

**PEMBERIAN DOSIS MOKROORGANISME SELULOTIK DAN  
ANORGANIK DOSIS RENDAH PADA TANAMAN KELAPA SAWIT  
(*Elaeis guineensis jacq*) DI TBM-II**

**GIVING OF CELLULOLYTIC MICROORGANISMS DOSES AND LOW  
DOSES OF INORGANIC FERTILIZER TO OIL PALM PLANT  
(*Elaeis guineensis Jacq.*) IN TBM-II**

**Joko Pranoto<sup>1</sup>, Gusmawartati<sup>2</sup>, Sukemi Indra Saputra<sup>2</sup>**

Major of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Riau  
HR. Subrantas street km 12.5 Simpang Baru, Pekanbaru, 28293.

E-mail: 703.del@gmail.com

Hp: 08984258030

**ABSTRACT**

*The study aimed to determine the effect of cellulolytic microorganisms given and low doses of inorganic and the single factor on the growth of oil palm plantations in TBM-II. The study implemented in PT. Tunggal Perkasa Plantation, Air Molek, District pasir penyu, Indragiri Hulu, Riau Province. It was conducted from October 2012 to January 2013. The study uses Completely Randomized Design (CRD) with two factors namely cellulolytic microorganisms and low doses of inorganic fertilizers with 3 replications. Data were analyzed using ANOVA and followed by further test DNMRT at 5% level. The parameters measured were the increase of hump circumference, leaf length, increase number of leaves, number of leaflets, leaf width and length of the child leaves. The results of the study showed that giving cellulolytic microorganisms and low of doses inorganic fertilizer had no significant effect on all parameters of the observations, also the single factor low doses of inorganic fertilizer, but it is given significant effect on the single factor giving cellulolytic microorganisms to parameter in increasing of hump circumference and length of the leaves with 10 ml/plant of doses.*

**Keywords :** *Cellulolytic microorganisms, low doses of inorganic fertilizer and oil palm.*

**PENDAHULUAN**

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang menduduki posisi penting di sektor pertanian dan merupakan komoditas perdagangan yang sangat prospektif sehingga menjadikannya komoditas ekspor utama di Indonesia. Hasil dari tanaman kelapa sawit ini khususnya minyak kelapa sawit pada masa depan diyakini tidak hanya mampu menghasilkan berbagai industri hilir yang dibutuhkan manusia, namun juga dapat menjadi substitusi bahan bakar minyak yang saat ini sebagian besar disuplai oleh minyak bumi. Oleh sebab itu, prospek pengembangan tanaman kelapa sawit di Indonesia khususnya di Provinsi Riau masih terbuka luas.

Luas perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau dari tahun 2007 hingga tahun 2011 terus mengalami peningkatan. Tahun 2007 tercatat luasnya 1.612.382 ha dengan produksi *Crude Palm Oil* (CPO) 5.119.264 ton, sedangkan

---

1. Student Of Agriculture Faculty, University Of Riau

2. Lecturer Of Agriculture Faculty, University Of Riau

pada tahun 2011 luasnya telah mencapai 2.256.538 ha dengan produksi CPO mencapai 6.932.572 ton. Pertambahan luasnya mencapai 644.156 ha dan peningkatan produksi CPO sebanyak 1.813.308 ton (Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2012).

Produktivitas tanaman kelapa sawit di Indonesia hanya sekitar 13 ton tandan buah segar (TBS)/ha/tahun. Potensi produksinya sebenarnya dapat mencapai lebih dari 20 ton TBS/ha/tahun. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas harus menjadi keharusan disamping pengembangan dan pembangunan perkebunan kelapa sawit di Indonesia (Sunarko, 2010).

Salah satu yang mempengaruhi rendahnya produktivitas kelapa sawit adalah teknik budidaya. Kesalahan dalam teknik budidaya dapat mempengaruhi produksi TBS, contohnya kesalahan pemupukan dapat menurunkan produksi TBS hingga 13% dari produksi normal (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2005).

Kegiatan pemeliharaan tanaman belum menghasilkan (TBM) memerlukan biaya yang cukup besar. Disamping itu, pemeliharaan TBM menentukan keberhasilan pada masa tanaman menghasilkan (TM). Terbatasnya kemampuan lahan dalam penyediaan unsur hara secara terus-menerus bagi tanaman kelapa sawit seringkali menjadi kendala, sehingga pemupukan pada masa TBM sangat penting agar tanaman dapat tumbuh subur dan sehat sehingga mampu berproduksi pada umur yang normal (Rustam dan Agus, 2011).

Mikroorganisme selulolitik (MOS) mempunyai kemampuan hidup pada selulosa. Salah satu bahan organik yang memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi adalah tandan kosong sawit (TKS). Secara alami pengomposan TKS mengalami proses yang lambat dalam penguraiannya dan memerlukan waktu  $\pm$  6-12 bulan. Pemanfaatan MOS dalam dekomposisi selulosa dapat mempercepat proses penguraian bahan-bahan selulosa tersebut menjadi gula. Proses dekomposisi akan menghasilkan hara dalam bentuk kation maupun anion yang tersedia bagi tanaman atau terbentuknya humus yang resisten terhadap dekomposisi selanjutnya.

Hasil penelitian Gusmawartati *et al.*, (2011) pemberian MOS dan pupuk NPK dosis rendah cenderung meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah bila dibandingkan dengan tanpa pemberian MOS dan pupuk Urea, TSP, KCl sesuai dosis anjuran. Selain itu dari hasil penelitian di TBM-I menunjukkan bahwa interaksi pemberian MOS dan pupuk anorganik berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, lingkaran bonggol dan lebar anak daun) (Gusmawartati, 2011).

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian mikroorganisme selulolitik dan pupuk anorganik dosis rendah atau faktor tunggalnya terhadap pertumbuhan kelapa sawit di TBM-II.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian telah dilaksanakan di lahan PT. Tunggal Perkasa Plantation (PT. TPP), Air Molek, Kecamatan Pasir Peny, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Penelitian dilaksanakan dari bulan Oktober 2012 sampai Januari 2013. Bahan yang digunakan antara lain: kelapa sawit yang telah berumur 21 bulan di lapangan (TBM-II) hasil persilangan Dura Deli dan Pesifera Ghana (Topaz) yang berasal dari *Oil Palm Research Station* (OPRS) Topaz-Riau, isolat mikroorganisme selulolitik, pupuk Urea, MoP, Kieserit, Borat, NPK, TKS.

