**PENGGUNAAN PEMBENAH TANAH *INSITU* DAN PUPUK P TERHADAP RESPIRASI TANAH PADA PERTANAMAN KEDELAI DI TANAH ULTISOL BPTP NATAR LAMPUNG SELATAN**

Sri Yusnaini 1\*, Ainin Niswati2, Septi Nurul Aini3, Ria Puspita Dewi 4\*

1,2,3 Jurusan I.Tanah , 4 Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Unila

Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, No. 1 Bandar Lampung 35145

\*Sri Yusnaini : 081369324710 e-mail : sri.yusnaini@fp.unila.ac.id

**ABSTRAK**

Satu teknologi yang dapat dilakukan untuk memperbaiki tanah ultisol diantaranya dengan pembenah tanah organik *insitu* dan pemberian pupuk fosfor. Penelitian berbagai jenis pembenah tanah *in situ* dan pemberian pupuk P bertujuan untuk mendapatkan jenis pembenah tanah dan pupuk P terbaik dalam memperbaiki kualitas lahan kering masam dengan indikator respirasi tanah Penelitian ini dilaksanakan di lahan Kebun Percobaan BPTP Natar, Lampung Selatan pada bulan Juli sampai dengan November 2019. Penelitian ini dirancang menggunakan rancangan acak kelompok lengkap yang disusun secara faktorial, terdiri dari dua faktor yaitu faktor pertama sumber pupuk fosfat yaitu tanpa pupuk P (P0), pupuk TSP 200 kg ha -1 (P1), dan Batuan fosfat 5 ton ha-1 (P2), sedangkan faktor kedua yaitu aplikasi pembenah tanah *in situ* berupa: tanpa pembenah tanah (B0), Biochar sekam padi 5 ton ha-1 (B1), organonitrofos 10 ton ha-1 (B2) dan kompos pupuk kandang sapi 10 ton ha-1 (B3). Semua satuan percobaan diberi pupuk dasar urea dengan dosis 50 kg ha -1, dan KCl 200 kg ha -1. Hasil penelitian menunjukan bahwa respirasi tanah pada pengamatan vegetatif maksimum lebih tinggi pada perlakuan aplikasi batuan fosfat (P2), sedangkan jenis pembenah tanah tanah *insitu* kompos pukan sapi (B3) tidak berbeda dengan biochar sekam padi (B1). Pada pengamatan fase panen, Respirasi tertinggi diperoleh pada perlakuan batuan fosfat yang dikombinasikan dengan organonitrofos (P2B2) yang tidak berbeda dengan perlakuan batuan fosfat yang dikombinasikan dengan kompos pupuk kandang sapi (P2B3).

Kata Kunci : Batuan Tanah *insitu* , resprasi tanah

1. **PENDAHULUAN**

Kedelai merupakan komoditas tanaman pangan terpenting ketiga setelah padi dan jagung. Kedelai termasuk komoditas pertanian paling penting dan memiliki multiguna karena dapat dikonsumsi secara langsung. Kandungan gizi kedelai dalam 100 gram olahan makanan yaitu terdapat 35 gram protein, 53 gram karbohidrat, 18 gram lemak dan 8 gram air. Kedelai sebagai sumber protein nabati yang sangat penting dalam rangka peningkatan gizi masyarakat karena aman bagi kesehatan. Kedelai dapat diolah sebagai bahan baku industri olahan pangan seperti tahu, tempe, kecap, susu kedelai maupun sebagai bahan olahan pakan ternak (Lubis dkk., 2013).

Kebutuhan kedelai di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Kebutuhan kedelai di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 2,3 juta ton biji kering, sedangkan produksi kedelai di Indonesia tahun 2018 hanya sebanyak 982,47 ribu ton biji kering atau 43%dari kebutuhan. Berdasarkan data Kementan, rata-rata produksi kedelai kering Nasional tahun 2014-2018 mengalami kenaikan dan terjadi penurunan pada tahun 2017 sebesar 538.728 ton. Peningkatan sebesar 443.870 ton terjadi pada tahun 2018 dari produsi tahun sebelumnya. Meskipun mengalami peningkatan hasil panen, produktivitas kedelai masih tergolong rendah dan belum mampu memenuhi kebutuhan kedelai di Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan kedelai nasional maka pemerintah harus mengimpor kedelai dari Amerika (Kementan, 2019).

