

**Pemberian Limbah Biogas Kotoran Sapi dan Mulsa *Mucuna bracteata* Pada bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Pembibitan Utama**

***The Giving Of Biogas Waste And Mulch Mucuna Bracteata In The Palm Seed (Elaeis guineensis Jacq.) In Main Nursery***

**Suhendarisman<sup>1</sup>, Sampoerno<sup>2</sup> dan Sukemi Indra Saputra**

Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau  
Jln. HR. Subrantas km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru, 28293

Email: *suhendarrisman111@gmail.com*

Hp : 082170328110

**ABSTRACT**

*The process of developing oil palm cultivation is closely related to the availability of quality seed. Quality seed really determines the growth and production of commodities. The giving of biogas waste and mulch mucuna bracteata into the ground can improve nutrient both macro and micro. The purpose of the research is to know influence from giving of waste biogas and mulch mucuna bracteata, and its interaction as well to determine the best combination on the grownth seeds palm oil plantations in a main nursery. This Research is done by using Completely Randomized Design experiment consisting two factor: biogas waste cow dug consisting four levels , mulch mucuna bracteata three levels and repetition.the reseach result shows the giving of biogas waste on palm seed influences on height,leaves,hump diameter ,palm seed leaf increase.interaction of waste biogas and mulch mucunan bracteata that is getting high of its dose can improve increase of levels, hump diamear growth ,height and palm seed leaf. The giving of biogas waste liquit 200 ml/plant and mulch mucuna bractea gives highest palm seed growth.*

*Key words: palm, waste biogas and mulch mucuna bracteata*

**PENDAHULUAN**

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditi perkebunan yang cukup penting di Indonesia dan memiliki prospek pengembangan yang cukup cerah, khususnya di Provinsi Riau. Provinsi Riau merupakan daerah yang sangat potensial dalam pengembangan kelapa sawit karena didukung oleh topografi lahan yang cenderung rata.

Data luas perkebunan kelapa sawit pada tahun 2009 mencapai 1.925.315 hektar dengan produksi sebesar 5.932.308 ton, dan meningkat pada tahun 2012

dengan luas mencapai 2.372.402 hektar dengan produksi 7.340.809 ton (Badan pusat statistik Riau, 2013). Menurut data berjalan Dinas Perkebunan Provinsi Riau (2014), tanaman yang akan diremajakan mencapai 10.247 ha. Dapat diperkirakan jika dalam satu hektar terdapat 136 tanaman, maka tanaman yang dibutuhkan untuk *replanting* sebanyak 1.393.592 tanaman bibit kelapa sawit.

Peningkatan luas lahan untuk perkebunan kelapa sawit dan banyaknya kebun yang memasuki masa *replanting* menyebabkan kebutuhan bibit yang

berkualitas akan meningkat. Kualitas bibit sangat menentukan pertumbuhan dan produksi tanaman tersebut, dan untuk mendapatkan bibit yang baik dan berkualitas adalah melalui proses pembibitan.

Pembibitan kelapa sawit merupakan titik awal yang menentukan pertumbuhan kelapa sawit di lapangan, untuk itu perlu diperhatikan faktor yang menentukan keberhasilan pembibitan kelapa sawit salah satunya adalah kualitas media tumbuh sebagai penyedia unsur hara bagi pertumbuhan dan perkembangan bibit kelapa sawit. Untuk mendapatkan media tanam agar lebih baik dan berkualitas dengan dilakukannya pemupukan.

Pemupukan adalah usaha penyediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman pada media tanam, karena pertumbuhan dan kesehatan tanaman sangat ditentukan oleh ketersediaan unsur hara. Pupuk yang diberikan dapat berupa pupuk organik ataupun pupuk anorganik (Kamal, 2008).

Dalam budidaya tanaman kelapa sawit di pembibitan selain menggunakan pupuk anorganik dapat juga digunakan pupuk organik. Salah satu pupuk organik yang dapat digunakan adalah limbah biogas dari kotoran sapi. Limbah biogas ini merupakan limbah yang dihasilkan dari proses produksi biogas melalui proses tanpa oksigen (Anaerobik). Limbah biogas ini juga disebut sisa fermentasi yang telah hilang gasnya. Setelah keluar dari lubang outlet (digester biogas), limbah biogas berwujud cair cenderung padat, berwarna coklat terang atau hijau dan cenderung gelap, sedikit atau tidak mengeluarkan gelembung gas, tidak berbau dan tidak mengundang serangga. Apabila sudah memadat dan mengering, warna limbah cair biogas berubah menjadi coklat gelap,

berbentuk tidak seragam dan berkemampuan mengikat air yang baik.

Hasil analisis Laboratorium Kimia Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Universitas Riau (2016) limbah biogas kotoran sapi berbentuk cair memiliki kandungan C-organik (6,183%), N-Total (3,421%), C/N (1,807%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,312%), K<sub>2</sub>O (0,031%). Sedangkan limbah biogas kotoran sapi dalam bentuk *sludge* yaitu C-organik (7,518%), N-Total (3,784%), C/N (1,988%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,325%), K<sub>2</sub>O (0,038%). Dan limbah biogas kotoran sapi dalam bentuk cair+*sludge* yaitu C-organik (10,226%), N-Total (5,133%), C/N (1,992%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,503%), K<sub>2</sub>O (0,046%).