Alat-alat yang digunakan antara lain: meteran, tali/benang, ember, parang, pisau, cangkul, dodos, pengait, label, pilox/cat, peralatan analisa laboratorium, kamera dan alat-alat tulis.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor. Faktor pertama merupakan perlakuan dosis mikroorganisme selulolitik terdiri dari 4 taraf (0, 10, 20 dan 30 ml/tanaman) dan faktor kedua perlakuan dosis pupuk anorganik terdiri dari 2 taraf ( $1/2$  dan  $3/4$  dosis anjuran) dengan 3 ulangan. Pemberian perlakuan dilakukan dengan mengencerkan MOS terlebih dahulu dengan menggunakan air kemudian menuangkan cairan MOS ke permukaan tanah secara merata. Perlakuan dosis pupuk anorganik dimana satu dosis anjuran berdasarkan Standart Operasional Pemupukan (SOP) PT. Tunggal Perkasa Plantation. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Anova dan dilanjutkan dengan uji lanjut DNMRT pada taraf 5%. Adapun parameter yang diamati adalah pertambahan lingkaran bonggol, panjang daun, pertambahan jumlah daun, jumlah anak daun, lebar anak daun dan panjang anak daun. Kemudian analisis tambahan berupa analisis N, P dan K pada jaringan tanaman serta analisis tanah yakni C-organik, N total, C/N dan pH tanah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertambahan Lingkaran Bonggol (cm)

Data hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi pemberian mikroorganisme selulolitik dan pupuk anorganik dosis rendah berpengaruh tidak nyata terhadap pertambahan lingkaran bonggol tanaman kelapa sawit di TBM-II, hal yang sama juga terjadi pada faktor tunggal pemberian pupuk anorganik dosis rendah tetapi berpengaruh nyata pada faktor tunggal pemberian mikroorganisme selulolitik. Data hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Rerata Pertambahan lingkaran bonggol kelapa sawit dengan pemberian dosis MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II (cm).**

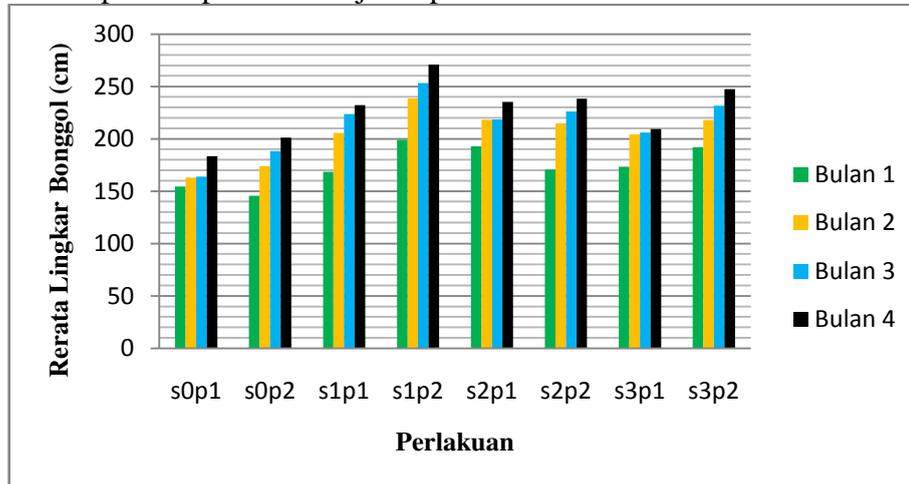
| MOS (ml/tanaman) | Pemberian Pupuk Anorganik (gram) |                     | Rerata |    |
|------------------|----------------------------------|---------------------|--------|----|
|                  | $1/2$ dosis anjuran              | $3/4$ dosis anjuran |        |    |
| 0                | 29.00                            | 27.33               | 28.17  | b  |
| 10               | 63.67                            | 72.00               | 67.83  | a  |
| 20               | 42.33                            | 67.67               | 55.00  | a  |
| 30               | 36.00                            | 55.67               | 45.83  | ab |
| Rerata           | 42.75                            | 55.67               |        |    |

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%

Tabel 1 menunjukkan bahwa kombinasi pemberian mikroorganisme selulolitik dan pupuk anorganik dosis rendah berbeda tidak nyata terhadap pertambahan lingkaran bonggol. Kombinasi pemberian MOS 10 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $3/4$  dosis anjuran menunjukkan hasil yang tertinggi yaitu 72.00 cm meningkat bila dibandingkan dengan pemberian MOS 0 ml/tanaman dan pemberian pupuk anorganik  $3/4$  dosis anjuran yang memberikan pertambahan lingkaran bonggol terendah yaitu 27.33 cm. Hal ini dikarenakan aktivitas mikroorganisme selulolitik dalam merombak bahan organik dan menyediakan hara yang dibutuhkan tanaman.

Gusmawartati (2007) melaporkan bahwa mikroorganisme selulolitik memiliki kemampuan merombak selulosa dari bahan organik karena ekskresi enzim selulasenya, dengan enzim ini mikroorganisme tersebut dapat

menghidrolisis selulosa menjadi gula terlarut yang selanjutnya digunakan sebagai sumber karbon dan nutrisi bagi pertumbuhannya. Sebagian dari mikroorganisme tanah tersebut sangat berperan dalam mekanisme efisiensi pelarutan unsur hara di dalam tanah. Oleh karena itu apabila aktivitas dan bahan organik tanah ditingkatkan maka efisiensi penyediaan unsur hara dapat ditingkatkan sehingga penggunaan pupuk anorganik akan lebih efisien. Rerata lingkaran batang tanaman kelapa sawit pada tiap bulan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik kombinasi pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II terhadap parameter pertumbuhan lingkaran bonggol.

Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian MOS 10 ml/tanaman memberikan pertumbuhan lingkaran bonggol yang tertinggi yaitu 67.83 cm, meningkat secara nyata dibanding dengan pemberian MOS 0 ml/tanaman 28.17 cm yang merupakan pertumbuhan lingkaran bonggol yang terendah. Hal ini dikarenakan dengan persediaan unsur hara yang ada di tanah mikroorganisme selulolitik dapat beraktivitas dengan baik dalam mendekomposisi dan menyediakan unsur hara sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan lingkaran bonggol tanaman kelapa sawit di TBM-II.

Hasil penelitian Mega (2011) menyatakan bahwa pemberian mikroorganisme selulolitik 10 ml/tanaman dan pupuk NPKMg  $\frac{1}{3}$  dosis anjuran berpengaruh terhadap pertumbuhan lingkaran bonggol. Bonggol merupakan daerah akumulasi pertumbuhan tanaman khususnya tanaman yang masih muda. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa bertambahnya ukuran organ tanaman secara keseluruhan merupakan akibat dari bertambahnya jaringan dan ukuran sel. Menurut Rao (1994) pemberian mikroorganisme selulolitik dalam proses mineralisasi bahan organik mampu menyumbangkan berbagai hara ke dalam tanah seperti N, P, K, Mg, Ca dan Mo. Unsur-unsur hara tersebut berperan dalam proses pembesaran batang dan hasil fotosintesis keduanya saling berkaitan.