Untuk memenuhi kebutuhan unsur hara yang seimbang bagi tanaman kedelai tidak cukup hanya dengan penambahan pupuk anorganik. Penggunaan pupuk anorganik terus-menerus dan berlebih merupakan salah satu penyebab menurunnya kesuburan tanah. Bahan kimia yang tekandung dalam pupuk anorganik menyebabkan struktur tanah menjadi rusak, sulit diolah, tanah menjadi keras dan retak-retak jika kering, berkurangnya daya menahan air, meningkatkan larutan garam dalam tanah, menurunnya KTK, dan pH tanah, berkurangnya bahan organik dan mikroorganisme (Isnaini, 2006). Dalam pemenuhan kebutuhan unsur hara tanaman yang seimbang maka diperlukan pupuk organik yang mampu memenuhi ketersediaan unsur hara makro dalam jumlah cukup banyak.

Respirasi merupakan indikator penentu kesuburan tanah karena dapat menggambarkan banyaknya mikrooganisme yang tergantung dalam tanah. Semakin tinggi laju respirasi tanah maka semakin banyak pula mikroorganisme yang terkandung dalam tanah, proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik akan meningkat juga (Sumarsih, 2003).

Respirasi merupakan proses pembebasan energi yang tersimpan dalam zat sumber energi melalui proses kimia menggunakan oksigen, dimana energi yang tersimpan dari proses fotosintesis dilepaskan untuk proses kehidupan. Respirasi tanah merupakan indikator dari aktivitas mikroorganisme yang ada dalam tanah yang sebaian besar berada pada bahan organik. Jumlah CO2 yang dilepaskan merupakan suatu indikator untuk menentukan aktivitas mikroba dalam tanah (Foth, 1991).

Dalam proses budidaya tanaman, aspek penting yang harus diperhatikan yaitu pemupukan. Petani pada umumnya menggunakan pupuk anorganik dalam proses budidaya. Namun penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang dapat menimbulkan kerusakan pada tanah, baik sifat fisik, kimia maupun biologi. Hal tersebut dapat diatasi dengan penambahan bahan organik pembenah tanah.

Salah satu bahan organik yang dapat digunakan sebagai pembenah tanah alternatif yaitu: organonitrofos, *biochar* dan pupuk kandang sapi. Pupuk organonitrofos dibuat dari 70-80% kotoran sapi, dan 20-30% batuan fosfat dan dengan penambahan mikroba penambat N dan pelarut P. Saat ini organonitrofos sudah dimodifikasi dengan campuran kotoran sapi, kotoran ayam, dolomit, abu, limbah padat industri, MSG (*Monosodium Glutamat)* serta mikroba penambat N dan pelarut P. Pupuk tersebut diharapkan mampu mengurangi kebutuhan pupuk anorganik sehingga mampu menciptakan kegiatan pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan (Gandi dkk., 2013).

Selain itu juga perlu ditambahkan *biochar.*  Di dalam tanah *Biochar*  lebih presisten dibandingkan dengan bahan organik lainnya, karena memiliki manfaat dalam hal kesuburan tanah dan resistensi hara di dalam tanah lebih lama. Manfaat *biochar*  mampu memberikan perbaikan produktivitas lahan dan tanaman serta mampu mengurangi emisi CO2 di udara serta mampu meningkatkan daya pengikat gas rumah kaca (Gani, 2009).

Pupuk kandang merupakan pupuk organik yang mengandung unsur hara makro dan mikro yang mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Unsur hara yang terkandung dalam pupuk kandang yaitu 30 – 40% air, 60 – 70% bahan organik, 0,5 – 1 % P2O5, 0,5- 1 % K2O. Selain itu pupuk kandang mengandung hormon sitokinin dan giberelin yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman (Dewi dan Jumini, 2012).

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mempelajari pengaruh aplikasi pupuk fosfat terhadap respirasi tanah pada tanaman kedelai.
2. Mempelajari pengaruh aplikasi bahan organik pembenah tanah terhadap respirasi tanah pada tanaman kedelai
3. Mempelajari interaksi antara pupuk fosfat dan bahan organik pembenah tanah terhadap respirasi pada tanaman kedelai.
4. Mempelajari hubungan antara pH, C-organik, suhu dan kadar air terhadap respirasi tanah pada tanaman kedelai.
5. **METODE PENELITIAN**
	1. **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan BPTP Natar, Desa Negara Ratu, Kabupaten Lampung Selatan kemudian dilanjukan analisis tanah di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2019 sampai Oktober 2019.

