



## Pengaruh Unsur-unsur Hara Pada Pupuk Organik Tablet Berbasis Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan Mikro Organisme Lokal Pada Pertumbuhan Tanaman Sengon (*Albizia chinensis*)

Lambang Subagiyo<sup>1\*</sup> dan Rusdiansyah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan - Universitas Mulawarman - Samarinda

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian - Universitas Mulawarman - Samarinda

\*Email: lbsubagiyo@yahoo.com

### Abstrak

Pengembangan pupuk organik tablet dari limbah cair pabrik kelapa sawit dan mikroorganisme lokal (MOL) yang dilaksanakan peneliti telah mencapai fase uji coba kinerja pupuk terhadap pertumbuhan tanaman, Tujuan penelitian ini adalah : (1) Mengetahui kandungan unsur N, P, K, C, kadar air, pH dan unsure hara makro lainnya pada pupuk organik tablet yang dihasilkan dengan fermentasi dan dengan filler (2) Mengaplikasikan pupuk tablet yang dihasilkan melalui uji coba pada pertumbuhan tanaman sengon (*Albizia chinensis*). Bahan dasar pupuk tablet ini adalah limbah pabrik kelapa sawit dan mikroorganisme local yang diproses secara fermentasi selama 28 hari. Karakterisasi kandungan hara pupuk dilakukan dengan mengukur unsur-unsur hara N, P, K, Mg, dan parameter logam berat. Uji coba tanaman sengon sebanyak 85 batang selama 2 bulan. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penormalan pH antara 7,54 – 8,88, dan unsure hara mikro serta unsur logam, normal. Kandungan hara dalam pupuk tablet yang dihasilkan adalah N-N total = 1,68 %,  $P_2O_5$  = 0,52 % dan  $K_2O$  = 7,32 % C/N = 13,1. Uji coba terhadap pertumbuhan tanaman sengon diperoleh hasil bahwa pemberian pupuk paling efektif 700 Kg/Ha dengan rerata pertambahan tinggi tanaman 40,64 cm, rerata pertambahan diameter batang 4,0 dan pertambahan jumlah daun adalah 8,86 helai. Disarankan pengembangan pupuk organik tablet terus dikembangkan untuk memberi solusi pengolahan limbah pabrik kelapa sawit.

**Kata kunci:** pupuk organik, pupuk tablet, mikroorganisme lokal, sengon

### PENDAHULUAN

Pengolahan industri hilir dari investasi perkebunan kelapa sawit berpotensi menimbulkan limbah yang dapat mengganggu kelestarian lingkungan, oleh karenanya harus dipikirkan upaya untuk pengelolaan lingkungan yang baik. Potensi limbah pabrik kelapa sawit di Kalimantan Timur pada tahun 2015 terdapat lebih dari 4.702.260 ton limbah sawit yang dihasilkan oleh aktivitas pabrik yang tersebar di berbagai lokasi (BLH Kaltim, 2015). Setiap pengolahan 1 ton tandan buah segar (TBS) dapat menghasilkan limbah tandan kosong segar (TKS) sebanyak 200-250 kg sedangkan untuk setiap produksi 1 ton minyak sawit mentah (MSM) akan menghasilkan 0,6-0,7 ton limbah cair dengan BOD 20.000-60.000 mg/liter. Sedangkan kandungan unsur hara seperti unsur makro yang terdapat pada limbah sawit cair adalah 450 mg N/l, 80 mg P/l, 1.250 mg K/l dan 215 mg Mg/l (BLH Kaltim, 2012).

Pengembangan pupuk organik berbasis limbah cair sawit, mikroorganisme local (MOL) dan filler berbasis limbah domestic yang dikembangkan diharapkan menghasilkan pupuk organik tablet yang memenuhi kebutuhan pupuk organik yang setiap tahun selalu meningkat. Indikator keberhasilan pupuk yang dihasilkan adalah kandungan unsur N, P, K, C, rasio C/N, pH dan unsure hara mikro pada pupuk organik tablet dari berbagai variasi menunjukkan kualitas pupuk organik yang baik berdasarkan standar yang berlaku.