Pemberian dosis MOS 20 dan 30 ml/tanaman terjadi penurunan pertumbuhan lingkaran bonggol, hal ini dikarenakan terjadinya persaingan antara sesama mikroorganisme selulolitik dengan tanaman. Dosis MOS yang cukup tinggi dapat menyebabkan persaingan ruang dan hara, sehingga mikroorganisme di dalam tanah akan sulit untuk tumbuh dan berkembang yang menyebabkan terganggunya tanaman dalam menyerap unsur hara di dalam tanah. Dengan

demikian dapat dikatakan bahwa pemberian MOS 10 ml/tanaman merupakan dosis optimal bagi pertumbuhan tanaman.

Peranan mikroorganisme adalah untuk merombak bahan organik yang mengandung senyawa yang kompleks menjadi bentuk senyawa yang sederhana sehingga dapat dimanfaatkan tanaman melalui akar tetapi sebagian dari unsur hara seperti unsur N digunakan sebagai pembentuk tubuh mikroorganisme, sehingga terjadi persaingan antara mikroorganisme selulolitik dan tanaman dalam mendapatkan hara (Hakim *et al*, 1986).

Tabel 1 menyatakan bahwa pemberian pupuk anorganik ½ dosis anjuran merupakan pertambahan lingkaran bonggol yang terendah yaitu 42.75 cm, terjadi peningkatan pertambahan lingkaran bonggol tanaman kelapa sawit di TBM-II dengan penambahan pemberian pupuk anorganik ¾ dosis anjuran. Hal ini dikarenakan telah terpenuhinya kebutuhan unsur hara tanaman kelapa sawit di TBM-II.

Menurut Sarief (1986), bahwa pertumbuhan tanaman akan optimal jika unsur hara yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah dan bentuk yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Bila unsur hara N, P dan K yang diberikan ke dalam tanah tersedia dalam jumlah yang cukup maka pertumbuhan vegetatif tanaman misalnya daun, batang dan akar akan lebih baik.

Jumin (2002) menyatakan bahwa dengan adanya unsur hara dapat mendorong laju fotosintesis dalam menghasilkan fotosintat, sehingga membantu dalam pembentukan bonggol. Kandungan K yang tersedia bagi tanaman juga mempengaruhi perkembangan batang, sesuai pernyataan Setyamidjaja (2006) unsur K berfungsi menguatkan vigor tanaman yang dapat mempengaruhi besar lingkaran batang.

### Panjang Daun (cm)

Data hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi pemberian mikroorganisme selulolitik dan pupuk anorganik dosis rendah berpengaruh tidak nyata terhadap panjang daun tanaman kelapa sawit di TBM-II, hal yang sama juga terjadi pada faktor tunggal pemberian pupuk anorganik dosis rendah tetapi berpengaruh nyata pada faktor tunggal mikroorganisme selulolitik. Data hasil uji lanjut DNMRT taraf 5% disajikan pada Tabel 2.

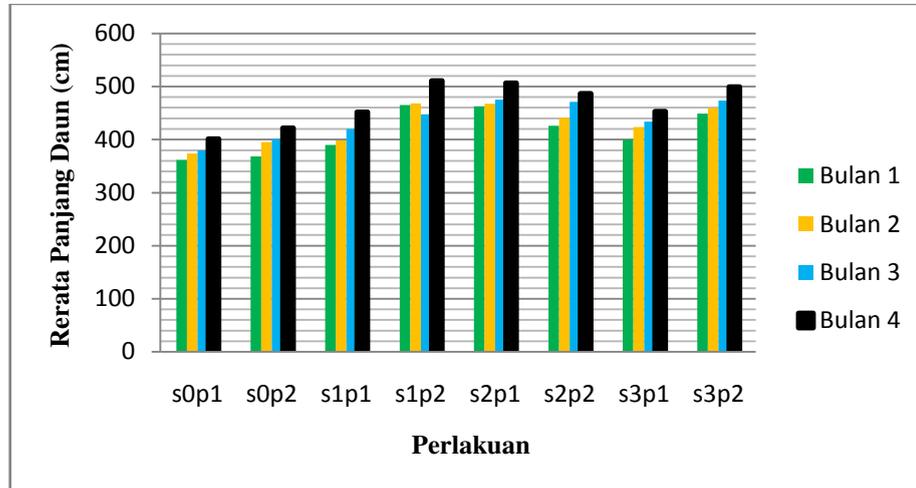
**Tabel 2. Rerata panjang daun kelapa sawit dengan pemberian dosis MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II (cm).**

| MOS (ml/tanaman) | Pemberian Pupuk Anorganik (gram) |                   | Rerata   |
|------------------|----------------------------------|-------------------|----------|
|                  | 1/2 dosis anjuran                | 3/4 dosis anjuran |          |
| 0                | 379.04                           | 396.70            | 387.87 b |
| 10               | 415.09                           | 473.00            | 444.05 a |
| 20               | 478.14                           | 456.34            | 467.24 a |
| 30               | 427.83                           | 470.45            | 449.14 a |
| Rerata           | 425.03                           | 449.12            |          |

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%

Tabel 2 menunjukkan bahwa kombinasi pemberian mikroorganisme selulolitik dan pupuk anorganik dosis rendah berbeda tidak nyata terhadap panjang daun, akan tetapi mampu memberikan rerata panjang daun tertinggi pada kombinasi pemberian MOS 20 ml/tanaman dan pemberian pupuk anorganik ½ dosis anjuran yaitu 478.14 cm meningkat 20.73% dibandingkan dengan

pemberian MOS 0 ml/tanaman dan pemberian pupuk anorganik ½ dosis anjuran yaitu 379.04 cm yang merupakan panjang daun terendah. Hal ini dikarenakan terjadinya sinergisme antara pemberian mikroorganisme selulolitik dan pupuk anorganik dalam menyediakan unsur hara, sehingga akan saling menutupi kekurangan masing-masing. Rerata panjang daun tiap bulan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik kombinasi pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II terhadap parameter panjang daun.

