

## PEMANFAATAN LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN PENAMBAHAN ABU TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Fitriani<sup>1\*</sup>, Eddy Kurniawan<sup>2</sup> dan Jalaluddin<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Jl. Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

\*Email: fitriani.170140050@mhs.unimal.ac.id

### Abstrak

*Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur pupuk. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisa kualitas unsur hara makro dalam pupuk organik cair dari limbah cair pabrik kelapa sawit dengan penambahan abu tandan kosong. Pembuatan pupuk organik cair ini dilakukan melalui proses fermentasi. Dalam hal ini digunakan bioaktivator effective microorganism (EM-4) dan penggunaan dua variasi bahan untuk mengetahui kualitas unsur hara makro yang terbaik untuk pupuk organik cair. Variasi bahan yang ditambahkan kedalam 1 liter limbah cair pabrik kelapa sawit berupa EM4, dan abu tandan kosong yaitu 30 ml : 15 gr, 40 ml : 20 gr, dan 50 ml : 25 gr. Kemudian difermentasikan selama 8, 10 dan 12 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan N, P, dan K yang terbaik pada pupuk organik cair ini adalah pada waktu fermentasi 12 hari dengan variasi bahan 50 ml : 25 gr yaitu untuk nitrogen (N) 2,77%, fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 3,66%, kalium (K<sub>2</sub>O) 2,39%.*

**Kata Kunci :** *Effective Mikroorganisme (EM-4), Fosfor, Kalium, Nitrogen, Pupuk Organik Cair.*

### 1. PENDAHULUAN

Pupuk organik yaitu pupuk yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan dan manusia seperti pupuk hijau, pupuk kandang, dan kompos yang diperlukan untuk kehidupan mikroorganisme di dalam tanah. Peranan pupuk organik dalam tanah disamping menambah unsur hara juga dapat meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan porositas tanah sehingga dapat memperbaiki aerasi dan drainase tanah serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah (Sundari, 2012).

Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi dan bentuk produknya berupa cairan. Kelebihan dari pupuk organik ini dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam hal pencucian hara, dan mampu menyediakan hara secara cepat. Dibandingkan dengan pupuk cair anorganik, pupuk organik cair secara umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan sesering mungkin. Selain itu, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat, sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung digunakan oleh tanaman (Meriatna, 2018).

Dalam mengolah limbah cair kelapa sawit menjadi pupuk organik cair agar lebih meningkatkan kandungan haranya, maka perlu ditambahkan abu tandan kosong yang memiliki kandungan bahan organik yang dapat meningkatkan kualitas pupuk yang dihasilkan. Jika hanya memanfaatkan fermentasi limbah cair kelapa sawit, maka tidak begitu maksimal hasilnya pada tanaman. Maka dari itu, proses ini memerlukan material tambahan dalam pembuatan pupuk tersebut. Dalam abu tandan kosong kelapa sawit mengandung kalium yang tinggi (30-40% K<sub>2</sub>O) bersifat higroskopis dan alkalis sebagai bahan pengapuran sehingga dapat meningkatkan pH tanah. Abu tandan kosong kelapa sawit cenderung meningkatkan unsur hara P, K, Ca, dan Mg Serta meningkatkan unsur hara N bagi tanaman (Nursanti, 2013).

Pupuk cair sepertinya lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman karena unsur-unsur di dalamnya sudah terurai dan tidak dalam jumlah yang terlalu banyak sehingga manfaatnya lebih cepat terasa. Bahan baku pupuk cair dapat berasal dari pupuk padat dengan perlakuan perendaman. Setelah beberapa minggu dan melalui beberapa perlakuan, air rendaman sudah dapat digunakan sebagai pupuk cair, sedangkan limbah padatnya dapat digunakan sebagai kompos (Pancapalaga, 2011).