Pemberian limbah biogas dari kotoran sapi sebagai bahan organik akan memperbaiki sifat-sifat tanah baik fisik, kimia maupun biologi tanah. Perbaikan sifat fisik tanah berakibat pada struktur tanah, bobot isi tanah, infiltrasi, permeabilitas, tata udara tanah dan daya pegang air. Secara kimiawi berperan dalam menentukan pertukaran anion/kation, meningkatkan pH tanah, C-organik, kejenuhan basa (KB) dan ketersediaan unsur hara. Sedangkan secara biologis merupakan sumber energi dan karbon bagi mikroba.

Dari kondisi kehidupan biologi tanah tersebut memerlukan lingkungan tanah seperti suhu dan kelembaban tanah yang sesuai untuk mendekomposisi pupuk tersebut. Untuk mengatur lingkungan sekitar tanah tersebut dapat diberikan mulsa. Mulsa yang digunakan adalah *Mucuna bracteata*, dimana tanaman ini memiliki manfaat meningkatkan kehidupan biologi tanah, menahan tanah dari percikan air hujan, meningkatkan kelembaban tanah dan dapat menekan pertumbuhan gulma.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian

Universitas Riau di Kampus Binawidya Km 12,5 Kelurahan Simpang Baru

Kecamatan Tampan Pekanbaru. Lokasi penelitian berada pada ketinggian  $\pm$  10 meter diatas permukaan laut (dpl). Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan dari bulan Desember 2015 sampai bulan Maret 2016.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit kelapa sawit umur 4 bulan varietas Dura xPisifera dari PPKS Medan, tanah lapisan atas (*top soil*) *Inceptisol*, limbah biogas kotoran sapi, mulsa *Mucuna bracteata*, fungisida dithane M-45, insektisida sevin 85 SP dan air.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *polybag* berukuran 40 cm x 35 cm, cangkul, parang, pisau cutter, paranet, hektar, meteran, timbangan, tali rafia, ember, gembor, *handsprayer*, *termometer*, *moistester*, alat tulis dan alat dokumentasi.

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) secara faktorial dan terdiri dari 2 faktor. Faktor I adalah Limbah Biogas (L), yaitu :

L0 : Limbah biogas 0 ml/tanaman

L1 : Limbah biogas cair 200 ml/tanaman

L2 : Limbah biogas *sludge* 200 ml/tanaman

L3 : Limbah biogas cair+*sludge* 200 ml/tanaman

Faktor II Mulsa *Mucuna bracteata* (M) yaitu :

Mulsa *Mucuna bracteata* pada taraf ke-j

$\epsilon_{ijk}$  = Pengaruh galat dari Limbah Biogas pada taraf ke-i dan Mulsa *Mucuna bracteata* pada taraf ke-j dan ulangan ke-k

M0 : mulsa *Mucuna bracteata* 0 g/tanaman

M1 : Mulsa *Mucuna bracteata* 50 g/tanaman

M2 : Mulsa *Mucuna bracteata* 100 g/tanaman

Dengan demikian terdapat 12 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan, sehingga

seluruhnya terdapat 36 unit percobaan yang mana setiap unit terdiri dari 2 tanaman yang juga digunakan sebagai sampel. Sehingga jumlah bibit yang digunakan sebanyak 72 bibit kelapa sawit.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan sidik ragam atau analisis of variance (ANOVA) dengan model linier sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + M_j + (LM)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

$Y_{ijk}$  = Hasil pengamatan Limbah Biogas pada taraf ke-i dan Mulsa *Mucuna bracteata* pada taraf ke-j pada ulangan ke-k

$\mu$  = Nilai tengah

$L_i$  = Pengaruh Limbah Biogas pada taraf ke-i

$M_j$  = Pengaruh Mulsa *Mucuna bracteata* pada taraf ke-j

$(LM)_{ij}$  = Pengaruh interaksi Limbah Biogas pada taraf ke-i dan

Hasil analisis ragam yang menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nyata, diteruskan dengan diuji lanjut dengan Uji Lanjut *Duncans New Multiple Range Test (DNMRT)* pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pertambahan Tinggi Bibit (cm)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dengan pemberian limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* setelah diuji lanjut dengan menggunakan uji DNMRT pada taraf 5% bahwa faktor limbah biogas

menunjukkan pengaruh yang nyata, sedangkan faktor mulsa *Mucuna bracteata* dan interaksi limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* pengaruh tidak nyata terhadap pertambahan tinggi bibit kelapa sawit umur 4-7 bulan. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel .

Tabel 1. Pertambahan tinggi bibit kelapa sawit (cm) dengan pemberian limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* pada umur 4-7 bulan.

| Limbah biogas (L)<br>ml/tanaman        | <i>Mucuna<br/>bracteata</i> (M)<br>g/tanaman |                |                | Rerata  |
|--|--|----------------|----------------|---------|
|  | M <sub>0</sub>                               | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> |         |
| L <sub>0</sub> 0                       | 27,01  | 26,40          | 27,01          | 26,81 b |
| L <sub>1</sub> cair 200                | 27,30  | 27,21          | 27,34          | 27,28 b |
| L <sub>2</sub> <i>sludge</i> 200       | 27,25  | 27,17          | 27,46          | 27,29 b |
| L <sub>3</sub> cair+ <i>sludge</i> 200 | 27,52  | 28,81          | 30,61          | 28,98 a |
| Rerata                                 | 27,27  | 27,40          | 27,40          |         |

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMR pada taraf 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa rerata pemberian limbah biogas dalam bentuk cair+*sludge* dosis 200 ml/tanaman menghasilkan rerata pertambahan tinggi yang tertinggi yaitu sebesar 28,983 cm, berbeda nyata dengan rerata limbah biogas 0 ml/tanaman, limbah biogas dalam bentuk cair dosis 200 ml/tanaman dan limbah biogas dalam bentuk *sludge* dosis 200ml/tanaman. Hal ini diduga bahwa limbah biogas sebagai bahan organik berperan dalam memperbaiki sifat-sifat tanah baik fisik, kimia maupun biologi. Perbaikan sifat fisik tanah berakibat pada struktur tanah, bobot isi tanah, infiltrasi, permeabilitas, tata udara tanah dan daya pegang air. Secara kimiawi berperan dalam menentukan pertukaran anion/kation, meningkatkan pH tanah, C-organik, kejenuhan basa (KB) dan ketersediaan unsur hara. Sedangkan secara biologis merupakan sumber energi dan karbon bagi mikroba.

Hanafih (2010), menyatakan bahwa bahan organik merupakan koloidal organik yang bermuatan listrik, sehingga secara fisik berpengaruh terhadap struktur tanah, dan secara kimiawi berperan dalam menentukan kapasitas pertukaran anion/kation sehingga berpengaruh penting terhadap ketersediaan hara dan secara biologis merupakan sumber energi dan karbon bagi mikroba, hasil mineralisasi bahan organik terombak merupakan

anion/kation hara tersedia bagi tanaman dan mikroba.

Pemberian limbah biogas dapat menyediakan unsur hara nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) pada media tanam. Hal ini diduga dengan adanya unsur hara makro nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) dapat mengaktifkan sel-sel tanaman yang dapat mendorong terbentuknya sel baru sehingga berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Hakim dkk. (1986) menyatakan bahwa tersedianya unsur hara makro nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) dalam tanah akan dapat mengaktifkan sel-sel yang merismatik pada ujung batang sehingga dapat memperlancar fotosintesis sehingga akan meningkatkan penumpukan bahan organik yang selanjutnya pertumbuhan tinggi meningkat. Menurut Lingga dan Marsono (2006) , bahwa penambahan unsur hara nitrogen (N) dapat merangsang pertumbuhan vegetatif yaitu cabang, batang, dan daun yang merupakan komponen penyusun asam amino, protein dan pembentukan protoplasma sel sehingga dapat merangsang pertumbuhan tinggi tanaman. Selain unsur hara N , adanya unsur hara P dapat berperandalam proses respirasi dan metabolisme tanaman menjadi lebih baik sehingga pembentukan asam amino dan protein guna pembentukan sel baru dapat terjadi dan dapat menambah tinggi bibit kelapa sawit, kemudian unsur hara K dapat membantu

proses fotosintesis dan dapat merangsang pertumbuhan tinggi bibit (Pitojo, 1995). Unsur hara K juga berperan dalam pertumbuhan tinggi tanaman karena membantu metabolisme karbohidrat dan mempercepat pertumbuhan jaringan meristematik. Nyakpa dkk., (1988) menyatakan proses pertambahan tinggi bibit kelapa sawit didahului dengan terjadinya sel atau peningkatan jumlah sel daun dan pembesaran ukuran apabila unsur hara dapat tercukupi.

Unsur hara dalam tanah akan dapat terserap dengan baik akibat perbaikan sifat-sifat tanah, sehingga akar dapat menyerap dan mentranslokasikan unsur hara keseluruh organ tanaman khususnya untuk pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit. Menurut Hakim dkk. (1989), bahwa ketersediaan unsur hara tanaman tidak terlepas dari kondisi tanah. Kondisi tanah yang baik akan mendukung pertumbuhan awal bibit yang menentukan pertumbuhan bibit. Sedangkan menurut Harjadi (1991), tanaman akan tumbuh dengan baik apabila unsur hara yang dibutuhkan cukup tersedia dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman.

Faktor rerata pemberian mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman merupakan pertambahan tinggi bibit kelapa sawit yang cenderung tertinggi yaitu 27,40 cm dan berbeda tidak nyata dengan pemberian mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman dan pemberian mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman terhadap pertambahan tinggi bibit kelapa sawit

Interaksi pemberian limbah biogas cair+sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman menunjukkan pertambahan tinggi bibit kelapa sawit yang cenderung tertinggi yaitu 30,61 cm berbeda nyata