Menurut Sutedjo *et al.*, (1991) bahwa pemberian pupuk anorganik ke tanah akan menjadi subjek bagi kegiatan-kegiatan mikroorganisme tanah. Pengombinasian antara pupuk anorganik yang kandungannya tinggi dan sangat larut dengan pupuk organik yang relatif lambat larut dapat meningkatkan efisiensi pemupukan apabila unsur hara yang berada di dalam tanah sudah tersedia dengan cukup sesuai kebutuhan tanaman maka dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya.

Pemberian mikroorganisme selulolitik berbeda nyata terhadap rerata panjang daun tanaman kelapa sawit di TBM-II (Tabel 2), pemberian MOS 20 ml/tanaman mampu memberikan rerata panjang daun yang tertinggi yaitu 467.24 cm meningkat 17% dibanding dengan pemberian MOS 0 ml/tanaman yaitu 387.87 cm yang merupakan rerata panjang daun yang terendah. Hal ini dikarenakan hasil dari proses dekomposisi yang dilakukan mikroorganisme selulolitik dapat berupa humifikasi atau mineralisasi sangat berguna bagi tanaman.

Proses humifikasi terjadi terhadap bahan organik dari senyawa-senyawa yang resisten seperti: lignin, resin, minyak dan lemak. Proses akhir humifikasi dihasilkan humus yang lebih resisten terhadap proses dekomposisi. Proses mineralisasi terjadi terutama terhadap bahan organik dari senyawa-senyawa yang tidak resisten seperti: selulosa, gula dan protein. Proses akhir mineralisasi dihasilkan ion (kation/anion) atau hara yang tersedia bagi tanaman. (Sutedjo *et al.*, 1996).

Menurut Lakitan (1996), ketersediaan unsur N dapat mempengaruhi daun dalam bentuk, ukuran dan jumlah daun. Unsur N berperan dalam perbanyakan organ-organ vegetatif tanaman terutama daun. Daun kelapa sawit atau sering disebut pelepah dalam istilah perkebunan merupakan tempat duduknya helaian

daun dan terdiri atas rachis, tangkai daun, duri, helai anak daun, ujung daun, lidi, tepi daun dan daging daun.

Semakin panjang daun maka kemungkinan jumlah anak daun pada tanaman tersebut juga akan semakin tinggi hal ini berpengaruh terhadap metabolisme tanaman seperti fotosintesis. Lakitan (2001) menyatakan bahwa hasil fotosintat pada daun dan sel-sel fotosintetik lainnya diangkut ke organ atau jaringan lain agar dapat dimanfaatkan oleh organ atau jaringan tersebut untuk pertumbuhan tanaman.

Pertumbuhan panjang daun disebabkan oleh aktivitas meristem apikal yaitu bagian pucuk daun yang aktif membelah sehingga daun akan bertambah panjang. Kelancaran dari aktivitas meristem apikal sangat tergantung pada ketersediaan karbohidrat yang diperoleh dari hasil fotosintesis. Unsur hara diserap tanaman bermanfaat untuk mencukupi kebutuhan proses fotosintesis dalam menghasilkan karbohidrat untuk proses penambahan dan pembelahan sel (Sulistyowati, 2011).

Tabel 3 memperlihatkan bahwa penurunan dosis pupuk anorganik dari  $\frac{3}{4}$  ke  $\frac{1}{2}$  dosis anjuran berpengaruh negatif terhadap rerata panjang daun dengan semakin menurun pula rerata panjang daun kelapa sawit di TBM-II. Hal ini dikarenakan kurang tercukupinya kebutuhan tanaman kelapa sawit di TBM-II akan unsur hara. Rustam dan Agus (2011) menyatakan bahwa tanaman kelapa sawit pada masa TBM membutuhkan unsur hara yang lebih banyak agar pertumbuhan tanaman kelapa sawit tidak terganggu dan dapat berproduksi maksimal pada masa tanaman menghasilkan.

### **Pertambahan Jumlah Daun (Helai)**

Data hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi pemberian MOS dan pemberian pupuk anorganik dosis rendah, faktor tunggal pemberian MOS dan faktor tunggal pemberian pupuk anorganik dosis rendah berpengaruh tidak nyata terhadap parameter pertambahan jumlah daun kelapa sawit di TBM-II. Rerata pertambahan jumlah daun dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Rerata pertambahan jumlah daun kelapa sawit dengan pemberian dosis MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II (helai).**

| MOS (ml/tanaman) | Pemberian Pupuk Anorganik (gram) |                   | Rerata |
|------------------|----------------------------------|-------------------|--------|
|                  | 1/2 dosis anjuran                | 3/4 dosis anjuran |        |
| 0                | 17.67                            | 18.33             | 18.00  |
| 10               | 18.67                            | 19.00             | 18.83  |
| 20               | 18.67                            | 19.67             | 19.17  |
| 30               | 18.33                            | 20.00             | 19.17  |
| Rerata           | 18.33                            | 19.25             |        |

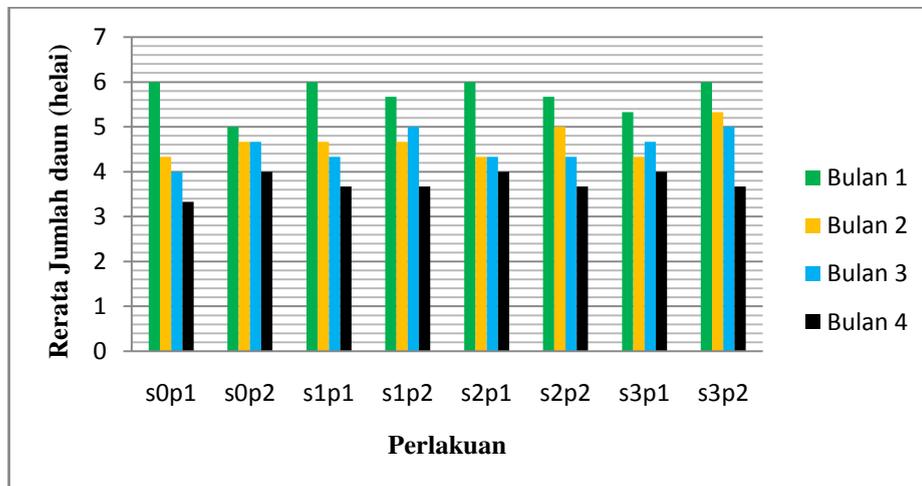
Tabel 3 menunjukkan bahwa kombinasi pemberian MOS dan pemberian pupuk anorganik dosis rendah dan faktor tunggalnya berbeda tidak nyata pada semua perlakuan, namun kombinasi pemberian MOS 30 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran mampu memberikan rerata jumlah daun tertinggi yaitu 20.00 helai. Pemberian MOS 20 ml/tanaman dan 30 ml/tanaman mampu memberikan hasil yang tertinggi yakni 19.17 helai, sedangkan pada pemberian pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran mampu memberikan hasil yang tertinggi yakni 19.25 helai.