Pupuk organik tablet yang dikembangkan pada penelitian ini adalah penambahan filler untuk memperkaya unsure hara P barasal dari utama tulang ikan, karena memiliki kandungan Fosfor yang tinggi sehingga dapat dijadikan sumber utama Fosfor (Mazaya M, dkk, 2013). Fosfor dalam tulang biasanya berbentuk Kalsium Fosfat



( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ). Sedangkan unsure hara K diperkaya dengan penggunaan abu tandan sawit kosong. Dalam tandan kosong buah segar sawit mengandung nutrisi terutama unsur Nitrogen, Fosfor, Kalium, dan Magnesium memberikan peluang dan potensi sebagai bahan suplemen pupuk organik. Pada abu tandan buah segar mengandung 30 - 40%  $\text{K}_2\text{O}$ , 7%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 9%  $\text{CaO}$  dan 3%  $\text{MgO}$ . Selain itu juga mengandung unsur hara mikro yaitu 1.200 ppm Fe, 1.000 ppm Mn, 400 ppm Zn, dan 100 ppm Cu. Selain sebagai pengganti sumber nutrisi, penggunaan tandan kosong kelapa sawit sebagai filler akan mengurangi dampak dan resiko lingkungan, sehingga dapat dikategorikan sebagai salah satu tindakan dalam pengelolaan lingkungan melalui program Produksi Bersih (*Cleaner Production*).

Pengembangan pupuk organik tablet berbahan baku limbah kelapa sawit dan mikroorganisme lokal yang telah dilakukan dalam penelitian ini diharapkan dapat memberi solusi yang bermanfaat untuk pengelolaan lingkungan yang sekaligus memberikan nilai tambah (*added value*) bagi pengembangan industri pertanian, dalam mendukung program ketahanan pangan di Indonesia.

Dalam penelitian ini telah dihasilkan beberapa rekomendasi meliputi komposisi terbaik antara sludge, mikroorganisme local dan Filler. Hasil uji laboratorium terhadap hasil penelitian ini antara lain analisis kandungan unsure hara N, P, K, C, rasio C/N, pH dan unsure hara mikro pada pupuk organik tablet yang dihasilkan memiliki kualitas terbaik.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan dari limbah organik yaitu sludge sawit dan tandan buah kosong kelapa sawit dan Mikro Organisme Lokal (MOL). Bahan MOL dibuat dari limbah buah-buahan, sedangkan suplemen/filler tambahan berupa cangkang telur ayam dan tulang ikan. Bahan perekat untuk pembuatan tablet dibuat dari tepung kanji.

Sasaran penelitian ini adalah pemanfaatan limbah sawit menjadi pupuk tablet kinerja tinggi yang sesuai Peraturan Menteri Pertanian RI No. 70 tahun 2011 tentang pupuk organik dan pupuk hayati. Karakterisasi terhadap kandungan unsur-unsur hara digunakan sejumlah bahan kimia dengan kualitas pro analisa (p.a.). Langkah-langkah penelitian dilakukan sebagai berikut :

1. Pembuatan MOL dilaksanakan dengan fermentasi selama 28 hari, dilanjutkan dengan karakterisasi awal pada masing-masing bahan, yaitu untuk mengetahui kandungan unsur hara N, P, K, C, C/N, pH dan unsur hara mikro lainnya.
2. Pembuatan pupuk organik tablet dilakukan dengan mengkomposit antara sludge, mikroorganisme local dan filler selanjutnya difermentasi, komposisi (perbandingan) yang ditetapkan antara MOL dan limbah cair sawit (LCS) dan bahan suplemen hara adalah 1:1:1. Pembuatan tablet pupuk organik dengan penambahan bahan perekat berupa tepung kanji.
3. Pengujian sampel dilakukan dengan metode uji SNI 2803-2012 tentang Pupuk NPK padat. Parameter yang diuji adalah unsure N, P, K , pH, rasio C/N, kadar air dan logam berat.
4. Menguji efektivitas kerja pupuk dengan cara mengamati pertumbuhan tanaman sengon (*Albizia chinensis*) yang diberi pupuk dengan dosis 350 kh/Ha, 700 Kg/Ha, 1050 Kg/Ha dan 1400 Kg/Ha. Pengamatan dilakukan setiap 7 hari dengan mengukur pertambahan tinggi tanaman, pertambahan diameter batang tanaman