## 2. Pertambahan Jumlah Daun (helai)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dengan pemberian limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* setelah diuji

dengan interaksi pemberian limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman, interaksi limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman, interaksi limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman, interaksi limbah biogas cair dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman, interaksi limbah biogas cair dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman, interaksi limbah biogas cair dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman, interaksi limbah biogas sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman, interaksi limbah biogas sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman, interaksi limbah biogas sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman, interaksi limbah biogas cair+sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman, namun berbeda tidak nyata dengan interaksi limbah biogas cair+sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman. Diakhir pengamatan, interaksi pemberian limbah biogas biogas dalam bentuk cair+sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman menghasilkan tinggi bibit kelapa sawit umur 4-7 bulan yang cenderung tertinggi yaitu 55,64 cm, sementara tinggi bibit kelapa sawit menurut standar pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit tenera (DxP) PPKS Medan pertumbuhan bibit berumur 4-7 bulan yaitu 52,20 cm, sehingga tinggi bibit kelapa sawit sesuai dengan standar pertumbuhan PPKS Medan (Lampiran 1 dan 3).

lanjut dengan menggunakan uji DNMRT pada taraf 5% bahwa faktor limbah biogas,

Menunjukkan pengaruh yang nyata sedangkan faktor mulsa *Mucuna bracteata*

dan interaksi limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* pengaruh tidak nyata terhadap pertambahan jumlah daun bibit

kelapa sawit umur 4-7 bulan. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pertambahan jumlah daun bibit kelapa sawit dengan pemberian limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* pada umur 4-7 bulan (cm)

| Limbah biogas (L)<br>ml/tanaman    | <i>Mucuna bracteata</i><br>(M)<br>g/tanaman |                |                | Rerata |        |
|------------------------------------|---|----------------|----------------|--------|--------|
|                                    | M <sub>0</sub>                              | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> |        |        |
|                                    | L <sub>0</sub>                              | 0              | 6,00           |        | 6,00   |
| L <sub>1</sub> cair                | 200   | 6,16           | 6,16           | 6,33   | 6,22 b |
| L <sub>2</sub> <i>sludge</i>       | 200   | 6,16           | 6,33           | 6,16   | 6,22 b |
| L <sub>3</sub> cair+ <i>sludge</i> | 200   | 6,33           | 6,50           | 6,66   | 6,50 a |
| Rerata                             |   | 6,16           | 6,25           | 6,33   |        |

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut DNMR taraf 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian limbah biogas dalam bentuk cair+*sludge* dosis 200 ml/tanaman merupakan pertambahan jumlah daun bibit kelapa sawit umur 4-7 bulan yang terbanyak yaitu 6,50 helai, berbeda nyata dengan rerata pemberian limbah biogas dosis 0 ml/tanaman, limbah biogas dalam bentuk cair dosis 200 ml/tanaman dan limbah biogas dalam bentuk *sludge* dosis 200 ml/tanaman terhadap pertambahan jumlah daun bibit kelapa sawit. Hal ini diduga pemberian limbah biogas merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan pertambahan tinggi bibit kelapa sawit. Adapun manfaat limbah biogas dapat memperbaiki pertumbuhan biologi media, struktur media, daya serap dan simpan air yang baik. Selain itu limbah biogas juga dapat menyediakan unsur hara bagi tanaman. dalam kandungan unsur hara pada limbah biogas sangat dibutuhkan tanaman yaitu nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) yang merupakan unsur hara esensial sebagai penyusun protein dan klorofil.

Lakitan (2007) menyatakan bahwa tanaman yang tidak mendapatkan tambahan nitrogen (N) akan tumbuh kerdil serta daun terbentuk juga lebih kecil, tipis dan jumlahnya akan sedikit, sedangkan

tanaman yang mendapat tambahan unsur hara nitrogen maka daun akan lebih banyak dan lebar. Suriatna (1988) menyatakan bahwa fosfor (P) berperan dalam proses pembelahan sel, fotosintesis dan proses respirasi, sehingga mendorong pertumbuhan tanaman, diantaranya pertambahan jumlah daun. Jika fosfor rendah maka pertumbuhan akan terhambat. Menurut Dwijoseputro (1985) dalam Hardi (2008), tanaman akan tumbuh subur apabila unsur hara yang diperlukan oleh tanaman tersebut tersedia dalam jumlah yang sesuai untuk diserap tanaman sehingga mampu memberikan pengaruh baik bagi pertumbuhan tanaman khususnya pertambahan jumlah daun.

Peningkatan jumlah daun juga dapat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Hal ini didukung dengan pernyataan Lakitan (2000) bahwa faktor genetik sangat menentukan jumlah daun yang akan terbentuk. Fauzi dkk., (2002) menyatakan bahwa jumlah pelepah, panjang pelepah dan anak daun tergantung pada umur tanaman. Hardjadi (1996) menyatakan bahwa selain faktor genetik, faktor lingkungan juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan daun seperti cahaya, suhu, udara dan ketersediaan unsur hara.

Dengan kondisi tersebut maka unsur hara nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) dalam medium akan lebih dimanfaatkan oleh bibit kelapa sawit untuk melakukan proses pembentukan daun. Nyakpa dkk (1988) menyatakan bahwa proses pembentukan daun tidak terlepas dari peranan unsur hara seperti nitrogen (N) dan fosfat (P) yang terdapat pada medium tanah yang tersedia bagi tanaman. Kedua unsur hara ini berperan dalam pembentukan sel-sel baru dan komponen utama penyusun senyawa organik dalam tanaman seperti asam amino, asam nukleat, klorofil, ADP, dan ATP. Apabila tanaman mengalami defisiensi kedua unsur hara tersebut maka metabolisme tanaman akan terganggu sehingga proses pembentukan daun menjadi terhambat.

Faktor pemberian mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman merupakan pertambahan jumlah daun yang cenderung terbanyak pada bibit kelapa sawit umur 4-7 bulan yaitu 6,50 helai, berbeda tidak nyata dengan pemberian mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman terhadap pertambahan jumlah daun bibit kelapa sawit.

Interaksi pemberian limbah biogas dalam bentuk cair+sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman menghasilkan pertambahan jumlah bibit kelapa sawit

### 3. Pertambahan Diameter Bonggol (cm)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dengan pemberian limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* setelah diuji lanjut dengan menggunakan uji DNMRT pada taraf 5% bahwa faktor limbah biogas menunjukkan pengaruh yang nyata, sedangkan faktor mulsa *Mucuna bracteata*

yang cenderung terbanyak yaitu sebesar 6,66 helai, berbeda nyata dengan interaksi pemberian limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman, interaksi pemberian limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman, interaksi limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman, interaksi limbah biogas cair dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman, interaksi limbah biogas cair dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman, interaksi limbah biogas sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman, interaksi limbah biogas sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman dan berbeda tidak nyata dengan interaksi pemberian limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* lainnya. Pada akhir pengamatan menghasilkan jumlah daun bibit kelapa sawit umur 4-7 bulan yang cenderung tertinggi yaitu 11,3 helai, sementara jumlah daun bibit kelapa sawit menurut standar pertumbuhan bibit kelapa sawit tenera (DxP) PPKS Medan jumlah daun bibit berumur 4-7 bulan yaitu 10,5 helai, sehingga jumlah daun bibit kelapa sawit sesuai dengan standar pertumbuhan PPKS Medan

dan interaksi limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* pengaruh tidak nyata terhadap pertambahan diameter bonggol bibit kelapa sawit umur 4-7 bulan. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pertambahan diameter bonggol (cm) bibit kelapa sawit dengan pemberian limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* pada umur 4-7 bulan .

| Limbah biogas (L)<br>ml/tanaman        | <i>Mucuna<br/>bracteata</i> (M)<br>g/tanaman |                |                | Rerata  |
|--|--|----------------|----------------|---------|
|  | M <sub>0</sub>                               | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> |         |
| L <sub>0</sub> 0                       | 1,18   | 1,18           | 1,22           | 1,20 b  |
| L <sub>1</sub> cair 200                | 1,20   | 1,30           | 1,26           | 1,25 ab |
| L <sub>2</sub> <i>sludge</i> 200       | 1,30   | 1,33           | 1,25           | 1,30 a  |
| L <sub>3</sub> cair+ <i>sludge</i> 200 | 1,30   | 1,26           | 1,38           | 1,31 a  |
| Rerata                                 | 1,25   | 1,27           | 1,28           |         |

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut DNMR taraf 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rerata pemberian limbah biogas dalam bentuk cair+*sludge* dosis 200 ml/tanaman merupakan pertambahan diameter bonggol bibit kelapa sawit terbesar yaitu 1,32 cm, berbeda nyata dengan pemberian limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan tidak berbeda nyata dengan rerata pemberian limbah biogas lainnya. Hal ini diduga bahwa pemberian limbah biogas ke media dapat memperbaiki aerasi dan drainase pada media, sehingga memberikan kondisi yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan akar, penyerapan unsur hara dan air akan menjadi lebih baik. Batang merupakan daerah akumulasi pertumbuhan tanaman khususnya pada tanaman yang lebih muda sehingga dengan adanya unsur hara dapat mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman diantaranya pembentukan klorofil pada daun sehingga akan memacu laju fotosintesis. Semakin laju fotosintesis maka fotosintat yang dihasilkan akan memberikan ukuran pertambahan diameter bonggol yang besar (Jumin, 1986).

Diameter bonggol merupakan indikator untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit yang baik, yang pada umumnya semakin besar perkembangan bonggol maka keadaan organ-organ bagian atasnya seperti tinggi batang, jumlah daun dan luas daun semakin baik pula. Selain itu semakin meningkat jumlah daun, akan semakin banyaknya penyerapan cahaya, maka fotosintesis akan meningkat pertambahan diameter bonggol. Jumin (1986) menyatakan bahwa semakin banyak

daun maka semakin laju fotosintesis maka asimilat yang dihasilkan akan memberikan pengaruh pada pertumbuhan bibit diantaranya diameter bonggol.

Pemberian limbah biogas dalam bentuk cair+*sludge* diduga telah menyumbangkan unsur hara kalium (K) untuk pertambahan diameter bonggol bibit kelapa sawit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Leiwakabessy (1998), bahwa unsur hara kalium (K) sangat berperan di dalam meningkatkan diameter bonggol tanaman, khususnya dalam peranannya sebagai jaringan yang menghubungkan antara akar dan daun pada proses transportasi unsur hara dari akar ke daun.

Unsur hara kalium (K) berperan dalam memperlancar fotosintesis dan membantu pembentukan protein dan karbohidrat. Lancarnya proses tersebut maka diikuti dengan banyaknya karbohidrat yang dihasilkan sehingga terjadi peningkatan pembentukan dan perkembangan sel-sel baru yang menyebabkan terjadinya peningkatan tinggi tanaman, diameter batang dan total luas daun. Hal ini didukung oleh pendapat Gardner dkk. (1991), bahwa pertambahan ukuran batang (tinggi dan diameter) terjadi akibat meningkatnya jumlah sel dan meluasnya sel.

Faktor rerata pemberian mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman merupakan pertambahan diameter bonggol bibit kelapa sawit yang cenderung terbesar yaitu 1,28 cm, tidak berbedanya dengan pemberian mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman dan pemberian mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman terhadap

pertambahan diameter bonggol bibit kelapa sawit.

Interaksi pemberian limbah biogas dalam bentuk cair+sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman menunjukkan hasil pertambahan diameter bonggol bibit kelapa sawit yang cenderung terbesar yaitu 1,38 cm, berbeda nyata dengan interaksi pemberian limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman, interaksi limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman, interaksi

limbah biogas cair dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman. Namun tidak berbeda nyata dengan interaksi pemberian limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* lainnya. Pada akhir pengamatan menghasilkan diameter bonggol bibit kelapa sawit umur 4-7 bulan cenderung terbesar yaitu 2,84 cm, sementara diameter bonggol bibit kelapa sawit tenera (DxP) menurut standar pertumbuhan PPKS Medan jumlah daun bibit berumur 4-7 bulan yaitu 2,70 cm, sehingga diameter bonggol bibit kelapa sawit sesuai dengan standar pertumbuhan PPKS Medan.

#### 4. Luas Daun (cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dengan pemberian limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* setelah diuji lanjut dengan menggunakan uji DNMRT pada taraf 5% bahwa faktor limbah biogas menunjukkan

pengaruh yang nyata, sedangkan faktor mulsa *Mucuna bracteata* dan interaksi limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* berpengaruh tidak nyata terhadap luas daun bibit kelapa sawit umur 4-7 bulan. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Luas daun (cm<sup>2</sup>) bibit kelapa sawit dengan pemberian limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* pada umur 4-7 bulan.

| Limbah biogas (L)<br>ml/tanaman | <i>Mucuna<br/>bracteata</i> (M)<br>g/tanaman |                |                | Rerata     |
|---------------------------------|--|----------------|----------------|------------|
|                                 | M <sub>0</sub>                               | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> |            |
| L <sub>0</sub> 0                | 152,05 b                                     | 152,52 b       | 153,87 b       | 152,813 b  |
| L <sub>1</sub> cair 200         | 157,84 b                                     | 159,48 b       | 159,06 b       | 158,791 b  |
| L <sub>2</sub> sludge 200       | 161,08 ab                                    | 165,27 ab      | 159,33 b       | 161,893 ab |
| L <sub>3</sub> cair+sludge 200  | 164,36 ab                                    | 174,50 ab      | 187,12 a       | 175,483 a  |
| Rerata                          | 158,83 a                                     | 163,060 a      | 164,85 a       |            |

Tabel 4 menunjukkan rerata pemberian limbah biogas dalam bentuk cair+sludge dosis 200 ml/tanaman merupakan luas daun bibit kelapa sawit terluas yaitu 175,48 cm<sup>2</sup>, berbeda nyata dengan pemberian limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan limbah biogas dalam bentuk cair dosis 200 ml/tanaman, namun berbeda tidak nyata dengan pemberian limbah biogas dalam bentuk sludge dosis

200 ml/tanaman terhadap luas daun bibit kelapa sawit. Hal ini diduga berdasarkan pengamatan secara visual bahwa daun dan batang tanaman bibit kelapa sawit yang diberi perlakuan limbah biogas nampak lebih hijau dibandingkan dengan tanpa perlakuan limbah biogas bahwa warna lebih hijau berarti kandungan klorofilnya lebih besar, dengan besarnya kandungan klorofil maka fotosintat yang dihasilkan

lebih tinggi, sehingga cadangan makanan lebih dapat digunakan oleh tanaman dalam membentuk luas daun tanaman bibit kelapa sawit. Hal ini diduga bahwa pemberian limbah biogas dalam bentuk cair+sludge dosis 200 ml/tanaman sudah mencukupi unsur hara nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) pada bibit kelapa sawit.

Unsur hara nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) yang terkandung dalam limbah biogas yang dibutuhkan oleh tanaman dalam pertumbuhannya, sehingga dapat meningkatkan luas daun bibit kelapa sawit. Hakim dkk. (1986) menyatakan bahwa unsur nitrogen (N) berpengaruh terhadap luas daun, dimana pemberian pupuk yang mengandung nitrogen (N) dibawah optimal akan menurunkan luas daun. Sarief (1985) menyatakan bahwa fosfor (P) berperan dalam perkembangan jaringan meristem. Berkembangnya jaringan meristem menyebabkan sel-sel akan memanjang dan membesar, sehinggabagian tanaman yang aktif melakukan pembeahan sel seperti daun dan pucuk akan semakin panjang dan lebar serta akan mempengaruhi luas daun tanaman.