Secara keseluruhan respon tanaman kelapa sawit terhadap pemberian mikroorganisme selulolitik dan pupuk anorganik dosis rendah di TBM-II dengan

parameter jumlah daun terlihat tidak jelas sehingga menyebabkan jumlah daun yang hampir sama. Hal ini dikarenakan respon tanaman terhadap perlakuan yang diberikan didominasi oleh faktor internal tanaman itu sendiri (genetik).

Jumlah daun sudah merupakan sifat genetik dari tanaman kelapa sawit dan juga tergantung pada umur tanaman. Laju pembentukan daun (jumlah daun per satuan waktu) relatif konstan jika tanaman ditumbuhkan pada kondisi suhu dan intensitas cahaya yang juga konstan (Pangaribuan, 2001). Hasil penelitian Rambe (2013) menunjukkan bahwa pemberian dosis pupuk dan beberapa dosis mikroorganisme selulolitik tidak berpengaruh terhadap parameter jumlah daun dikarenakan jumlah daun erat kaitannya dengan faktor genetik dan umur tanaman.

Gardner *et al.*, (1991) jumlah dan ukuran daun dipengaruhi oleh genetik, posisi daun pada tanaman juga dikendalikan oleh genetik yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan. Pertambahan jumlah daun kelapa sawit pada tiap bulan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik kombinasi pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II terhadap parameter pertambahan jumlah daun.

### Jumlah Anak Daun (Helai)

Data hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi pemberian MOS dan pemberian pupuk anorganik dosis rendah, faktor tunggal pemberian MOS dan faktor tunggal pemberian pupuk anorganik dosis rendah berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah anak daun kelapa sawit di TBM-II. Data rerata jumlah anak daun dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Rerata jumlah anak daun kelapa sawit dengan pemberian dosis MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II (helai).**

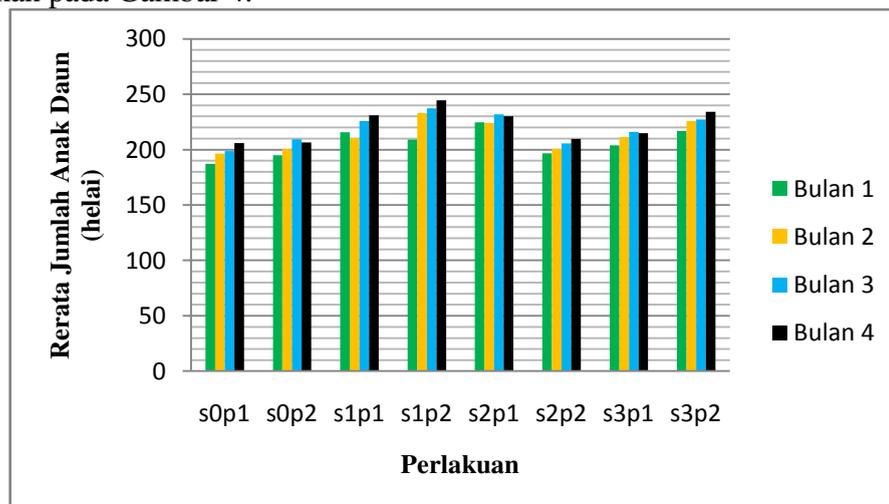
| MOS (ml/tanaman) | Pemberian Pupuk Anorganik (gram) |                   | Rerata |
|------------------|----------------------------------|-------------------|--------|
|                  | 1/2 dosis anjuran                | 3/4 dosis anjuran |        |
| 0                | 197.10                           | 202.93            | 200.02 |
| 10               | 220.83                           | 231.03            | 225.93 |
| 20               | 227.80                           | 203.20            | 215.50 |
| 30               | 211.60                           | 231.17            | 221.39 |
| Rerata           | 214.33                           | 217.08            |        |

Tabel 4 menunjukkan bahwa kombinasi pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah berbeda tidak nyata terhadap rerata jumlah anak daun kelapa sawit di TBM-II, namun pemberian MOS 30 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran merupakan rerata jumlah anak daun tertinggi yakni 231.17 helai tidak berbeda nyata dengan pemberian MOS 10 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran yakni 231.03 helai yang dari segi efisiensi lebih menguntungkan.

Kombinasi terendah ditunjukkan oleh pemberian MOS 0 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $\frac{1}{2}$  dosis anjuran yakni 197.10 helai meningkat 14.69% dengan pemberian MOS 10 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran dan pada pemberian MOS 30 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran meningkat menjadi 14.74%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah mampu memberikan pertumbuhan tanaman yang cukup baik, sesuai dengan hasil analisis tanah yang menyatakan bahwa C/N kombinasi pemberian MOS 10 ml/tanaman dan pemberian pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran dan kombinasi pemberian MOS 30 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran berturut turut 17.52% dan 18.83% lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.

Kemas (2007) menyatakan bahwa nisbah C/N merupakan indikator yang menunjukkan proses mineralisasi/immobilisasi N oleh mikroba dekomposer bahan organik, apabila nisbah C/N lebih kecil dari 20% menunjukkan mineralisasi N sehingga ketersediaan N meningkat. Dengan meningkatnya ketersediaan N dalam tanah maka dapat dimanfaatkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatifnya terutama pada daun.

Menurut Hakim *et al.*, (1986) bahwa nitrogen berfungsi dalam pembentukan sel-sel klorofil, dimana klorofil berguna dalam proses fotosintesis sehingga dibentuk energi yang diperlukan untuk aktivitas pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel. Lakitan (1996) juga menyatakan unsur hara yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan daun adalah nitrogen. Rerata jumlah anak daun tanaman kelapa sawit tiap bulan dapat disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik kombinasi pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II terhadap parameter jumlah anak daun.

Pemberian mikroorganisme selulolitik berbeda tidak nyata terhadap rerata jumlah anak daun tanaman kelapa sawit di TBM-II (Tabel 4), perlakuan tertinggi ditunjukkan pada pemberian MOS 10 ml/tanaman yakni 225.93 helai atau meningkat 10.58% dibandingkan dengan pemberian MOS 0 ml/tanaman yakni 200.02 helai yang merupakan rerata jumlah anak daun yang terendah. Hal ini dikarenakan mikroorganisme selulolitik melalui ekskresi enzim selulasenya memberikan sumbangsih hara N untuk tanaman kelapa sawit di TBM-II dengan mendekomposisi selulosa menjadi kation atau anion yang tersedia bagi tanaman. Nitrogen yang tersedia baik dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  atau  $\text{NO}_3^-$  dimanfaatkan tanaman terutama untuk pertumbuhan vegetatifnya.

Jumlah anak daun sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kelapa sawit, karena daun merupakan organ vegetatif tanaman dan berfungsi sebagai tempat terjadinya fotosintesis. Semakin besar jumlah daun yang terdapat pada tanaman maka akan menghasilkan hasil fotosintesis yang besar pula, dimana hasil fotosintesis ini digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Fitter dan Hay (1991) melaporkan bahwa salah satu organ yang berperan penting bagi tanaman adalah daun. Jumlahnya sangat menentukan hasil fotosintesis, dimana hasil fotosintesis ini akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik berbeda tidak nyata terhadap rerata jumlah anak daun tanaman kelapa sawit di TBM-II, perlakuan tertinggi ditunjukkan pada pemberian pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis yakni 217.08 helai atau meningkat 1.23% dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk anorganik yakni 214.33 helai yang merupakan rerata jumlah anak daun yang terendah.

Pemupukan pada tanaman kelapa sawit menjadi sangat penting karena: (1) tanah tidak mampu menyediakan unsur hara yang cukup bagi tanaman, (2) tanaman kelapa sawit memerlukan hara yang banyak untuk mencapai pertumbuhan dan produksi yang tinggi, (3) penggunaan varietas unggul membutuhkan hara yang lebih banyak, (4) unsur hara yang terangkut berupa produksi tidak seluruhnya dikembalikan ke dalam tanah. Oleh karena itu pemupukan mempunyai tujuan agar tanaman mampu tumbuh normal dan berproduksi sesuai dengan potensinya, serta untuk mempertahankan atau meningkatkan kesuburan tanah (Rustam dan Agus, 2011).

Sarief (1986) menyatakan bahwa untuk mendapatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang baik, harus tersedianya unsur hara yang cukup dan seimbang terutama unsur hara N, P dan K sehingga proses perpanjangan sel, pembelahan sel dan diferensiasi sel akan lebih baik yang nantinya akan memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

### **Lebar Anak Daun (cm)**

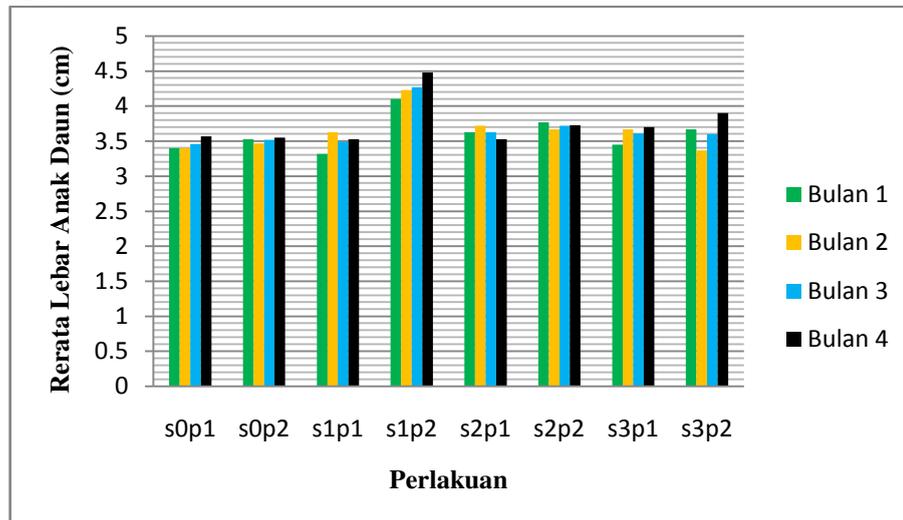
Data hasil sidik ragam terhadap lebar anak daun menunjukkan bahwa interaksi pemberian MOS dan pemberian pupuk anorganik dosis rendah, faktor tunggal pemberian MOS dan faktor tunggal pemberian pupuk anorganik dosis rendah berpengaruh tidak nyata terhadap lebar anak daun kelapa sawit di TBM-II. Rerata lebar anak daun dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Rerata lebar anak daun kelapa sawit dengan pemberian dosis MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II (cm).**

| MOS (ml/tanaman) | Pemberian Pupuk Anorganik (gram) | Rerata |
|------------------|----------------------------------|--------|
|------------------|----------------------------------|--------|

|        | 1/2 dosis anjuran | 3/4 dosis anjuran |      |
|--------|-------------------|-------------------|------|
| 0      | 3.46              | 3.52              | 3.49 |
| 10     | 3.49              | 4.27              | 3.88 |
| 20     | 3.63              | 3.72              | 3.68 |
| 30     | 3.61              | 3.60              | 3.60 |
| Rerata | 3.55              | 3.78              |      |

Tabel 5 menunjukkan bahwa kombinasi pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah tidak berbeda nyata pada lebar anak daun kelapa sawit di TBM-II, namun kombinasi pemberian MOS 10 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran memberikan hasil yang terbaik yakni 4.27 cm meningkat 18.97% dari pemberian MOS 0 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $\frac{1}{2}$  dosis anjuran yakni 3,46 cm yang merupakan lebar anak daun terendah. Hal ini dikarenakan telah terpenuhinya kebutuhan unsur hara tanaman kelapa sawit di TBM-II, terutama unsur N dan K. Selaras dengan pernyataan Pahan (2012) bahwa luas daun tergantung dari faktor-faktor seperti kesuburan dan kelembaban tanah serta tingkat stress air (penutupan stomata), aplikasi pupuk N dan K ternyata mampu meningkatkan luas daun. Rerata lebar anak daun tiap bulan disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik kombinasi pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II terhadap parameter lebar anak daun.

Pemberian dosis mikroorganisme selulolitik (MOS) memberikan hasil yang terendah pada perlakuan MOS 0 ml/tanaman yakni 3.49 meningkat 10.05% pada pemberian MOS 10 ml/tanaman yakni 3.88 cm namun menurun pada pemberian 20 ml/tanaman dan semakin menurun pada pemberian MOS 30 ml/tanaman (Tabel 5). Hal ini disebabkan oleh semakin banyak aktivitas mikroorganisme selulolitik di dalam tanah akan semakin banyak input/unsur hara yang dibutuhkan mikroorganisme untuk beraktivitas sehingga akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pemberian MOS 10 ml/tanaman merupakan dosis optimal untuk pertumbuhan tanaman.

Menurut Foth (1998), tanaman dan mikroorganisme bersaing dalam faktor pertumbuhan dan tanah tetapi mereka juga tergantung satu dengan yang lainnya dalam siklus energi dan nutrient secara terus-menerus. Aktivitas mikroorganisme dalam merombak bahan organik dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain

ketersediaan unsur hara terutama nitrogen. Nitrogen merupakan bagian dari asam amino yang membentuk protein dimana protein berfungsi dalam pembentukan sel-sel baru untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme, sehingga untuk perkembangan mikroorganisme tersebut memerlukan unsur hara dari luar.

Tabel 5 juga menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran memberikan lebar anak daun yang tertinggi yakni 3.78 cm atau meningkat 6.08% dibanding dengan pemberian pupuk anorganik  $\frac{1}{2}$  dosis anjuran yakni 3.55 cm yang merupakan lebar anak daun yang terendah. Hal ini diduga pemberian pupuk yang diberikan mampu dimanfaatkan tanaman dengan cukup baik.

Luas permukaan daun sangat berpengaruh terhadap produktivitas hasil tanaman. Semakin luas permukaan daun maka produktivitas hasil tanaman akan semakin tinggi. Hal ini terjadi karena proses fotosintesis akan berjalan dengan baik pada jumlah daun yang banyak. Fotosintat yang dihasilkan pada daun dan sel-sel fotosintetik lainnya akan dimanfaatkan oleh organ atau jaringan tersebut melalui pembuluh floem dan ditimbun sebagai cadangan makanan atau untuk pertumbuhan organ-organ tanaman seperti akar, batang dan organ reproduktif lainnya (Lakitan, 2001).

### **Panjang Anak Daun (cm)**

Data hasil sidik ragam terhadap panjang anak daun menunjukkan bahwa interaksi pemberian MOS dan pemberian pupuk anorganik dosis rendah, faktor tunggal pemberian MOS dan faktor tunggal pemberian pupuk anorganik dosis rendah berpengaruh tidak nyata terhadap parameter panjang anak daun kelapa sawit di TBM-II. Rerata panjang anak daun dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Rerata panjang anak daun kelapa sawit dengan pemberian dosis MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II (cm).**

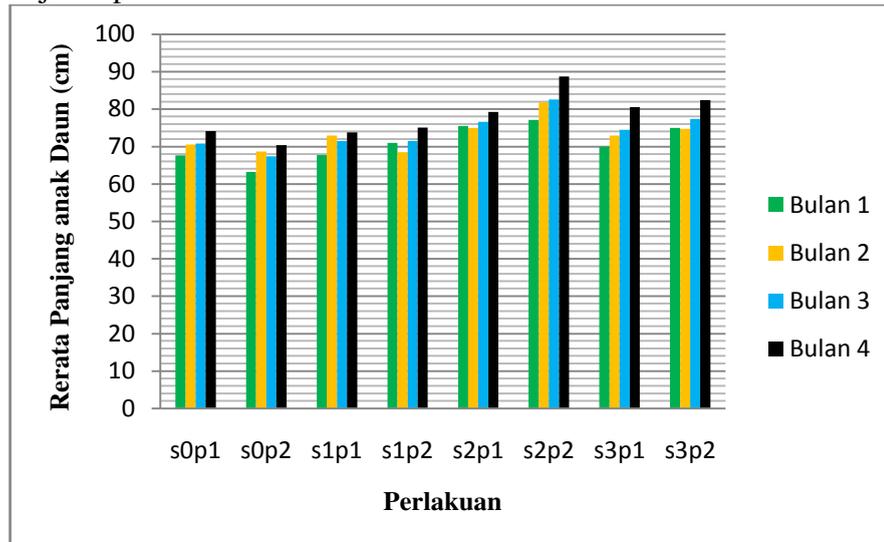
| MOS (ml/tanaman) | Pemberian Pupuk Anorganik (gram) |                   | Rerata |
|------------------|----------------------------------|-------------------|--------|
|                  | 1/2 dosis anjuran                | 3/4 dosis anjuran |        |
| 0                | 70.79                            | 67.42             | 69.11  |
| 10               | 71.51                            | 71.54             | 71.53  |
| 20               | 76.58                            | 82.58             | 79.58  |
| 30               | 74.49                            | 77.39             | 75.94  |
| Rerata           | 73.35                            | 74.73             |        |

Tabel 6 menunjukkan bahwa kombinasi pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah tidak berbeda nyata terhadap panjang anak daun, namun kombinasi pemberian MOS 20 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran memberikan hasil yang terbaik yakni 82.58 cm meningkat 18.36% dari perlakuan MOS 0 ml/tanaman dan pupuk anorganik  $\frac{1}{2}$  dosis anjuran yakni 67.42 cm yang merupakan panjang anak daun terendah. Hal ini diduga bahwa kebutuhan unsur hara tanaman kelapa sawit di TBM-II tidak tercukupi dengan pemberian pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran dan pemberian MOS 0 ml/tanaman mengakibatkan aktivitas mikroorganisme selulolitik di tanah sangat minim terjadi sehingga akan berakibat terhadap kurang optimalnya penyerapan unsur hara sehingga pertumbuhan tanaman kelapa sawit di TBM-II tidak optimal.

Adapun faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah air, unsur hara dan mineral tanah, jenis tanah, iklim serta cahaya matahari. Faktor-faktor tersebut mempengaruhi pertumbuhan tanaman dari pertumbuhan vegetatif sampai generatif tanaman. Jika salah satu faktor tersebut tidak sesuai

dan tidak tersedia dalam jumlah yang dibutuhkan oleh tanaman maka pertumbuhan tanaman pasti akan terhambat dan bisa saja tanaman tersebut mati (Salisbury dan Ross, 1995).

Tabel 6 menunjukkan bahwa pemberian mikroorganisme selulolitik 20 ml/tanaman memberikan hasil yang tertinggi yakni 79.58 cm meningkat 13.16% dari perlakuan MOS 0 ml/tanaman yakni 69.11 cm yang merupakan panjang anak daun terendah. Hal ini dikarenakan peran mikroorganisme dalam merombak bahan organik dan menyediakan hara bagi tanaman terutama unsur nitrogen yang berfungsi dalam pembentukan daun. Rerata panjang anak daun tiap bulan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik kombinasi pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah pada tanaman kelapa sawit di TBM-II terhadap parameter panjang anak daun.