Pupuk memegang peranan penting dalam meningkatkan hasil tanaman, terutama pada tanah yang kandungan unsur haranya rendah. Sedangkan pupuk organik adalah nama kolektif suatu bahan

yang berasal dari limbah perikanan atau peternakan. Pupuk organik mengandung unsur hara lebih lengkap dibandingkan dengan pupuk kimia (Kurniawan, 2017).

Kandungan nitrogen dalam tanaman paling banyak dibanding hara mineral yang lain, yaitu sebanyak 2-4% dari berat kering tanaman. Nitrogen memegang peranan penting sebagai penyusun klorofil, yang menjadikan daun berwarna hijau. Warna daun ini merupakan petunjuk yang baik bagi aras nitrogen suatu tanaman. Kandungan nitrogen yang tinggi menjadikan dedaunan lebih hijau dan mampu bertahan lama, sehingga untuk sejumlah tanaman menyebabkan keterlambatan ini sampai pada tingkat yang tidak menguntungkan bagi tanaman, maka dapat menyebabkan tanaman mengalami gagal panen.

Phosfor merupakan unsur hara yang terpenting bagi tumbuhan setelah nitrogen. Unsur ini merupakan bagian penting dari nukleoprotein inti sel yang mengendalikan pembelahan dan pertumbuhan sel, demikian pula untuk DNA yang membawa sifat-sifat keturunan organisme hidup. Senyawa Phosfor juga mempunyai peranan dalam pembelahan sel, merangsang pertumbuhan awal pada akar, pemasakan buah, transport energi dalam sel, pembentukan buah dan produksi biji, pengujian phosfor menggunakan metode spektrofotometer. Phosfor juga merupakan unsur hara esensial tanaman.

Kalium (K) berperan dalam pembentukan protein dan karbohidrat, pengerasan bagian kayu dari tanaman, peningkatan kualitas biji dan buah serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Tanaman yang kekurangan unsur K akan mengalami gejala kekeringan pada ujung daun, terutama daun tua. Ujung yang kering akan semakin menjalar hingga pangkal daun. Kadang-kadang terlihat seperti tanaman yang kekurangan air. Kekurangan unsur K pada tanaman buah-buahan mempengaruhi rasa manis buah. Pengujian kalium biasanya menggunakan metode (AAS).

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) atau palm oil mill effluent (POME) merupakan salah satu jenis limbah organik agroindustri berupa air, minyak dan padatan organik yang berasal dari hasil samping proses pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit untuk menghasilkan crude palm oil (CPO). Proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit (CPO) akan menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup besar (Nursanti, 2013).

Abu tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah pertanian yang berasal dari pembakaran tandan kosong dengan incenerator dipabrik pengolahan minyak kelapa sawit. Abu tandan ini mengandung kalium yang tinggi (30-40% K<sub>2</sub>O) bersifat higroskopis dan alkalis sebagai bahan pengapuran sehingga dapat meningkatkan pH tanah (PT. Kresna Duta Agroindo, 2002). Soepardi (1983) menyatakan bahwa abu cenderung meningkatkan unsur hara P, K, Ca dan Mg serta meningkatkan unsur hara N bagi tanaman (Warsyidawati, 2017).

Fermentasi merupakan aktivitas mikroorganisme baik aerob maupun anaerob yang mampu mengubah atau mentransformasikan senyawa kimia ke substrat organik. Fermentasi dapat terjadi karena ada aktivitas mikroorganisme penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai, proses ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan tersebut. Fermentasi sering didefinisikan sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerob yaitu tanpa memerlukan oksigen. Karbohidrat terlebih dahulu akan dipecah menjadi unit-unit glukosa dengan bantuan enzim amilase dan enzim glukosidae, dengan adanya dua enzim tersebut maka zat pati akan segera terhidrolisis menjadi glukosa, kemudian glukosa akan diubah menjadi alkohol oleh khamir. *Effective microorganism* (EM-4) merupakan campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan. Jumlah mikroorganisme fermentasi didalam EM-4 sangat banyak, sekitar 80 jenis. Mikroorganisme tersebut dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasikan bahan organik. Dari sekian banyak mikroorganisme, ada lima golongan yang pokok yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus* sp, *Streptomyces* sp, ragi (yeast), dan *Actinomicetes* (Jalaluddin, 2018).

## 2. METODOLOGI

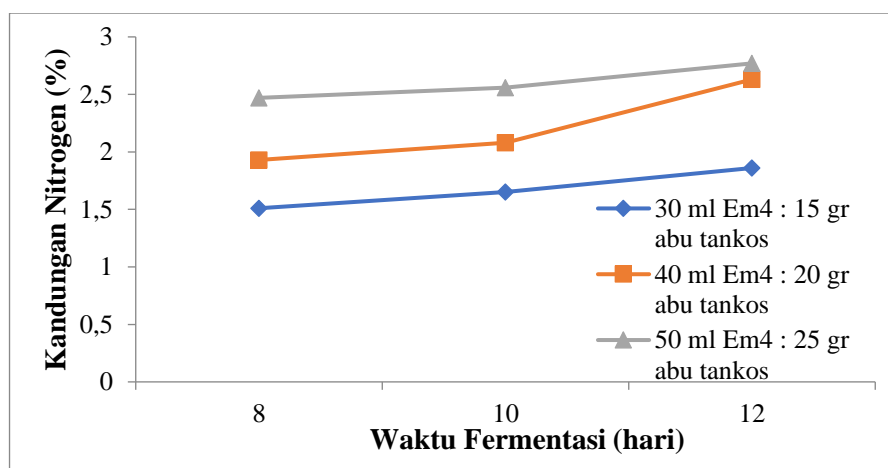
Bahan pembuatan pupuk organik cair yaitu limbah cair kelapa sawit, abu tankos kelapa sawit, *Effective Microorganism* (EM-4). Variabel tetap yaitu limbah cair sebanyak 1 liter dan air gula sebanyak 300 ml. Variabel bebas abu tankos 15, 20 dan 25 gram, dan *Effective Microorganism* EM-4 sebanyak 30, 40, dan 50 ml dan variabel terikat uji kadar nitrogen, phosfor, kalium dan pH. Limbah cair dimasukkan dalam wadah kemudian ditambahkan abu tankos, lalu dimasukkan EM4 kemudian

difermentasi selama 8, 10, dan 12 hari. Setelah selesai fermentasi diperoleh pupuk organik cair. Kemudian analisa kandungan Nitrogen (N), Phosfor (P), Kalium (K) dan pH.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Nitrogen

Pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan nitrogen pada volume EM4 dan massa abu tankos 30 ml : 15 gr, 40 ml : 20 gr, dan 50 ml : 25 gr ml disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap kandungan nitrogen**

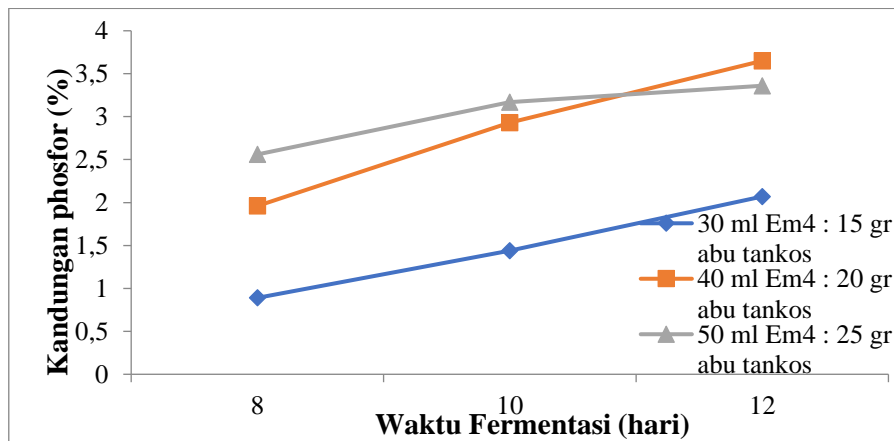
Gambar 1 menunjukkan bahwa pengaruh waktu fermentasi terhadap nitrogen yang diperoleh dari pembuatan pupuk organik cair pabrik kelapa sawit, yang dibuat melalui proses fermentasi dengan memvariasikan volume *Effective Mikroorganisme* (EM4), dengan massa abu tandan kosong. Dimana kadar nitrogen pada waktu fermentasi 8 hari dengan menggunakan volume EM4 dan massa abu tankos kelapa sawit 30 ml : 15 gr, 40 ml : 20 gr, dan 50 ml : 25 gr, kandungan nitrogen yang diperoleh adalah 1,51 %, 1,93 %, 2,47 %. Kadar nitrogen yang terendah terdapat pada volume EM4 dan abu tankos 30 ml : 15 gr yaitu 1,51 %, hal ini disebabkan karena pada waktu fermentasi 8 hari terjadi pertumbuhan mikroorganisme fase awal yang merupakan periode adaptasi, selama fase awal ini massa sel dapat berubah tanpa adanya perubahan jumlah sel yang terlalu signifikan. Hal ini dapat berpengaruh terhadap tanaman, karena bila kekurangan kadar nitrogen tumbuhan dapat menyebabkan daun kerdil, daun tampak kekuning-kuningan dan sistem perakaran yang terbatas (Kurniawan, 2017).

Waktu fermentasi 10 hari dengan menggunakan volume EM4 dan massa abu tankos kelapa sawit 30 ml : 15 gr, 40 ml : 20 gr, dan 50 ml : 25 gr, kandungan nitrogen yang diperoleh adalah 1,65 %, 2,06 %, 2,56 %. Kadar nitrogen yang terendah terdapat pada volume EM4 dan abu tankos 30 ml : 15 gr yaitu 1,65 %, menunjukkan bahwa kandungan nitrogen yang didapatkan semakin tinggi, hal tersebut disebabkan pertumbuhan mikroorganisme mengalami fase eksponensial yaitu terjadi pembelahan sel yang sangat cepat. Kadar nitrogen yang memenuhi standar kandungan hara pupuk organik cair (SNI-KMPRI-2019) didapatkan pada volume EM4 dan abu tankos 40 ml : 20 gr, 50 ml : 25 gr dan waktu fermentasi 10 hari adalah 2,06%, 2,56 %.

Waktu fermentasi 12 hari, kadar nitrogen yang didapat semakin meningkat, pada volume EM4 dan massa abu tankos kelapa sawit 30 ml : 15 gr, 40 ml : 20 gr, dan 50 ml : 25 gr, kandungan nitrogen yang diperoleh adalah 1,86 %, 2,33 %, 2,77 %, menunjukkan bahwa kandungan nitrogen yang didapatkan semakin tinggi, hal tersebut disebabkan pertumbuhan mikroorganisme mengalami fase eksponensial yaitu terjadi pembelahan sel yang sangat cepat. Kandungan nitrogen terbaik didapatkan pada volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr dan waktu fermentasi 12 hari adalah 2,77 %. Kadar nitrogen memenuhi standar kandungan hara pupuk organik cair (SNI-KMPRI-2019) dengan kadar perbandingan nitrogen 2-6%.

#### 3.2. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan fosfor

Pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan fosfor pada volume EM4 dan abu tankos 30 ml : 15 gr, 40 ml : 20 gr, dan 50 ml :25 gr disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap kandungan fosfor**

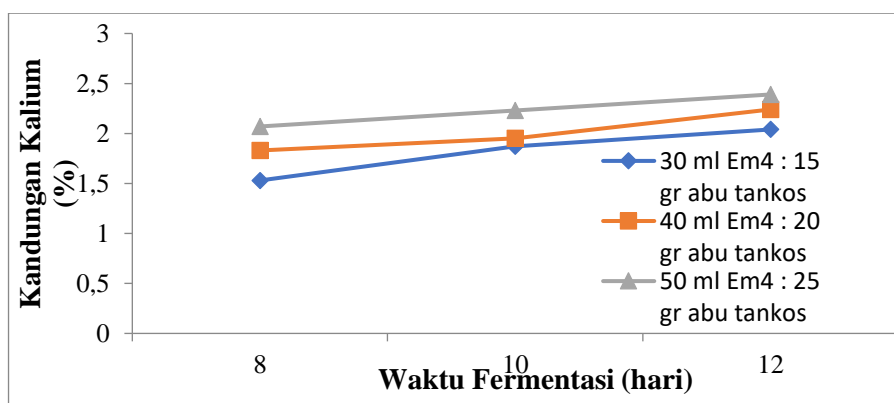
Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa kandungan fosfor sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu fermentasi, jumlah volume EM4, dan massa abu tandan kosong yang divariasikan. Dapat dilihat digambar bahwa pada waktu 8 hari dengan divariasikan volume *effective mikroorganisme* (EM4) dan massa abu tankos pada 30 ml :15 gr, kadar fosfor yang diperoleh 0,89 %, pada volume EM4 dan massa abu tankos 40 ml : 20 gr, kadar fosfor yang diperoleh 1,96 %, dan pada volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr, kadar fosfor yang diperoleh 2,56 %. Kandungan fosfor terendah pada waktu fermentasi 8 hari yaitu pada volume EM4 dan massa abu tankos 30 ml :15 gr yaitu 0,89%, hal ini disebabkan karena dalam fermentasi terjadi pertumbuhan mikroorganisme pada fase awal yang merupakan periode adaptasi yakni sejak inokulasi pada medium dilakukan selama fase awal dimana massa sel dapat berubah tanpa adanya perubahan jumlah sel (Jalaluddin, 2018).

Setelah perubahan massa sel selanjutnya terjadi pertumbuhan mikroorganisme bergerak ke fase eksponensial yaitu pada waktu fermentasi 10 dan 12 hari dimana mikroorganisme yang ada berkembang secara optimal terhadap jumlah sel mikroorganisme yang dihasilkan sehingga kandungan fosfor yang didapat pun semakin meningkat. Pada waktu fermentasi 10 hari, dengan memvariasikan volume EM4 dan massa abu tankos 30 ml : 15 gr, 40 ml : 20 gr, 50 ml : 25 gr. Kadar nitrogen yang diperoleh adalah 1,44 %, 2,93 %, dan 3,17%. Kadar fosfor tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 10 hari yaitu 2,17 %, pada volume EM4 dan abu tankos 50 ml : 25 gr. Sedangkan pada waktu fermentasi 12 hari, dengan memvariasikan volume EM4 dan abu tankos 30 ml : 15 gr, 40 ml : 20 gr, 50 ml : 25 gr. Kandungan fosfor yang diperoleh adalah 2,07 %, 3,65 %, dan 3,36 %. Dari kandungan tersebut menunjukkan fosfor pupuk organik cair sudah memenuhi SNI KMPRI-2019. yaitu pada hari ke 12 pada volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr yaitu 3,36%, dengan menggunakan *effective mikroorganisme* (EM4) itu sangat bagus dalam pembuatan pupuk organik cair, dikarenakan EM4 itu dapat mempercepat reaksi dalam proses fermentasi, kemudian EM4 juga dapat memperbanyak kandungan hara dari pupuk itu sendiri (Meriatna, 2018).

Selain itu tingginya kandungan fosfor pada pupuk organik cair juga dipengaruhi oleh penambahan abu tandan kosong kelapa sawit. Karena dalam abu tankos kelapa sawit mengandung unsur seperti nitrogen, fosfor, besi, kalium dan kalsium (Kurniawan, 2017).

### 3.3. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Kalium

Pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan kalium pada volume EM4 dan massa abu tankos 30 ml : 15 gr, 40 ml :20 gr, dan 50 ml :25 gr disajikan pada Gambar 3.

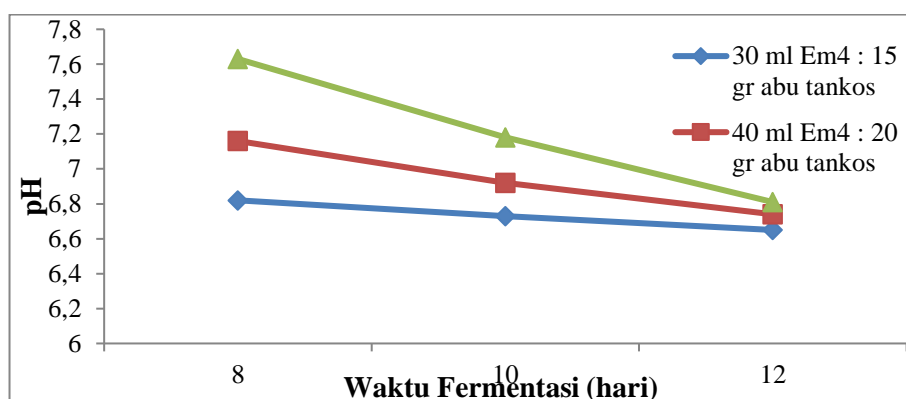


**Gambar 3 Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap kandungan kalium**

Gambar 3 menunjukkan bahwa pengaruh waktu fermentasi terhadap persen kalium, yang divariasikan dengan *effective microorganism* dan massa abu tankos kelapa sawit, kadar kalium yang terbaik diperoleh pada waktu fermentasi 12 hari dengan menggunakan volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr yaitu 2,39%. Hal ini menunjukkan bahwa persen kalium yang didapat paling tinggi dibandingkan dengan waktu fermentasi yang lainnya. Hal ini disebabkan karena pada waktu 12 hari terjadi pembelahan sel yang sempurna yaitu terjadi pada fase eksponensial. Dengan menggunakan *effective microorganism* (EM4) itu sangat bagus dalam pembuatan pupuk organik cair, dikarenakan EM4 dapat mempercepat reaksi dalam proses fermentasi dan juga dapat memperbanyak kandungan hara dari pupuk itu sendiri. Hasil yang didapat lebih tinggi dibandingkan dengan waktu fermentasi dan volume EM4 yang lainnya. Hal tersebut juga disebabkan karena terbentuknya asam organik selama proses penguraian dan menyebabkan daya larut unsur-unsur hara seperti Ca, P dan K menjadi lebih tinggi, sehingga lebih banyak kalium bagi tanaman (Kurniawan, 2017). Dari kandungan tersebut menunjukkan bahwa kandungan kalium dalam pupuk organik cair sudah memenuhi SNI No. 1 KMPRI-2019. Dengan kadar perbandingan 2-6 %.

### 3.4. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan pH

Pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan pH pada volume EM4 dan massa abu tankos 30 ml : 15 gr, 40 ml : 20 gr, dan 50 ml : 25 gr disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4 Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap kandungan pH**

Seperti yang terlihat pada Gambar 4 menunjukkan bahwa pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan pH, yang divariasikan dengan menggunakan EM4 dan massa abu tankos adalah seperti yang terlihat digambar pada waktu fermentasi 8 hari dengan menggunakan volume EM4 dan massa abu tankos 30 ml : 15 gr, 40 ml : 20 gr, 50 ml : 25 gr, kandungan pH yang tertinggi diperoleh pada volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr yaitu dengan kandungan pH 7,63 %, hal ini disebabkan karena dipengaruhi oleh beberapa faktor pertumbuhan mikroorganisme seperti suhu yang tidak stabil, nutrient, dan kondisi lingkungan (Meriatna, 2018).