dan jumlah daun. Jumlah seluruh sampel adalah 85 polybag yang diberi pupuk secara bervariasi, dimana jumlah polybag pupuk A sebanyak 40 tanaman dan untuk uji coba pupuk B sebanyak 45 tanaman, dengan sampel setiap perlakuan sebanyak 8 tanaman yang diberi perlakuan sama.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kandungan Hara Pada Pupuk Tablet Organik Berbasis Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan Mol

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah pupuk tablet organik, yang dikomposit dari limbah cair pabrik kelapa sawit, mikroorganisme lokal dan penambahan filler dari abu tandan buah segar kepala sawit dan serbuk tulang ikan. Dimensi pupuk tablet yang dihasilkan adalah diameter 1,5 cm dan beratnya 1 g. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui kandungan dasar unsure-unsur hara, terutama unsure hara makro yang sangat diperlukan tanaman. Hasil pengukuran kandungan hara pupuk A dengan MOL yang terbuat dari kol, kacang panjang, bayam dan buah pisang dan pupuk organik B dengan MOL berbasis kacang panjang, buncis dan pisang ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Kandungan Hara Pupuk Organik Tablet A

| No | Parameter                     | Metode          | Satuan | Kandungan Hara | Keterangan   |
|----|-------------------------------|-----------------|--------|----------------|--------------|
| 1  | C Organik                     | Walkley % Black | %      | 15,80          | Baik         |
| 2  | N Total                       | Kjeldahl        | %      | 1,2            | Tinggi       |
| 3  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Spektronic      | %      | 0,70           | Cukup Tinggi |
| 4  | K <sub>2</sub> O              | AAS             | %      | 4,25           | Tinggi       |
| 5  | Rasio C/N                     | Calculator      | %      | 13,1           | Baik         |
| 6  | CaO                           | AAS             | %      | 5,12           | Tinggi       |
| 7  | MgO                           | AAS             | %      | 0,53           | Cukup        |
| 8  | Pb                            | AAS             | mg/Kg  | 101,5          | Maksimal 500 |
| 9  | Cd                            | AAS             | mg/Kg  | 4,01           | Maksimal 50  |
| 10 | Ph                            | Elektrode       | -      | 7,54           | Ideal        |

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium (2015).

Dari tabel 1 telah ditunjukkan hasil analisis kandungan unsur hara pada pupuk tablet dari bahan MOL berbasis kacang-kacangan dan sludge dari limbah pabrik kelapa sawit. Berdasarkan hasil tersebut nampak bahwa kandungan unsur hara esensial (N,P,K) dari pupuk tersebut dikategorikan sangat baik. Peraturan menteri pertanian No 70 tahun 2011 hanya menyaratkan syarat minimal pupuk organik juga diketahui bahwa kandungan unsur hara tertinggi di dalam endapan limbah adalah kandungan hara Total N, P, K sebesar 4%. Oleh karenanya pupuk organik yang dihasilkan dalam eksperimen ini telah melebihi ketentuan tersebut. Rasio C/N dari pupuk tablet ini juga sangat ideal yang berada pada kisaran 12 - 25. pH dari pupuk yang dihasilkan juga menunjukkan nilai ideal berada pada kisaran netral dengan sedikit basa yaitu 7,54.