Jumin (2002) menyatakan bahwa pemupukan nitrogen mempertinggi pertumbuhan vegetatif tanaman terutama daun serta mempertinggi kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara lain seperti kalium dan fosfor. Lakitan (1996) juga menyatakan unsur hara yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan daun adalah nitrogen. Kandungan N yang terdapat dalam tanaman akan dimanfaatkan tanaman dalam pembelahan sel. Pembelahan sel tiga lapis sel terluar pada permukaan ujung batang. Pembelahan oleh pembesaran sel-sel muda akan membentuk primordia daun.

Pemberian pupuk anorganik tidak berbeda nyata terhadap panjang anak daun tanaman kelapa sawit di TBM-II. Perlakuan tertinggi ditunjukkan pada pemberian pupuk anorganik  $\frac{3}{4}$  dosis anjuran yakni 74.73 cm atau meningkat 1.85% dibanding dengan pemberian pupuk anorganik  $\frac{1}{2}$  dosis anjuran yakni 73.35 cm yang merupakan panjang anak daun yang terendah (Tabel 6). Hal ini dikarenakan karena pupuk yang diberikan belum mencukupi untuk pertumbuhannya. Pupuk merupakan komponen yang sangat penting dalam suatu budidaya pertanian, pupuk berfungsi untuk memenuhi kebutuhan dasar tanaman akan unsur hara.

Kemas (2007) menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman yang baik dipengaruhi oleh kesanggupan tanah untuk menyediakan unsur hara bagi tanaman. tanah dinyatakan subur apabila dapat menyediakan unsur hara dalam jumlah yang

cukup dan seimbang serta mempunyai sifat fisik yang baik di samping sifat biologis yang aktif.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

1. Pemberian mikroorganisme selulolitik dan pupuk anorganik dosis rendah tidak berpengaruh terhadap parameter pertambahan lingkaran bonggol, panjang daun, pertambahan jumlah daun, jumlah anak daun, lebar anak daun dan panjang anak daun kelapa sawit di TBM-II.
2. Pemberian mikroorganisme selulolitik berpengaruh terhadap pertambahan lingkaran bonggol dan panjang daun kelapa sawit di TBM-II dengan dosis 10 ml/tanaman.
3. Pemberian pupuk anorganik dosis rendah tidak berpengaruh terhadap parameter pertambahan lingkaran bonggol, panjang daun, pertambahan jumlah daun, jumlah anak daun, lebar anak daun dan panjang anak daun kelapa sawit di TBM-II.

### **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian disarankan bahwa untuk mengetahui pertumbuhan tanaman kelapa sawit di TBM-II perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan pemberian dosis mikroorganisme selulolitik dan pupuk anorganik dosis rendah.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2012. **Riau dalam Angka 2011**. Pekanbaru.
- Fitter, A. H and R. K. M. Hay. 1991. **Fisiologi Lingkungan Tanaman (terjemahan Andini, S. dan E. D. Purbayanti dari Environmental Physiology of Plant)**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 321 hal
- Foth, H. D. 1998. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah**. Cetakan Keempat. Gajah Mada Universitas Press. Yogyakarta.
- Gardner, F.P., R.B. Peace dan R.L. Mitchell. 1991. **Fisiologi Tanaman Budidaya (Edisi Terjemahan oleh Herawati Susilo dan Subiyanto)** Jakarta: Universitas Indonesia Press. 428 hal.
- Gusmawartati. 2007. **Penggunaan mikroorganisme selulolitik pada tanah gambut untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum*)**. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian. Universitas Riau.
- \_\_\_\_\_. 2011. **Aplikasi MOS untuk efisiensi pupuk anorganik pada pertumbuhan kelapa sawit belum menghasilkan (TBM)**. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian. Universitas Riau.
- \_\_\_\_\_. Wardati dan Sampoerno. 2011. **Pengujian pemberian MOS dan pupuk NPK dalam meningkatkan produksi bawang merah di lahan gambut**. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Pertanian Terpadu Berbasis Organik Menuju Pembangunan Pertanian Berkelanjutan. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas Padang 11 Juli 2011. Vol 1 : 36 – 46.

- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, S. Lubis, S. Nugroho, M. Saul, G.B. Hong dan H.H. Bailey. 1986. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah**. Universitas Lampung. Lampung.
- Jumin, H.B. 2002. **Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologi**. Rajawali. Jakarta.
- Kemas, H. A .2007. **Dasar-dasar Ilmu Tanah**. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lakitan, B. 2001. **Dasar – Dasar Fisiologi Tumbuhan**. Rajawali Pers. Jakarta.
- Lakitan, B. 1996. **Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman**. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Mangoensoekarjo, S. dan H. Semangun. 2005. **Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit**. Gadjah Mada University Press. Jakarta. 605 hal.
- Mega, Kumalasari. 2011. **Pemberian mikroorganisme selulolitik dan pupuk NPKMg dalam meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada medium gambut**. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.
- Pahan, Iyung. 2012. **Panduan Lengkap Kelapa Sawit**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pangaribuan, Y. 2001. **Studi karakter morfofisiologi tanaman kelapa sawit di pembibitan terhadap cekaman kekeringan**. Tesis. IPB. Bogor.
- Rambe, Wanda P.D. 2013. **Pemberian Mikroorganisme Selulolitik (MOS) dan Pupuk Anorganik pada Pertumbuhan Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) di TBM II**. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.
- Rao, NSS. 1994. **Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman**. UI Press. Jakarta.
- Rustam, E. L. dan Agus, W. 2011. **Buku Pintar Kelapa Sawit**. Agromedia Pustaka. Jakarta selatan.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. **Fisiologi Tumbuhan Jilid III**. Diterjemahkan Oleh Dian R. Lukmana dan Sumaryono. ITB Press. Bandung.
- Sarief, S. 1986. **Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian**. Pustaka Buana. Bandung. 182 hal.
- Setyamidjaja, D. 2006. **Kelapa Sawit : Teknik Budidaya, Panen, Pengolahan Edisi Revisi**. Kanisius. Yogyakarta. 127 hal.
- Sulistyowati, H. 2011. **Pemberian bokasi ampas sagu pada medium aluvial untuk pembibitan jarak pagar**. Jurnal Teknologi Perkebunan & PSDL Vol.1, Juni 2011, hal 8-12.
- Sunarko. 2010. **Budidaya dan Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit dengan Sistem Kemitraan**. Agromedia Pustaka. Jakarta. 178 hal.
- Sutedjo, M. M., A.G. Kartasapoetra, dan S. Sastroatmojo. 1991. **Mikrobiologi Tanah**. PT. Rineka Cipta. Jakarta.

Sutedjo, M. M., A.G. Kartasapoetra, dan S. Sastroatmojo. 1996. **Mikrobiologi Tanah**. PT. Rineka Cipta. Jakarta.