JK	3,5 Kg	6,29 Kg
6	LC + JK	3,5 Kg	6,23 Kg

Dari Tabel 4.3.9 menunjukan bahwa pada awal perlakuan EM4 + ABU + JK dan LC + ABU + JK memiliki berat masing – masing 6 kg, kemudian pada berat akhir P2 pada perlakuan EM4 + ABU + JK memiliki berat 10,05 kg dan pada perlakuan LC + ABU + JK memiliki berat 10,32 kg. Pada perlakuan EM4 + ABU dan LC + ABU memiliki berat masing – masing 3,5 kg, kemudian pada berat akhir P2 pada perlakuan EM4 + ABU memiliki berat 6,35 kg dan pada perlakuan LC + ABU memiliki berat 6,17 kg. Pada P2 perlakuan EM4 + JK dan LC + JK memiliki berat masing – masing 3,5 kg, kemudian pada berat akhir P3 pada perlakuan EM4 + JK memiliki berat 6,29 kg dan pada perlakuan LC + JK memiliki berat 6,23 kg. Adapun Tabel berat awal dan akhir dapat dilihat pada Tabel 4.4.0.

NO	PERLAKUAN	BERAT AWAL	BERAT AKHIR P3
1	EM4 + ABU + JK	6 Kg	10, 19 Kg
2	LC + ABU + JK	6 Kg	10,48 Kg
3	EM4 + ABU	3,5 Kg	6,15 Kg

4	LC + ABU	3,5 Kg	6,34 Kg
5	EM4 + JK	3,5 Kg	6,28 Kg
6	LC + JK	3,5 Kg	6,16 Kg

Dari Tabel 4.4.0 menunjukan bahwa pada awal perlakuan EM4 + ABU + JK dan LC + ABU + JK memiliki berat masing – masing 6 kg, kemudian pada berat akhir P3 pada perlakuan EM4 + ABU + JK memiliki berat 10,19 kg dan pada perlakuan LC + ABU + JK memiliki berat 10,48 kg. Pada perlakuan EM4 + ABU dan LC + ABU memiliki berat masing – masing 3,5 kg, kemudian pada berat akhir P3 pada perlakuan EM4 + ABU memiliki berat 6,15 kg dan pada perlakuan LC + ABU memiliki berat 6,34 kg. Pada P3 perlakuan EM4 + JK dan LC + JK memiliki berat masing – masing 3,5 kg, kemudian pada berat akhir P3 pada perlakuan EM4 + JK memiliki berat 6,28 kg dan pada perlakuan LC + JK memiliki berat 6,16 kg.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) dapat digunakan fermentasi janjang kosong dan abu Boiler dan diperoleh hasil fermentasi yang lebih baik pada perlakuan Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS). Penggunaan Effective Microorganism (EM4) memberikan hasil yang lebih baik untuk kadar Nitrogen (N). Pada unsur nitrogen (N) tertinggi yaitu 6,62 % pada perlakuan EM4 + Janjang kosong. Pada unsur hara fosfor (P) tertinggi yaitu 7,73% pada perlakuan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) + Abu Boiler. Pada unsur hara kalium (K) teringgi yaiyu 29,3 % pada perlakuan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) + Janjang Kosong. Dari Penelitaian yang telah dilakukan suhu terendah awal proses setiap perlakuan pengomposan yaitu pada suhu 32 ˚C dan suhu tertinggi terdapat pada yaitu suhu 35 ˚C pada perlakuan EM4 + Abu.

DAFTAR PUSTAKA

Alfarezy, M., Syafria, H. syafria, & Adriani, A. (2022). Penggunaan Aktivator Stardec Terhadap Kualitas Kompos Berbahan Dasar Pelepahsawit Dan Feses Sapi. *Jurnal Peternakan Nusantara*, *8*(1), 1–8. https://doi.org/10.30997/jpn.v8i1.4926

Badan Standardisasi Nasional. (2004). Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. *Badan Standardisasi Nasional*, 12.

Ismai. (2017). Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia Dalam Perspektif Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Sosial Indonesia*, *43*(1), 81–94. Diambil dari http://jmi.ipsk.lipi.go.id/index.php/jmiipsk/article/view/717/521

Muhammad, T. A. (Trisna), Zaman, B. (Badruz), & Purwono, P. (Purwono). (2017). Pengaruh Penambahan Pupuk Kotoran Kambing terhadap Hasil Pengomposan Daun Kering di Tpst Undip. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *6*(3), 1–12. Diambil dari https://www.neliti.com/publications/191892/

Novitasari, D., & Caroline, J. (2021). Kajian efektivitas pupuk dari berbagai kotoran sapi, kambing, dan ayam. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur II FTSP ITATS - Surabaya*, (2003), 442–447.

Priyambodo, G. T., Utami, K. B., & Muksid, A. (2019). Keterampilan Peternak Tentang Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Kotoran Kambing Di Desa Wonorejo. *Jurnal Penyuluhan Pembangunan*, *1*(1), 81–91. https://doi.org/10.34145/jppm.v1i1.58

Shintawati, Hasanudin, U., & Haryanto, A. (2017). Karakteristik Pengolahan Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit Dalam Bioreaktor Cigar Semi Kontinu. *Teknik Pertanian Lampung*, *6*(2), 81–88.

Suwatanti, E., & Widiyaningrum, P. (2017). Pemanfaatan MOL Limbah Sayur pada

Proses Pembuatan Kompos. *Jurnal MIPA*, *40*(1), 1–6. Diambil dari http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM

Syafa'i, I., Listiyani, N., & Riswandi, I. (2021). Analisis Kebijakan Pemerintah Kabupaten Kotabaru Terhadap Kewajiban Korporasi Perkebunan Dalam Pengolahan Limbah Kelapa Sawit. *Repositery Universitas Islam Kalimantan*, 1–11.

Ummah, M. S. (2019). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(1), 1–14. Diambil dari http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI