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

**Fitriani1\*, Eddy Kurniawan2 dan Jalaluddin3**

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 yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi dan bentuk produknya berupa cairan. 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 microorganisme (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%, phospor (P2O5) 3,66%, kalium (K2O) 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 aerase dan drainase tanah serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah (Sundari, 2012).

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. 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 kepermukaan 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% K2O) bersifat higrokopis 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 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). Pupuk cair lebih mudah terserap oleh tanaman karena unsur-unsur di dalamnya sudah terurai. Tanaman menyerap hara terutama melalui akar, namun daun juga punya kemampuan menyerap hara. Sehingga ada manfaatnya apabila pupuk cair tidak hanya diberikan di sekitar tanaman, tapi juga di bagian daun-daun (Elmi, 2012).

Adapun manfaat dari pupuk organik cair tersebut diantaranya adalah menyediakan unsur hara bagi tanaman, memperbaiki struktur tanah, menekan bakteri yang merugikan dalam tanah, penggunaan terus menerus terhadap tanah akan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, aman bagi lingkungan (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. Tanaman yang kaya nitrogen akan memperlihatkan warna daun kuning pucat sampai hijuan kemerahan, sedangkan jika kelebihan unsur nitrogen akan berwarna hijau kelam.

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 essensial tanaman. Tidak ada unsur lain yang dapat mengganti fungsinya di dalam tanaman, sehingga tanaman harus mendapatkan atau mengandung P secara cukup untuk pertumbuhannya secara normal. Fungsi penting phosfor di dalam tanaman yaitu dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses-proses didalam tanaman lainnya (Winarso, 2005).

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) (Winarso, 2005).

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% K2O) bersifat higrokopis 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 mentranspormasikan 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 (Jajo, 2013).

*Efective mikroorganisme* 4 (EM4) merupakan campuran darimikroorganisme yang menguntungkan. Jumlah mikroorganisme fermentasididalam EM 4 sangat banyak, sekitar 80 jenis. Mikroorganisme tersebut dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasikan bahan organik. Darisekian banyak mikroorganisme, ada 5 golongan yang pokok yaitu bakteri fotosintetik, lactobacillus sp, streptomices sp, ragi (yeast), dan actinomicetes (Jalaluddin, 2016).

**2. METODOLOGI**

Bahan pembuatan pupuk organik cair yaitu limbah cair kelapa sawit 1 liter, abu tankos kelapa sawit 15, 20, dan 25 gr, *Effective Microorganisme* (EM-4) 30, 40, dan 50 ml. Fermentasi selama 8, 10, dan 12 hari, setelah selesai fermentasi diperoleh pupuk organik cair, penentuan 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 dilihat pada gambar 1 dibawah ini.

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

Gambar 1 diatas 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. Yaitu dapat dilihat digambar diatas pada waktu 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 waktu fermentasi 8 hari yaitu 1,51 %, pada volume EM4 dan abu tankos 30 ml : 15 gr, hal ini disebabkan karena dalam waktu fermentasi 8 hari terjadi terjadi pertumbuhan mikroorganisme fase awal yang merupakan periode adaptasi yakni sejak inokulasi pada medium dilakukan, 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 kadar nitrogen yang didapat 1,65 % pada volume EM4 dan massa abu tankos 30 ml : 15 gr, 2,06 % pada volume EM4 dan massa abu tankos 40 ml : 20 gr, dan 2,56 % pada volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr, 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 %, menunjukkan bahwa terjadinya pembelahan sel dari mikroorganisme yang sempurna.

Waktu fermentasi 12 hari, kadar nitrogen yang didapat semakin meningkat, 1,86 % pada volume EM4 dan massa abu tankos 30 ml : 15 gr, 2,33 % untuk volume EM4 dan massa abu tankos 40 ml : 20 gr, dan 2,77 % pada volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr. 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 pembanding nitrogen 2-6%.