* 1. **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan yaitu, strimin besi untuk membuat biochar, terpal, selang air, cangkul, meteran, gunting, tali rafia, timbangan, ayakan, alat tulis, oven, gelas ukur, pipet tetes, gelas beker, buret, botol film, toples, alat-alat untuk analisis tanah.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai varietas Grobogan, batuan fosfat alam, pupuk TSP, pupuk kandang kotoran sapi, *biochar* sekam padi yang dibuat secara insitu, organonitrofos, pupuk urea, pupuk KCl, inokulum Legin, pestisida, dan bahan-bahan kimia untuk analisis tanah seperti KOH 0,1 *N*, HCl 0,1 *N*, aquades, *phenophtalien,* *methil orange* dan bahan analisis tanah.

* 1. **Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 faktorial. Faktor pertama yaitu jenis pupuk fosfat, yaitu : P0= kontrol P1= P (pupuk TSP 200 kg Ha-1) dan P2=BF (5 ton Ha-1). Sedangkan faktor kedua yaitu aplikasi pembenah tanah berupa : B0=kontrol, B1= *Biocha*r sekan padi 5 ton Ha-1, B2= kompos (organonitrofos) 10 ton Ha-1, B3= pupuk kandang sapi 10 ton Ha-1, dan diulang 3 kali. sehingga terdiri dari 12 kombinasi perlakuan. Semua satuan percobaan diberi pupuk dasar dengan dosis 50kg Ha-1 urea, dan 200 kg Ha-1 KCl. Irigasi dan pengendalian hama penyakit dilakukan apabila diperlukan saja.

Percobaan ini terdiri dari 12 kombinasi perlakuan yaitu:

1. P0B0 = Tanpa pupuk fosfat + tanpa tanpa pupuk organik pembenah tanah
2. P0B1 = Tanpa pupuk fosfat + *biochar* 5 ton Ha-1 (3 kg plot-1)
3. P0B2 = Tanpa pupuk fosfat + organonitrofos 10 ton Ha-1 (6 kg plot-1)
4. P0B3 = Tanpa pupuk fosfat + pukan sapi 10 ton Ha-1 (6 kg plot-1)
5. P1B0 = Pupuk TSP 200 kg Ha-1 (120 g plot-1) + tanpa pupuk organik pembenah tanah
6. P1B1 = Pupuk TSP 200 kg Ha-1 (120 g plot-1) + *biochar* 5 ton Ha-1 (3 kg plot-1)
7. P1B2 = Pupuk TSP 200 kg Ha-1 (120 g plot-1) + organonitrofos 10 ton Ha-1 (6 kg plot-1)
8. P1B3 = Pupuk TSP 200 kg Ha-1 (120 g plot-1) + pukan sapi 10 ton Ha-1 (6 kg plot-1)
9. P2B0 = BF 5 ton Ha-1 (3 kg plot-1) + tanpa pupuk organik pembenah tanah
10. P2B1 = BF 5 ton Ha-1 (3 kg plot-1) + *biochar* 5 ton Ha-1 (3 kg plot-1)
11. P2B2 = BF 5 ton Ha-1 (3 kg plot-1) + organonitrofos 10 ton Ha-1 (6 kg plot-1)
12. P2B3 = BF 5ton Ha-1 (3 kg plot-1) + pukan sapi 10 ton Ha-1 (6 kg plot-1)

Data yang diperoleh akan ditabulasi dan dianalisis ragam dengan asumsi ragam homogen dan tidak ada kemenambahan data sesuai dengan rancangan acak kelompok, dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

* 1. **Pelaksanaan Percobaan**
		1. **Pembuatan Petak Percobaan**

Media tanam yang digunakan adalah tanah yang sudah diolah sesuai standar pengolahan tanah untuk kedelai yaitu dibajak dengan kedalaman ±20 cm, digaru kemudian dirotari. Setelah itu tanah dibuat petakan berukuran 2x3 meter sesuai dengan jumlah perlakuan sebanyak 12 plot dalam setiap kali ulangan, untuk percobaan ini dibuat sebanyak 3 kali ulangan.

* + 1. **Pembuatan *Biochar***

Pembuatan instalasi cerobong ruang untuk proses pembakaran. Kawat setrimin berukuran 1x2 meter dibuat silinder dengan diameter 10 cm. Gulungan kawat diikat atau dikaitkan menggunakan kawat supaya gulungan tidak lepas. Gulungan kawat yang sudah jadi di letakan secara vertikal pada tempat yang kering dan datar untuk proses pembakaran. Sekam padi yang akan dibuat *biochar* diletakkan pada sekeliling instalasi pembakaran hingga membentuk gunungan, setelah itu kertas koran atau serpihan kardus dimasukan ke dalam lubang instalasi dan dibakar. Pembakaran dilakukan hingga lubang mengeluarkan asap (sebagai tanda pembakaran sudah mulai terjadi). Pembakaran sekam akan terjadi secara bertahap.

Proses pembuatan *biochar*  memakan waktu yang cukup lama sekitar 4-5 jam. Selama proses pembakaran suhu biochar diukur, perapiannya harus dijaga jangan sampai api menyala karena akan mengakibatkan biochar menjadi abu. Sekam padi yang belum terbakar dinaikan menggunakan sapu supaya dapat terbakar semua. Setelah semua sudah terbakar kemudian *biochar* diratakan supaya api atau bara segera padam, untuk mempercepat proses pemadaman supaya *biochar* tidak segera menjadi abu dilakukan penyiraman. *Biochar* yang sudah jadi dijemur untuk mengurangi kadar airnya. *Biochar* yang sudah dijemur dan diukur kadar airnya bisa langsung diaplikasikan.

* + 1. **Aplikasi Pupuk**

Aplikasi pupuk Fosfat dan bahan organik pembenah tanah dilakukan 1 minggu sebelum tanam, sebelum aplikasi ke petak percobaan yang berukuran 2 x 3 meter pupuk dikompositkan terlebih dahulu supaya merata. Aplikasi pupuk dilakukan pada setiap baris jarak tanam (dalam setiap plot terdapat 5 baris tanaman kedelai) yang sudah gali sedalam ± 10 cm menggunakan cangkul. setelah pupuk diaplikasikan pada lubang galian kemudian galian ditutup kembali. Aplikasi dilakukan sesuai dengan dosis dan tata letak pada masing-masing percobaan.

* + 1. **Penanaman Benih Kedelai**

Kedelai ditanam dengan jarak tanam 40 x 20 cm. Benih ditanam dengan cara penugalan dengan kedalaman sekitar 2-3 cm. Masing-masing lubang tanam diberi 3 butir benih kedelai. Sebelum benih kedelai ditanam dilakukan aplikasi furadan pada dinding dan dasar media tanam. Hal ini dilakukan agar benih kedelai tidak diganggu oleh insektisida. Benih kedelai yang sudah di beri perlakuan legin kemudian ditanam pada lubang tanam yang sudah tersedia. Legin atau bisa disebut *Legume Inoculant* dapat bersimbiosis dengan tanaman legum untuk membentuk bintil akar dan menambat nitrogen dari udara. Dalam setiap plot terdapat 5 baris tanaman dengan populasi 75 tanaman.

* + 1. **Pemeliharaan**

Penyiraman tanaman kedelai dilakukan setiap 2 hari sekali pada sore hari. Penyiraman ini bertujuan untuk menjaga kelembaban tanah di sekitar daerah perakaran. Penyiraman dilakukan menggunakan selang.

Penyianagan gulma di lakukan seperlunya apabila tanaman kedelai ditumbuhi gulma. Penyiangan dilakukan secara mekanik yaitu dengan cara mencabut gulma yang tumbuh di sekitar tanaman.

Pemberian pupuk dasar KCl dan Urea sebanyak 1 kali selama masa tanam kedelai dilakukan secara bersamaan dengan cara ditugal disekitar tanaman kedelai pada umur 7 HST. Dosis pupuk KCl yang diberikan 200 kg Ha-1 (120 g plot-1) dan pupuk Urea 50 kg Ha-1 (30 g plot-1).