Lakitan (2000) menyatakan bahwa unsur kalium (K) berperan sebagai aktifator berbagai enzim dalam proses fotosintesis dan respirasi serta terlibat dalam sintesis protein dan pati. Mulsa *Mucunaa bracteata* sebagai bahan mulsa organik diduga setelah hancur terdekomposisi oleh mikroba mampu menyediakan unsur hara ke media tanam dalam jumlah yang cukup seperti nitrogen (N) dan magnesium (Mg) yang berperan dalam pertumbuhan daun. Menurut Hakim dkk. (1986), bahwa unsur nitrogen (N) adalah penyusun utama biomasa tanaman muda dan berperan dalam merangsang pertumbuhan vegetatif seperti merangsang pertumbuhan daun sedangkan unsur Mg berperan dalam perkembangan daun yaitu sebagai penyusun klorofil daun yang penting dalam proses fotosintesis. Fotosintesis yang berjalan dengan lancar akan berdampak langsung terhadap luas

permukaan daun yang berfungsi menangkap cahaya matahari. Mas'ud (1993) menambahkan bahwa daun tanaman akan tumbuh besar dan memperluas permukaannya jika ketersediaan nitrogen mencukupi. Suwandi dan Chan (1982) menyatakan unsur fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg) dan kalsium (Ca) berperan dalam dalam menunjang pertumbuhan lebar daun.

Unsur hara yang terserap baik oleh tanaman akibat perbaikan sifat-sifat tanah dari penambahan bahan organik dapat merangsang pertumbuhan daun bibit kelapa sawit. Semakin baik sifat fisik, biologi dan kimia tanah maka pertumbuhan bibit kelapa sawit akan semakin baik karena unsur hara didalam medium tanah dapat tersedia dan diserap dengan baik sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kemampuan bahan organik untuk mengikat unsur hara dan air menyebabkan unsur hara yang sebelumnya rendah didalam tanah menjadi meningkat.

Faktor rerata pemberian mulsa *Mucunaa bracteata* dosis 100 g/tanaman merupakan luas daun bibit kelapa sawit cenderung terluas yaitu 164,84 cm<sup>2</sup>, berbeda tidak nyata dengan pemberian mulsa *Mucunaa bracteata* dosis 0 g/tanaman dan pemberian mulsa *Mucunaa bracteata* dosis 50 g/tanaman terhadap luas daun bibit kelapa sawit.

Interaksi pemberian limbah biogas dalam bentuk cair+sludge dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman menghasilkan luas daun bibit kelapa sawit cenderung yang terluas yaitu 187,12 cm<sup>2</sup>, berbeda nyata dengan interaksi pemberian limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman, interaksi limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman, interaksi limbah biogas dosis 0 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman iteraksi limbah biogas cair dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman,

interaksi limbah biogas cair dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 0 g/tanaman, interaksi limbah biogas cair dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 50 g/tanaman, interaksi limbah biogas cair dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman, interaksi limbah biogas *sludge* dosis 200 ml/tanaman dan

mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan kombinasi limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* lainnya. Pada akhir pengamatan menghasilkan luas daun bibit kelapa sawit umur 4-7 bulan cenderung yang terluas yaitu 187,12cm<sup>2</sup>

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa pemberian limbah biogas dan mulsa *Mucuna bracteata* terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit varietas Tenera (D x P) marehat PPKS Medan di pembibitan utama umur 4-7 bulan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rerata pemberian limbah biogas berpengaruh nyata terhadap parameter pertambahan tinggi, pertambahan jumlah daun, pertambahan diameter bonggol dan luas daun bibit kelapasawit umur 4-7 bulan.
2. Pemberian limbah biogas dalam bentuk cair+*sludge* dosis 200 ml/tanaman merupakan dosis terbaik

terhadap parameter pertambahan tinggi, pertambahan jumlah daun, pertambahan pertumbuhan diameter bonggol dan luas daun bibit kelapasawit umur 4-7 bulan.

3. Interaksi pemberian limbah biogas cair+*sludge* dosis 200 ml/tanaman dan mulsa *Mucuna bracteata* dosis 100 g/tanaman merupakan interaksi yang cenderung menunjukkan pertambahan tinggi, pertambahan n jumlah daun, pertambahan diameter bonggol dan luas daun bibit kelapa sawit terbaik.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan dalam melakukan pembibitan kelapa sawit sebaiknya menggunakan limbah biogas dalam bentuk cair+*sludge* 200 ml/tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anis. T. M. 2000. **Peranan Mulsa terhadap Perbaikan Sifat Fisik Tanah dan Tanaman pada Lahan Kering**. Program Study Ilmu Tanah. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Anonimous. 2011. **Proses Pelapukan Biomasa Serasah Tanaman**. <http://www.Proses-pelapukan-biomasa-serasah-tanaman>. Diakses pada tanggal 15 November 2015. Pukul 19:01.
- Arief, Z. 2014. **“Pengelolaan dan Pemamfaatan Bioslurry”**. Revisi Ketiga. BIRU. Jakarta.
- Dinas Perkebunan Provinsi Riau. 2013. **BadanPusatStatistikProvinsi Riau**. Pekanbaru.
- \_\_\_\_\_. 2014. **Riau Fokuskan Peremajaan Perkebunan dan Tumpang Sari**. Pekanbaru. Riau. <http://m.bisnis.Com/quick-news/read/20140331/78/215644/riau-fokus-kan-peremajaan-perkebunan-dan-tumpang-sari>. Diakses pada tanggal 18 September 2015.
- Fauzi, Y. 2002. **Kelapa sawit budidaya pemanfaatan hasil dan limbah**,

- Analisis usaha dan pemasaran.** Edisi Revisi. Penebar swadaya. Jakarta.
- Foth, Hendry D. 1994. **Dasar Dasar Ilmu Tanah.** Edisi ke-enam. Diterjemahkan oleh Soenartono Adisoemarto. Erlangga. Jakarta.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R.H. Mitchel. 1991. **Fisiologi Tanaman Budidaya.** Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Gibson, G. T. 2010. **“Pemupukan Limbah Biogas sebagai Substitusi Pupuk pada Tanaman Kedelai di Kabupaten Bolaang Mongondow”.** Skripsi fakultas pertanian Universitas Sulawesi Utara.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, Sutopo, G.N. Rusdi, G.B. Hong dan H.H. Bailey. 1986. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah.** Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hanafiah, K.A. 2010. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah.** Grafindo Persada. Jakarta.
- Harahap, S.N. Kairul. Surio, T. Dan Tompul, S. 2008. **Tanaman Penutup Tanah Peningkatan Produksi Perkebunan.** Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Harjadi, S.S. 1996. **Pengantar Agronomi.** PT. Gramedia. Jakarta.
- Hasil Analisa Laboratorium Perikanan. 2016. **Kandungan unsur kimia limbah biogas kotoran sapi.** Fakultas Perikanan dan ilmu kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Heddy s. 1987. **Biologi Pertanian.** Rajawali Pers. Jakarta.
- Jumin, H.B. 1986. **Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologi.** Rajawali. Jakarta.
- Hong dan H. H Bailey. 1988. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah.** Penerbit Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Prihmantoro, H.2007. **Memupuk Tanaman Sayur.** Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 2005. **Pembibitan Kelapa Sawit.** Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Kamal, 2008. **Pupuk kandang** . [http://www. Kamal.blogspot.com](http://www.Kamal.blogspot.com). Diakses tanggal 18 September 2015. Pukul 20:14.
- Lakitan, B. 1995. **Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan.** PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2000. **Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman.** PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2007. **Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman.** PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Leiwakabessy, F.M. 1998. **Kesuburan Tanah Jurusan Ilmu Tanah.** Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Lubis, A. R.2000. **Kelapa Sawit, Teknik Budidaya Tanaman.** Penerbit Sinar. Medan.
- Lingga dan Marsono, 2006. **Petunjuk Penggunaan Pupuk.** Redaksi Agromedia, Jakarta.
- Lukikariati S, L.P Indriyani, Susilo, A dan M.J. Anwaruddinsyah. 1996. **Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan Batang Bawah Manggis.** Balai Penelitian Tanaman Buah Solok. Solok dalam jurnal Hortikultura, Volume 6 (3):220-226.
- Manurung, G.M.E. 2004. **Teknik Pembibitan Kelapa Sawit.** Makalah Pada Pelatihan Life Skill Teknik Pembibitan Kelapa Sawit. Pekanbaru.
- \_\_\_\_\_. 2005 . **Petunjuk Pemupukan yang efektif.** PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Mas’ud, P. 1993. **Telaah Kesuburan Tanah.** Angkasa. Bandung.
- Nyakpa, A. M. Hakim, N., M.Y. Lubis, S. G. Ngroho, M. R. Saul, M.A. Diha,G.B. \_\_\_\_\_. 2003. **Budidaya Kelapa Sawit.** Modul M: 100-203. Medan.
- Rankine, I. 2003. **Buku Lapangan Seri Tanaman Kelapa Sawit.** Pusat Penelitian Perkebunan MARIHAT Pematang Siantar. Sumatera Utara.
- Sarief S. 1985. **Konservasi Tanah dan Air.** Pustaka Buana. Bandung.
- Subrantodan I. Y. Harahap.2002. **Penggunaan Kacangan Penutup**

- Tanah *Mucuna bracteata* pada Tanaman Kelapa Sawit.** Buletin IOPRI.
- Sukman, Y. dan Yakup.2002. **Gulma dan Teknik Pengendaliannya.** PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Sullivan, P. 2003. **Overview of cover crops and green manures.** Fundamentals of Sustainable Agriculture.ATTRA-National Sustainable Agriculture Information Service. 22p.
- Suriatna, S. 1988. **Pupuk dan Pemupukan.** Medyatina Sarana Perkasa. Jakarta.
- Suwardjo.1981 alam Anis 2001. **Peranan sisa-sisa tanaman dalam konservasi tanah dan air pada usaha tani tanaman semusim.** Disertai. Fakultas Pertanian Program Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- Umboh. A.H.2002. **Petunjuk Penggunaan Mulsa.** Penebar Swadaya, Jakarta.
- Umar. 2014. **“Biogas”.** <http://www.Academia.Edu/3996530/Biogas/>. Diakses pada tanggal 30 November 2015. Pukul 15:09.
- Wahyuni, S. 2011. **“Biogas”.** Penebar Swadaya. Bogor.
- Wicaksono. 2002. **Bahan Tanaman Kelapa Sawit.** Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan, Medan.
- Yuwono, N.W. 2005. **Kesuburan Tanah.** UGM press. Yogyakarta