Waktu 10 hari kandungan pH yang diperoleh 6,73 pada volume EM4 dan massa abu tankos 30 ml : 15 gr, 6,93 pada volume EM4 dan massa abu tankos 40 ml : 20 gr, dan 7,18 pada volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr. Sedangkan waktu 12 hari kandungan pH yang diperoleh semakin menurun drastis yaitu 6,81 pada volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr. hal tersebut disebabkan oleh lamanya waktu fermentasi dan juga semakin besar volume EM4 dan massa abu tankos yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan pH diperoleh pada waktu fermentasi 10 hari sesuai dengan standar mutu pupuk organik cair (Keputusan Menteri Pertanian RI 261/KPTS/SR.310/M/42/2019).

#### 4. KESIMPULAN

Kandungan N, P, K pada pupuk organik cair yang terbaik ialah dengan waktu fermentasi 12 hari dengan volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr, untuk nitrogen (N) 2,77%, fosfor ( $P_2O_5$ ) 3,36%, dan kalium ( $K_2O$ ) 2,39%. Semakin lama waktu fermentasi yang digunakan maka semakin tinggi kadar N, P, dan K yang dihasilkan karena pertumbuhan mikroorganisme dalam pupuk organik cair terjadi secara optimal. Semakin banyak volume bio aktivator EM4 dan massa abu tankos kelapa sawit yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kadar unsur hara makro (N, P, K) yang dihasilkan. pH yang dihasilkan pada pembuatan pupuk organik cair dari limbah cair kelapa sawit dan penambahan abu tankos kelapa sawit berkisar 6,65 - 7,63 dan sudah memenuhi standar SNI untuk pupuk organik cair. Kecepatan maksimum enzimatik yang tertinggi ( $V_{max}$ ) adalah 1,18 ml/jam dengan waktu fermentasi selama 12 hari.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Jalaluddin, Nasrul ZA, Rizki Syafrina. 2018 “Jurnal Teknologi Kimia Unimal.” *Jurnal teknologi Kimia Unimal* 2 (November): 85-100. <http://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk>.
- Keputusan Menteri Pertanian RI 261/KPTS/SR.310/M/42/2019, [KEPMENTAN]. (2019). Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No 261, pp. 1–18. Retrieved from <http://psp.pertanian.go.id/index.php/page/publikasi/418>.
- Kurniawan, Eddy, Zainuddin Ginting, and Putri Nurjannah. 2017. “Pemanfaatan Urine Kambing Pada Pembuatan Pupuk Organik Cair Terhadap Kualitas Unsur Hara Makro (Npk).” *Seminar Nasional Sains dan Teknologi* (23): 1–10. [jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek](http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek).
- Meriatna, Suryati, and Aulia Fahri. 2019. “Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Volume Bio Aktivator EM4 (Effective Microorganism) Pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Dari Limbah Buah-Buahan.” *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 7(1): 13.
- Nursanti, Ida. 2013. “Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Pada Proses Pengolahan Anaerob Dan Aerob.” *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi* 13(4): 67–73.
- Pancapalaga. 2011. “Pengaruh Rasio Penggunaan Limbah Ternak Dan Hijauan Terhadap Kualitas Pupuk Cair.” *Gamma* 7(September): 61–68.
- Polprasert, C.1989. *OrganicWaste Recycling*, John Willey and Sons, Chicester.
- Rasyid Warsyidawati. 2017. *Kandungan Fosfor (P) Pupuk Organik Cair (Poc) Asal Urin Sapi Dengan Penambahan Akar Serai (Cymbopogon Citratus) Melalui Fermentasi*. Makassar.
- Sundari, Elmi, Sari, Ellyta, Rinaldo, Riko. 2012. “Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Bioaktivator Bioscb Dan EM4.” *Prosiding SNTK TOPI*: 94–97. <https://www.academia.edu>.