**3.2 Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan phosfor**

Pengaruh waktu fermentasi terhadap kandungan phosfor pada volume EM4 dan abu tankos 30 ml : 15 gr, 40 ml : 20 gr, dan 50 ml :25 gr dilihat pada gambar 2 dibawah ini.

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

Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa kandungan phosfor sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu fermentasi oleh lamanya waktu fermentasi, jumlah volume EM4, dan massa abu tandan kosong yang divariasikan. Semakin tinggi kandungan phosfor yang didapatkan dalam pupuk organik cair. Dapat dilihat digambar bahwa pada waktu 8 hari dengan divariasikan volume *effective mikroorganisme* (EM4) dan massa abu tankos pada 30 ml :15 gr, kadar phosfor yang diperoleh 0,89 %, pada volume EM4 dan massa abu tankos 40 ml : 20 ge, kadar phosfor yang dperoleh 1,96 %, dan pada volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr, kadar phosfor yang diperoleh 2,56 %. Kandungan phosfor 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, 2016).

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 phosfor yang didapat pun semakin meningkat. Pada waktu fermentasi 10 hari, dengan menvariasikan 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 phosfor 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 phosfor 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 microorganisme* (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 phosfor 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 dilihat pada gambar 3 dibawah ini.

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

Dari Gambar 3 menunjukkkan bahwa pengaruh waktu fermentasi terhadap persen kalium, yang divariasikan dengan *effective microorganisme* dan massa abu tankos kelapa sawit, seperti yang terlihat pada gambar hasil yang terbaik yaitu diperoleh pada waktu fermentasi 12 hari, dengan kadar kalium diperoleh 2,39 %, dengan menggunakan volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr, hal ini menunjukkan bahwa persen kalium yang didapat ternyata paling tinggi pada waktu fermentasi 12 hari, dengan divariasikan volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr 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 microorganisme* (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 pembanding 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 dilihat pada gambar 4 dibawah ini.

**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 mengunakan 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 bu 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, hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan pH yang didapat mulai menurun dengan lamanya waktu fermentasi dan juga semakin besar volume EM4 dan massa abu tankos yang diberikan, dan juga hal tersebut dipengaruhi karena pada waktu 10 hari tejadi pembelahan sel yang sempurna dibandingkan dengan waktu fermentasi lainnya, dan dapat menunjukkan bahwa kandungan pH diperoleh pada fermentasi 10 hari sesuai dengan standar mutu pupuk organik cair (SNI : No 1- KMPRI-2019).

Waktu 12 hari nilai pH yang diperoleh semakin menurun drastis, dan nilai pH yang sangat rendah ada pada hari ke 12 dengan volume EM4 dan massa abu tankos 50 ml : 25 gr, dengan pH yang didapat 6,81. Pada hari ke-8 terjadi peningkatan kandungan pH dan kemudian mengalami penurunan pada akhir proses fermentasi, hal ini sesuai dengan Prahesti dan Yulya (2008) bahwa tinggi rendahnya pH disebabkan oleh aktivitas kelompok bakteri lainnya, misalkan bakteri metanogen yang mengkonversikan asam-asam organik menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti metana, amoniak dan karbondioksida. Menurut Polprasert (1989), pH yang dihasilkan dari pupuk cair cenderung asam. Kandungan pH pada ketiga perlakuan masuk kategori netral. Dari kandungan tersebut menunjukkan pH pupuk organik cair sudah memenuhi SNI No. 1-KMPRI-2019 yaitu 4-9.

**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%, phosfor (P2O5) 3,36%, dan kalium (K2O) 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 (Vmax) 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://0js.unimal.ac.id/index.php/jtk.

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.

Meriatna, Suryati, and Aulia Fahri. 2019. “Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Volume Bio Aktivator EM4 (Effective Microorganisme) 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, W. 2011. “Pengaruh Rasio Penggunaan Limbah Ternak Dan Hijauan Terhadap Kualitas Pupuk Cair.” *Gamma* 7(September): 61–68.

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.