* + 1. **Pengambilan Contoh Tanah**

Pengambilan contoh tanah dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada sebelum tanam, fase vegetatif maksimum dan pada saat sebelum panen. Pengambilan dengan menggunakan cangkul atau bor tanah dengan kedalaman 0-10 cm. Contoh tanah diambil 2 titik dalam satu petak kemudian dikompositkan dalam satu wadah. Tanah yang sudah dikompositkan kemudian dimasukan kedalam plastik dan diberi label supaya tidak tertukar.

* + 1. **Panen**

Kedelai dipanen secara serempak, dilakukan pada saat tanaman kedelai berumur 72-76 HST. Waktu panen kedelai yaitu apabila polong tanaman kedelai sudah mulai coklat dan daun tanaman kedelai sudah mulai menguning.

* + 1. **Pengamatan**

Variabel utama yang di amati dalam penelitian ini adalah respirasi tanah (produksi CO2).

Respirasi tanah diukur pada saat tanah awal sebelum perlakuan, masa vegetatif maksimun dan sebelum panen. Metode yang digunakan untuk pengukuran respirasi tanah yaitu Metode Verstraete (Anas, 1989) yaitu dengan meletakkan botol film yang sudah berisi KOH 0,1 *N* sebanyak 10 ml di atas tanah terbuka, kemudian botol film di tutup dengan toples. Toples kemudian di tekan ke dalam tanah sedalam 1 cm supaya tidak ada gas yang keluar dari dalam sungkup toples. Dilakukan hal yang sama untuk kontrol, tetapi permukaan tanah ditutup menggunakan plastik supaya CO2 yang keluar dari tanah tidak ada yang ditangkap oleh KOH. Pengukuran ini dilakukan selam 2 jam. Pengukuran respirasi tanah dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada saat pagi dan sore hari. Pengambilan sampel pagi hari dilakukan pada pukul 08.00 dan sore hari pada pukul 16.00 WIB.

Setelah pengukuran dilapang selesai kemudian kualitas CO2 yang dihasilkan akan ditentukan memalui titasi di laboratorium, dengan cara botol film yang berisi KOH 0,1 *N* dimasukkan kedalam erlenmayer dan diberi 2 tetes *Phenoptaline* kemudian dititrasi menggunakan HCl sampai warna merah menjadi hilang, volume HCl yang digunakan dicatat. Kemudian ditambahkan *methil orange* dan dititrasi kembali dengan HCl sampai warna orange berubah menjadi merah muda. Jumlah HCl yang digunakan pada tahap kedua titrasi berhubungan langsung dengan jumlah CO2 yang tangkap. Dilakukan cara yang sama pada KOH kontrol.

Reaksi yang terjadi :

1. Reaksi pengikatan CO2

2KOH + CO2 K2CO3 + H2O

1. Perubahan warna menjadi tidak berwarna (*Phenoptaline)*

K2CO3 + HCl KCl + KHCO3

1. Perubahan warna kuning menjadi merah muda *(Methil orange)*

KHCO3 + HCl KCl + H2O + CO2

keterangan = 1 mEq HCl ∞ 1 mEq CO2

Jumlah CO2 dihitung dengan menggunakan formula

$$C-CO\_{2}=\frac{\left(a-b\right)x t x 12}{T x π x r^{2}}$$

Keterangan :

C-CO2 = mg jam-1 m-2

a = ml HCl untuk sampel tanah (setelah ditambahkan *methil orange*)

b = ml HCl untuk kontrol (setelah ditambahkan *methyl orange*)

t = normalitas *(N)* HCl

T = waktu (jam)

r = jari-jari tabung toples (m)

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Selama periode pertumbuhan kedelai, tingkat respirasi tanah bervariasi di bawah perawatan yang berbeda. Respirasi tanah lebih tinggi pada tahap vegetatif maksimum pertumbuhan kedelai daripada tahap panen kedelai (Gambar 1). . Respirasi tanah tertinggi tercatat di bawah batuan fosfat yang dikombinasikan dengan pukan sapi (P2B3) pada tahap vegetatif maksimum. Selain itu, respirasi tanah terendah pada kombinasi tanpa pupuk fosfat dan aplikasi amandemen tanah (P0B0) yang diamati pada tahap panen kedelai.