Catatan khusus yang perlu diperhatikan adalah kandungan Pb terdeteksi cukup tinggi namun masih jauh dibawah baku mutu yang ditetapkan, diduga berasal dari sludge yang belum mengalami pengendapan. Untuk menurunkan kandungan Pb disarankan sebelum pengambilan sludge dilakukan pengadukan. pada tabel diatas ditemukan kandungan hara yang masih cukup rendah. diduga karena penggunaan filler dari tulang sapi belum efektif. Untuk meningkatkan unsur hara P disarankan untuk menambahkan filler dari cangkang telur atau tulang ikan.



Dalam eksperimen ini juga dihitung tingkat kerapatan bakteri *Bacillus sp* pada limbah cair pabrik kelapa sawit yaitu mencapai  $16,6 \times 10^6$  CFU/mL. Bakteri *Bacillus sp* ini berperan untuk sebagai perombak rantai karbon dari senyawa organik, sehingga dapat meningkatkan kandungan hara dalam pupuk tablet.

Tabel 2. Kadungan Hara Pupuk Organik Tablet B

| No | Parameter                     | Metode           | Satuan | Mol _ Slugde | Keterangan  |
|----|-------------------------------|------------------|--------|--------------|-------------|
| 1  | N Total                       | Kjeldahl         | %      | 1,68         | Baik        |
| 2  | C Organik                     | Wallkdey % Black | %      | 22,62        | Tinggi      |
| 3  | Rasio C/N                     | Calculator       | %      | 13,5         | Baik        |
| 4  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Spektronic       | %      | 0,52         | Tinggi      |
| 5  | K <sub>2</sub> O              | AAS              | %      | 7,32         | Baik        |
| 6  | CaO                           | AAS              | %      | 3,42         | Tinggi      |
| 7  | MgO                           | AAS              | %      | 0,90         | Cukup       |
| 8  | Pb                            | AAS              | mg/Kg  | 288,64       | Mak 500 ppm |
| 9  | Cd                            | AAS              | mg/Kg  | 2,01         | Mak 50 ppm  |
| 10 | pH                            | Elektrode        | -      | 8,88         | Ideal       |

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium (2015)

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa unsure hara N dan K sangat tinggi, sedangkan kandungan hara P cukup tinggi. Berdasarkan peraturan menteri pertanian No. 70 tahun 2011 pupuk tablet ini telah memenuhi syarat sebagai pupuk organik yang dapat digunakan untuk tanaman perkebunan maupun pertanian. Total kandungan hara N,P, K dari pupuk yang dihasilkan adalah 9,52%, telah melebihi ketentuan Permentan No 70 tahun 2011 yaitu 4%. pH pupuk berada dalam kisaran normal dengan sedikit basa. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa karakteristik pupuk yang dihasilkan lebih dominan unsure hara K. Diduga peningkatan unsur K merupakan kontribusi filler dari abu tandan buah segar, sedangkan filer dari tulang ikan kurang bekerja efektif. Beberapa parameter seperti kadar air, kadar kalium, kandungan CaO, MgO, logam Pb dan Cd sesuai dengan SNI 2803-2012.

Kadungan Pb dari pupuk tablet juga terlihat cukup tinggi (288,64) namun masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan yaitu 500 ppm. Untuk menurunkan kandungan Pb disarankan sebelum dilakukan pengambilan sampel harus dilakukan pengadukan dan ditunggu beberapa waktu, sehingga terjadi pengendapan Pb di dalam dasar kolam.

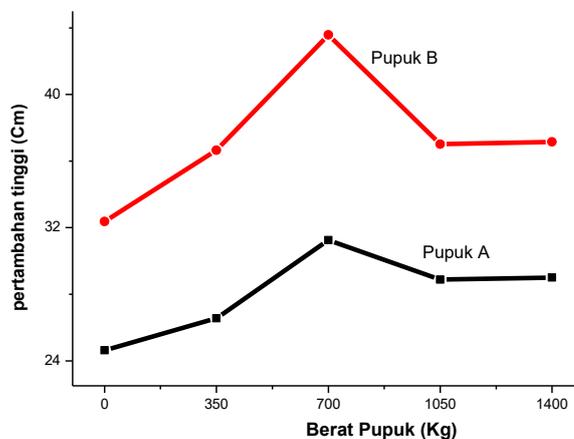
Adanya peningkatan unsur hara disebabkan adanya kandungan hara yang terdapat pada bahan penyusun mikroorganisme lokal. Bahan penyusun mikroorganisme lokal karbohidrat berupa sari pati, protein gluten, selulosa, hemiselulosa, gula dan vitamin yang tinggi dan merupakan media alternatif pembawa bakteri. Air kelapa kaya mineral, mengandung gula dan protein. Dengan adanya mineral pada air kelapa meningkatkan konsentrasi ion OH<sup>-</sup> dan menurunkan ion H<sup>+</sup>, sehingga terjadi peningkatan pH pada limbah cair sawit dan mikroorganisme lokal. Selain itu adanya gula merah pada bahan penyusun mikroorganisme lokal sebagai penghasil glukosa, yang berfungsi sebagai enzim membantu bakteri *Lactobacillus sp* dalam proses penguraian (*dekomposisi*) senyawa-senyawa kompleks (senyawa-senyawa organik) dan senyawa-senyawa beracun lainnya yang terdapat pada larutan limbah cair sawit dengan memutus rantai C (carbon) dan mengubahnya menjadi senyawa-senyawa sederhana yang tersedia untuk tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa larutan mikroorganisme lokal berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pengurai



atau dekomposer untuk menetralkan bahan-bahan cemaran terutama senyawa-senyawa organik mudah larut yang terdapat pada limbah cair sawit.

Pendapat Hartutik (2009), proses penguraian senyawa-senyawa kompleks pada bahan limbah menjadi senyawa sederhana oleh bakteri *Lactobacillus sp.* dilakukan dengan cara menghasilkan *Adenosin Tri Phospat (ATP)*, asam laktat dan asam amino. *Lactobacillus sp* adalah merupakan salah satu jenis *mikroorganisme* yang dapat mengubah senyawa kompleks yang mengandung Fosfor (P) dari keadaan tidak larut menjadi terlarut dengan mengeksresikan asam-asam organik (asam amino) seperti asam sitrat, glutamat, asetat, propionat, laktat, fumarat dan suksinat. Asam-asam organik yang dieksresikan ini juga menjadi sumber unsur hara N, P, K, Mg, Ca dan S. Selain itu *Lactobacillus sp* juga mengeksresikan fito hormon yang berfungsi memacu proses penguraian senyawa kompleks yang terdapat pada bahan limbah. Nilai Kalium yang meningkat karena bahan dasar berupa abu tandan buah kelapa sawit mengandung unsur hara kalium tinggi yaitu sekitar 20-30% serta mengandung unsur CaO dan MgO.

Untuk mengetahui pengaruh pupuk tablet terhadap pertumbuhan tanaman, maka dilakukan uji pada tanaman sengon dengan mengamati pertambahan tinggi, pertambahan diameter batang dan jumlah daun. Tanaman sengon diberikan pupuk tablet dengan variasi 350 kg/Ha, 700 kg/Ha, 1050 kg/Ha dan 1400 kg/Ha, serta tanaman kontrol yang tidak diberi pupuk. Hasil pengujian terhadap pertambahan tinggi tanaman yang dipupuk dengan pupuk tablet ini ditunjukkan dalam Gambar 1.



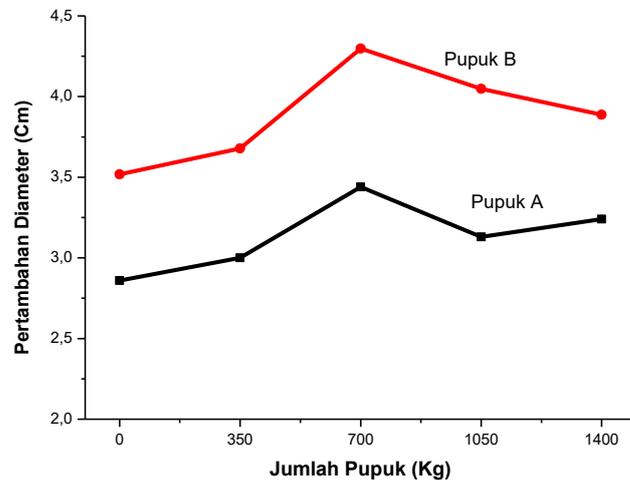
Gambar 1. Grafik perbandingan pertambahan tinggi tanaman pada pemberian pupuk A dan B

Berdasarkan tabel tersebut nampak pertambahan tinggi tanaman cukup bervariasi. pemberian pupuk B sebesar 700 kg/Ha menunjukkan pertumbuhan tanaman yang lebih besar dibanding pupuk A yaitu sebesar 40,64 cm dalam waktu 7 minggu, sedangkan penggunaan pupuk A mengalami pertambahan tinggi sebesar 31,25 cm, namun penggunaan dua pupuk tersebut efektif dengan jumlah pupuk 700 Kg/Ha. Pertambahan tinggi tanaman pada tanaman sengon yang tidak diberi pupuk sedikit lebih lambat dibandingkan dengan yang diberi pupuk. Pada pemberian pupuk yang berlebihan juga tidak membawa pengaruh yang signifikan terhadap pertambahan



tinggi tanaman, sehingga disarankan pemberian pupuk harus sesuai dengan kebutuhan unsur hara pada tanaman.

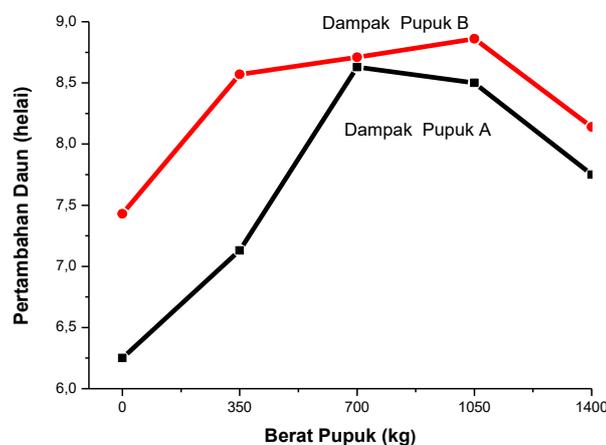
Perbandingan diameter batang berdasarkan variasi pemberian pupuk dengan dosis yang berbeda beda, sebagaimana disampaikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik perbandingan pertambahan Diameter Batang pada pemberian pupuk A dan B.

Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa pemupukan dengan 700 kg/Ha dalam 7 minggu mengalami peningkatan yang lebih besar diameter tanaman sengan yaitu sebesar 4,0 cm pada pupuk B, sementara penggunaan pupuk A rerata pertambahan diameter pada usia 7 minggu adalah 3,44 cm.

Indikator lainnya yang menunjukkan kinerja pupuk adalah rerta pertambahan jumlah daun yang diukur mulai awal pemupukan pada periode waktu 7 minggu. pengelompokan juga didasarkan pada variasi pemberian pupuk dengan dosis yang berbeda beda, sebagaimana disampaikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik perbandingan pertambahan Jumlah daun pada pemberian pupuk A dan B