Berdasarkan analisis ragam, pada tahap vegetatif maksimum kedelai, penerapan amandemen tanah telah berpengaruh pada respirasi tanah, namun penerapan pupuk fosfat dan interaksi antara pupuk fosfat dan amandemen tanah tidak ada efek pada respirasi tanah. Oleh karena itu, pada tahap panen, penerapan pupuk fosfat memiliki efek yang signifikan pada respirasi tanah dan ada interaksi yang signifikan antara penerapan pupuk fosfat dan amandemen tanah.

Berdasarkan Uji BNT 5% (Tabel 1), pada tahap vegetatif maksimum kedelai, respirasi tanah dengan aplikasi kotoran sapi 10 ton ha-1 kotoran sapi secara signifikan lebih tinggi daripada tanpa amandemen tanah dan kompos organonitrofos 10 ton ha-1, namun tidak berbeda secra signifikan dengan penerapan 5 ton ha-1 biokar sekam padi. Respirasi tanah bervariasi di antara aplikasi amendemen tanah mungkin disebabkan oleh kandungan karbon organik yang berbeda dalam amandemen tanah. Kotoran sapi dan nasi biochar sekam padi memiliki kandungan karbon 22,52 % dan 22,20 % Kandungan BO yang lebih tinggi dan input sampah meningkatkan respirasi tanah terutama penerapan biochar dapat memberikan manfaat bagi tanah yang meningkatkan kualitas tanah, menambahkan karbon dan juga mengurangi emisi CO2 ke atmosfer.

Gambar 1. Sebaran respirasi tanah akibat berbagai perlakuan pupuk P dan bahan pembenah tanah selama periode pertanaman Kedelai

Tabel 1. Pengaruh berbagai bahan pembenah tanah terhadap respirasi tanah pada masa vegetatif pertanaman Kedelai

|  |  |
| --- | --- |
| Perlakuan | Respirasi Tanah (C-CO2 mg hr-1 m-2) |
| Tanpa Bahan Pembenah Tanah | 49.0 a |
| *Biochar sekam Padi* | 64.3 ab |
| Organonitrofos | 57.0 a |
| Pupuk Kandang Sapi | 83.8 b |
| BNT 5% | 18.4 |

IV. KESIMPULAN

Respirasi tanah sangat bervariasi selama seluruh pertanaman kedelai dan bervariasi di bawah perawatan yang berbeda. Respirasi tanah lebih tinggi pada tahap vegetatif maksimum pertumbuhan kedelai daripada fase panen kedelai. Respirasi tanah minimum muncul pada tahap panen kedelai di bawah perlakuan tanpa pupuk fosfat dan aplikasi amandemen tanah (P0B0). Selain itu, tingkat maksimum respirasi tanah terdapat pada perlakuan batuan fosfat dikombinasikan dengan perawatan kotoran kotoran sapi (P2B3) pada tahap vegetatif maksimum. Semakin tinggi pH tanah, kandungan air tanah, dan suhu tanah, semakin tinggi tingkat respirasi tanah**.**

**DAFTAR PUSTAKA**

Anas , I. 1998. *Biologi Tanah dalam Praktek.* IPB. Bogor. Hal 18-22.

Dewi, Puspita dan Jumini. 2012. Pertumbuhan dan Hasil D ua Varietas Tomat Akibat Perlakuan Jenis Pupuk. *J. Floratek.*  7 : 76-84.

Foth, H. D. 1991. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah.* Erlangga. Jakarta. 374 hlm.

Gandi, W., Triyono, S., Tusi, A., Oktafri, Nugroho, S. G., Dermiyati, J. Lumbanraja, dan H. Ismoyo, 3013. *Pengujian Pupuk Organonitrofos terhadap Respon Tanaman Tomat (Lycopersicon pimpinellifolium) dalam Pot (Pot Experimen). Jurnal Teknik Pertanian.*  Lampung. 2 (1) : 17-26.

Gani, A. 2009. *Biochar* Penyelamat Lingkungan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian.* 31: 15-16.

Kementan. 2019.  *Data Lima Tahun Terakhir: Sub-sektor Tanaman Panga .* <http://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>. 23 Juli 2019.

Lubis, E., Darmawati, dan M. A Hidayat. 2013. Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tahu dan Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. [Merrill]). Hal 88 – 95..

Sumarsih ,S. 2003. *Mikrobiologi Dasar.* UPN Veteran. Yogyakarta. 116 hlm.