Berdasarkan Gambar 3, nampak bahwa pemberian pupuk 700 kg/Ha pupuk A memberikan pertambahan daun sebanyak 8,53 dengan rerata jumlah daun 12,50. Selanjutnya penggunaan pupuk B dengan 1050 Kg/Ha memberi pertambahan yang lebih banyak yaitu sebesar 8,86 helai daun dan rerata jumlah daun adalah 13 Helai. Berdasarkan tiga parameter pengukuran tersebut direkomendasikan pemberian pupuk tablet berbasis MOL dan sludge limbah cair pabrik kelapa sawit adalah 1050 kg/Ha. Berdasarkan hasil dari beberapa parameter pengukuran di atas nampak baki penggunaan pupuk A maupun pupuk B menunjukkan bahwa pemberian pupuk 700 kg/Ha lebih efektif untuk memacu pertumbuhan tanaman dari indikator pertambahan tinggi, pertambahan diameter dan jumlah daun tanaman sengon. Hal ini diduga kebutuhan hara untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman sudah mencukupi. Pemberian pupuk lebih dari 700 Kg/Ha tetap memberi kontribusi positif pada pertumbuhan tanaman, namun kurang memberi keuntungan ekonomi.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dicapai maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dihasilkan pupuk organik tablet berbasis limbah cair pabrik kelapa sawit, MOL dan filler dengan kandungan hara makro terutama N, P dan K memenuhi Standar Permentan No. 70 tahun 2011.
2. Terjadi peningkatan pH, N-total,  $P_2O_5$ , dan  $K_2O$  komposit limbah cair sawit dan MOL pada semua perlakuan. Kandungan hara terbaik yang dicapai adalah Pupuk N = 1,68 %, pupuk P = 0,52 % dan pupuk K = 7,32 %, C/N = 13,5 dan pH = 8,8. Peningkatan terbaik diperoleh pada komposit limbah cair sawit dan MOL dan suplemen dengan perbandingan 1:1:1,
3. Uji coba terhadap pertumbuhan tanaman sengon diperoleh hasil bahwa pemberian pupuk paling efektif 700 Kg/Ha dengan rerata pertambahan tinggi tanaman 40,64 cm, rerata pertambahan diameter batang 4,0 dan pertambahan jumlah daun adalah 8,86 helai.

## DAFTAR RUJUKAN

- Cheriatna. 2007. *Pupuk dan Tanaman Karet Terjemahan* E.D.Purbayanti, 1991. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Departemen Pertanian. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Jakarta
- Fauzan Zakaria, 2009. *Pertumbuhan dan Hasil Jagung yang Dipupuk N, P, dan K pada Tanah Vertisol Isimu Utara Kabupaten Gorontalo*. *J. Tanah Trop.*, Vol. 14, No.1, 2009 pp: 49-56
- Garsoni. 2009 *Pupuk dan Pemupukan* Penebar Swadaya, Jakarta
- Kasno and M.T. Sutriadi. 2012. *Indonesian Rock-Phosphate Effectivity For Maize Crop On Ultisols Soils*, *Agrivita* Vol. 34. No. 1. 2012 pp: 14 -22
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2003 Tentang Pedoman Teknis Pengkajian dan Pemanfaatan Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit Pada Tanah di Perkebunan*. Jakarta
- Lynch, J.M. & N.J.Poole, 1979, *Microbial Ecology A Conceptual Approach*. Blackwell Scientific Publications. Oxford
- Musnamar, Effi Ismawati. 2005. *Pupuk Organik: Cair dan Padat, Pembuatan, Aplikasi*. Penebar Swadaya: Jakarta



- Mazaya, 2013, *Pemanfaatan Tulang Ikan Kakap Untuk Meningkatkan Kadar Fosfor Pupuk Cair Limbah Tempe*, Indonesian Journal of Chemical Science, Indo. J . Chem. Sci. 2 (1) (2013), Jurusan Kimia FMIP A Universitas Negeri Semarang
- Runik Dyah Purwaningrahayu. 2008. *Aplikasi Bahan Organik Dan Pupuk Anorganik P Dan K Pada Kacang Hijau Di Lahan Sawah*, j. Agrivigor Vol. 8 No. 1. 2008. PP. 49-56
- Siregar, Parpen. 2009. *Produksi Biogas melalui Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit dengan Digester Anaerob*. Jakarta
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 2803 : 2012 *Tentang Pupuk NPK Padat*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta