

**PENGUJIAN PUPUK ORGANIK CAIR URINE DOMBA
DENGAN BIOCHAR CANGKANG BIJI KEMIRI
PADA TANAMAN KEDELAI (*Glycine Max L*)**

SKRIPSI

OLEH:

SAID EDI YANTO

13 821 0070



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2017**

HALAMAN PERNYATAAN OROSINILITAS

Saya menyatakan bahwa Skripsi yang telah saya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian dalam penulisan Skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari adanya plagiat dalam Skripsi ini.

Medan, 27 Februari 2018



Said Edi Yanto

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Said Edi Yanto

NPM : 13.821.0070

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

Jenis Karya : Skripsi

Dengan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya sebagai judul : “Pengujian Pupuk Organik Cair Urine Domba Dengan Biochar Cangkang Biji Kemiri Pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max L*)”. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini dalam bentuk pangkalan dua (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Fakultas Pertanian

Pada tanggal : 02 Februsri 2017

Yang Menyatakan



(Said Edi Yanto)

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengujian Pupuk Organik Cair urine Domba Dengan Biochar Cangkang Biji kemiri Pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max L*)

Nama : Said Edi Yanto

NIM : 13 821 0070

Fakultas : Pertanian

Program Studi : Agroteknologi

Disetujui Oleh:

Komisi Pembimbing

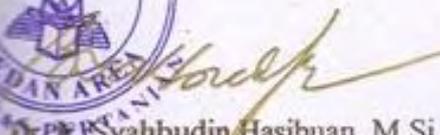


Ir. H. Gus Meizal, MP
Pembimbing I

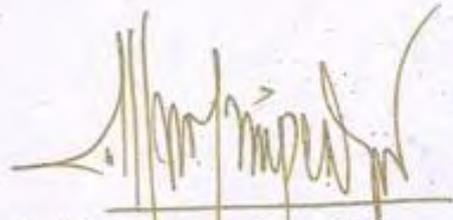


Dr. Ir. Sumihar Hutapea, MS
Pembimbing II

Mengetahui:



Dr. P. P. Syahbudin Hasibuan, M.Si
Dekan



Ir. Ellen L. Panggabean, MP
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 27 November 2017

ABSTRACT

This study aims to determine how the results of organic fertilizer liquid urine sheep combined with biochar shell of candlenut seeds on the growth and production of soybean crops. This research was done by using Factorial Random Block Design (RAK) Factorial consisting of 2 factors of treatment that is: first factor Biochar candlenut Seed Shell consists of 4 levels that is B0 = Positive Control (No Biochar), B1 = Negative Control (NPK fertilizer with standard dose ie 300 kg/hectare), B2 = Biochar 5 tons / ha (0.5 kg/m²), B3 = Biochar 10 tons / hectare (1 kg / m²). The second factor of Sheep Liquid Organic Fertilizer consist of 4 Treatment Levels: U0 = No Organic Fertilizer Liquid Sheep Urine (0%), U1 = Organic Fertilizer Liquid Urine Sheep 0.75% (7.5 ml/l), U2 = Organic Fertilizer Liquid Sheep Urine 1.5% (15 ml / l), U3 = Organic Fertilizer Liquid Urine Lamb 2.25% (22.5 ml/l) The results of this study indicate that Giving biochar shell of candlenut seeds very significant effect on height of plant, stem diameter, and significant effect on the number of leaves, seed production for bed and plant biomass. Best treatment is the biochar shell of seeds of candlenuts as much as 5 tons / hectare. Giving of Organic Fertilizer Liquid Urine Sheep have a very significant effect on plant height, , and significant effect on seed production for sample, weight of 100 seeds for sample, seed production for plot, seed production for hectare, and plant biomass for sample The best treatment is giving of Organic Liquid Fertilizer Urine Lamb 2.25%.

Keywords: *Growth, Production, Biochar Seeds Pecan Seed, Organic Liquid Fertilizer Urine Sheep, Soybean Plants*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil pemberian pupuk organik cair urine domba yang dikombinasikan dengan biochar cangkang biji kemiri pada pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan yaitu: faktor pertama Biochar Cangkang Biji Kemiri terdiri dari 4 taraf yaitu B0 = Kontrol Positif (Tanpa Biochar), B1= Kontrol Negatif (pupuk NPK dengan dosis standart yakni 300 kg/Ha), B2 = Biochar 5 ton/ha (0,5 kg/m²), B3 = Biochar 10 ton/ha (1 kg/m²). Faktor ke dua Pupuk Organik Cair Urine Domba yang terdiri dari 4 Taraf Perlakuan yaitu: U0 = Tanpa Pupuk Organik Cair Urine Domba (0 %), U1 = Pupuk Organik Cair Urine Domba 0,75 % (7,5 ml/l) , U2 = Pupuk Organik Cair Urine Domba 1,5 % (15 ml/l), U3 = Pupuk Organik Cair Urine Domba 2,25 % (22,5 ml/l. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Pemberian biochar cangkang biji kemiri berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang, dan berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, produksi biji per plot dan biomassa tanaman. Perlakuan terbaik yaitu pemberian biochar cangkang biji kemiri sebanyak 5 ton/ha. Pemberian Pupuk Organik Cair Urine Domba berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan berpengaruh nyata terhadap produksi biji per sampel, bobot 100 biji per sampel, produksi biji per plot, produksi biji per hektar, dan biomassa tanaman per sampel. Perlakuan terbaik yaitu pemberian Pemberian Pupuk Organik Cair Urine Domba 2,25%.

Kata Kunci :Pertumbuhan, Produksi, Biochar Cangkang Biji Kemiri, Pemberian Pupuk Organik Cair Urine Domba, Tanaman Kedelai

RIWAYAT HIDUP

Said Edi Yanto lahir pada tanggal 12 Mei 1994 di Kp Badar, Kecamatan Rundeng Kota Subulussalam dari pasangan Ayahanda Said Mahna dan Ibunda Nasria, penulis merupakan anak Pertama dari lima bersaudara.

Pendidikan yang pernah ditempuh penulis adalah lulus dari SD Negeri 10104146 Kampong Badar Kecamatan Rundeng pada tahun 2007, pada tahun 2010 penulis lulus dari Pondok Pesantren MTSs Husni Thambrin Kampong Badar Kecamatan Rundeng, kemudian tahun 2013 penulis lulus dari SMK Negeeri 1 Penanggalan, dan pada tahun 2013 penulis diterima sebagai Mahasiswa di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

Kegiatan akademis yang pernah diikuti penulis selama mengikuti Program Studi Strata 1 di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area yaitu:

1. Mengikuti organisasi FORMATANI (Forum Mahasiswa Islam Pertanian) di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
2. Mengikuti organisasi KAMMI (Kesatuan Aksi Mahasiswa Muslim Indonesia) di Universitas Medan Area.

Kemudian Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. London Sumatera (LONSUM) Unit Turangie Estate pada bulan Agustus sampai dengan bulan September tahun 2016 dan melaksanakan penelitian skripsi di Kebun Percobaan Growth Center Kopertis Wilayah 1 Sumut Aceh Jalan Peratun No. 1, Kecamatan Percut Sei tuan pada bulan Februari sampai dengan bulan Juli 2017.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas rahmat dan hidayahnya yang diberika sampai saat ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “ Pengujian Pupuk Organik Cair Urine Domba Dengan Biochar Biji Kemiri Pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max L*). Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk melaksanakan tugas akhir di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area

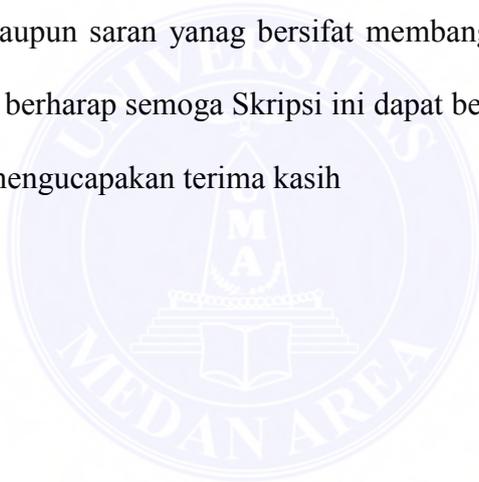
Penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang banyak membantu dalam kesempurnaan penulisan Skripsi ini. Secara khusus penulis mengucapkan terimakasih kepada

1. Bapak Ir. H. Gusmeizal, MP sebagai ketua komisi pembimbing dan Ibu Dr. Ir. Sumihar Hutapea, MS sebagai anggota komisi pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi
2. Seluruh Dosen dan Pegawai Fakultas Pertanian Universitas Medan Area yang telah memberikan bimbingan dan dukungan
3. Kedua orang tua yang tersayang Ayahanda Said Mahna dan Ibunda Nasria yang senantiasa mendo'akan, memotivasi dan juga memberi dukungan dalam bentuk moril dan materian sehingga penulis dapat melaksanakan penyusunan Skripsi
4. Teman-teman seperjuanganku, Benny Gunarso, Sodang Cihur Martua Anak Ampun, Syauqi Samsuar, Yusuf Fridho Bantama, Rosana Lubis, Ade Tresyeya Wardhani, dan seluruh teman-teman di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area, semoga apa yang kita cita-citakan selama ini

terwujud dan semoga Allah SWT selalu memberikan yang terbaik untuk kita semua.

5. Teman terdekat Suarni tersayang dan Syuriani Ulfa, Spi yang selalu memberi dukungannya serta memotivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi
6. Serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Medan Area yang telah memberikan dukungan moril

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dalam penyajian maupun tata bahasa, untuk itu penulis memohon maaf dan menerima kritik maupun saran yang bersifat membangun, untuk kesempurnaan Skripsi ini. Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih



Medan Agustus 2017

Said Edi Yanto

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRACT	ii
RINGKASAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Hipotesis	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Klasifikasi Tanaman Kedelai	7
2.2. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai	7
2.3. Morfologi Tanaman Kedelai	10
2.4. Budidaya Tanaman Kedelai	14
2.5. Pupuk Organik Cair Urine Domba	15
2.6. Biochar Cangkang Biji Kemiri	17
BAB III. METODE PENELITIAN	22
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2. Bahan dan Alat	22
3.3. Metode Penelitian	22
3.3.1. Rancangan Penelitian	22
3.3.2. Metode Analisa	24
3.4. Pelaksanaan Penelitian	25
3.4.1. Persiapan Biochar Cangkang Biji Kemiri	25
3.4.2. Persiapan Pupuk Organik Cair Urine Domba	26
3.4.3. Pengolahan Lahan	27
3.4.4. Aplikasi Biochar Cangkang Biji Kemiri	27
3.4.5. Aplikasi Pupuk Organik Cair Urine Domba	27
3.4.6. Penanaman	28
3.4.7. Pemeliharaan	29
3.4.8. Pemanenan	29
3.5. Parameter Pengamatan	29
3.5.1. Tinggi Tanaman (cm)	29

3.5.2. Jumlah Daun (helai)	30
3.5.3. Diameter Batang (cm)	30
3.5.4. Bobot Biji per Sampel (g)	30
3.5.5. Bobot 100 Biji per Sampel (g)	30
3.5.6. Bobot Biji per Plot (g)	31
3.5.7. Bobot Produksi Biji per Hektar (ton)	31
3.5.8. Biomassa Tanaman Kedelai per Sampel (g)	32
BAB. IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Tinggi Tanaman (cm)	33
4.2. Jumlah Daun	35
4.3. Diameter Batang(cm)	39
4.4. Bobot Biji per Sampel (g))	44
4.5. Bobot 100 Biji per Sampel(g)	41
4.6. Bobot Biji Per Plot (g)	45
4.7. Bobot Produksi Biji per Hektar (ton)	47
4.8. Biomassa Tanaman per Sampel	49
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1. Kesimpulan	54
5.2.Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1	Rangkuman Sidik Ragam Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba	34
2	Rangkuman Hasil Uji Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba	35
3	Rangkuman Sidik Ragam Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair dari Urine Domba	37
4	Rangkuman Hasil Uji Rata-rata Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	38
5	Rangkuman Sidik Ragam Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair dari Urine Domba.....	40
6	Rangkuman Hasil Uji Rata-rata Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri.....	40
7	Rangkuman Hasil Uji Rata-rata Produksi Biji per Sampel (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	41
8	Rangkuman Hasil Uji Rata-rata Bobot 100 Biji per Sampel (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	42
9	Rangkuman Hasil Uji Rata-rata Produksi Biji per Plot (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	44
10	Rangkuman Hasil Uji Rata-rata Produksi Biji per Hektar (ton) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	47

11	Rangkuman Hasil Uji Rata-rata Biomassa Tanaman per Sampel (g) Pada Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	49
12	Rangkuman Hasil Uji Rata-rata Pertumbuhan Tanaman Kedelai Pada Umur 6 MST dan Produksi Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	51



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1	Denah Lokasi Penelitian.....	60
2	Deskripsi Varietas Kedelai Varietas Anjasmoro.....	61
3	Data Curah Hujan Kecamatan Percut Sei Tuan dari BMKG Sampali.....	62
4	Data Pengamatan Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 2 MST.....	63
5	Tabel Dwikasta Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 2 MST.....	63
6	Tabel Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 2 MST.....	64
7	Data Pengamatan Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 3 MST.....	64
8	Tabel Dwikasta Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 3 MST.....	65
9	Tabel Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 3 MST.....	65
10	Data Pengamatan Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 4 MST.....	66
11	Tabel Dwikasta Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 4 MST.....	66

12	Tabel Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 4 MST	67
13	Data Pengamatan Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 5 MST.....	67
14	Tabel Dwikasta Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 5 MST.....	68
15	Tabel Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 5 MST	68
16	Data Pengamatan Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 6 MST.....	69
17	Tabel Dwikasta Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 6 MST.....	69
18	Tabel Hasil Sidik Ragam Tinggi Tanaman (cm) Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 6 MST	70
19	Data Pengamatan Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 2 MST.....	70
20	Tabel Dwikasta Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 2 MST.....	71
21	Tabel Hasil Sidik Ragam Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 2 MST.....	71
22	Data Pengamatan Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 3 MST.....	72
23	Tabel Dwikasta Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 3 MST.....	72

24	Tabel Hasil Sidik Ragam Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 3 MST.....	73
25	Data Pengamatan Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 4 MST.....	73
26	Tabel Dwikasta Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 4 MST.....	74
27	Tabel Hasil Sidik Ragam Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 4 MST.....	74
28	Data Pengamatan Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 5 MST.....	75
29	Tabel Dwikasta Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 5 MST.....	75
30	Tabel Hasil Sidik Ragam Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 5 MST.....	76
31	Data Pengamatan Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 6 MST.....	76
32	Tabel Dwikasta Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 6 MST.....	77
33	Tabel Hasil Sidik Ragam Jumlah Daun (helai) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 6 MST.....	77
34	Data Pengamatan Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 2 MST.....	78

35	Tabel Dwikasta Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 2 MST.....	78
36	Tabel Hasil Sidik Ragam Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 2 MST.....	79
37	Data Pengamatan Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 3 MST.....	79
38	Tabel Dwikasta Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 3 MST.....	80
39	Tabel Hasil Sidik Ragam Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 3 MST.....	80
40	Data Pengamatan Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 4 MST.....	81
41	Tabel Dwikasta Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 4 MST.....	81
42	Tabel Hasil Sidik Ragam Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 4 MST.....	82
43	Data Pengamatan Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 5 MST.....	82
44	Tabel Dwikasta Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 5 MST.....	83
45	Tabel Hasil Sidik Ragam Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 5 MST.....	83
46	Data Pengamatan Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 6 MST.....	84

47	Tabel Dwikasta Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 6 MST.....	84
48	Tabel Hasil Sidik Ragam Diameter Batang (cm) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba Pada Umur 6 MST.....	85
49	Data Pengamatan Produksi Biji per Sampel (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	85
50	Tabel Dwikasta Produksi Biji per Sampel (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	86
51	Tabel Hasil Sidik Ragam Produksi Biji per Sampel (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	86
52	Data Pengamatan Produksi 100 Biji per Sampel (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	87
53	Tabel Dwikasta Produksi 100 Biji per Sampel (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	87
54	Tabel Hasil Sidik Ragam Produksi 100 Biji per Sampel (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	88
55	Data Pengamatan Produksi Biji per Plot (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	88
56	Tabel Dwikasta Produksi Biji per Plot (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	89
57	Tabel Hasil Sidik Ragam Produksi Biji per Plot (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	89

58	Data Pengamatan Produksi Biji per Hektar (ton) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba	90
59	Tabel Dwikasta Produksi Biji per Hektar (ton) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba	90
60	Tabel Hasil Sidik Ragam Produksi Biji per Hektar (ton) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	91
61	Data Pengamatan Biomassa per Sampel (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	91
62	Tabel Dwikasta Biomassa per Sampel (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba	92
63	Tabel Hasil Sidik Ragam Biomassa per Sampel (g) Tanaman Kedelai Akibat Pemberian Biochar Cangkang Biji Kemiri dan Pupuk Organik Cair Urine Domba	92
64	Lampiran 64 Proses Persiapan dan Pembuatan POC Urine Domba	93
65	Lampiran 65. Aktivasi Biochar Cangkang Biji Kemiri	93
66	Lampiran 66 Penanaman Bepih Kedelai di Lahan	93
67	Lampiran 67. Tanaman Kedelai 1 (MST) di Lahan Penelitian	94
68	Lampiran 68. Tanaman Kedelai 2 (MST) di Lahan Penelitian	94
69	Lampiran 69. Tanaman Kedelai 3 (MST) dan pengukuran tinggi tanaman kedelai	94
70	Lampiran 70. Tanaman Kedelai 4 (MST) di Lahan Penelitian	95
71	Lampiran 71. Tanaman Kedelai 5 (MST) di Lahan Penelitian	95
72	Lampiran 72. Tanaman Kedelai 6 (MST) di Lahan Penelitian	95
73	Lampiran 73. Aplikasi Pupuk Organik Cair Urine Domba.....	96

74	Lampiran 74. Aplikasi Penyemprotan Pupuk Organik Cair Urine Domba	96
75	Lampiran 75. Serangan Hama dan Penyakit busuk Akar	96
76	Lampiran 76. Supervisi Pembimbing I (satu)	97
77	Lampiran 76. Supervisi Pembimbing II (dua)	97
78	Lampiran 77. Tanaman Kedelai 8 (MST) di Lahan Penelitian	97
79	Lampiran 78. Tanaman Kedelai 10 (MST) di Lahan Penelitian	98
80	Lampiran 79. Pemanenan Tanaman Kedelai.....	98
81	Lampiran 80. Penimbangan Sampel Tanaman Kedelai	98
82	Lampiran 81. Penimbangan Bobot 100 Biji per Tanaman Sampel.....	99
83	Lampiran 82. Penimbangan Biji per Plot Kedelai.....	99
84	Lampiran 83. Biomassa Tanaman Kedelai per Sampel	99

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max L*) merupakan komoditas strategis Di Indonesia. Kedelai adalah salah satu tanaman pangan penting di Indonesia setelah beras dan jagung. Komoditas ini mendapatkan perhatian yang lebih dari pemerintah dalam kebijakan pangan nasional. Di Indonesia, kedelai umumnya dikonsumsi dalam bentuk panganan seperti: tahu, tempe, tauco, oncom, kecap, dan susu kedelai, serta berbagai bentuk makanan ringan. Sifat multiguna yang ada pada kedelai serta manfaat kedelai sebagai salah satu sumber protein apa lagi dengan harganya yang cukup murah membuat kedelai semakin diminati. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, permintaan kedelai didalam Negeri pun berpotensi untuk meningkat setiap tahunnya (Darmadjati dkk, 2005).

Konsumsi kedelai di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya yang tidak diiringi dengan peningkatan produksi kedelai. Menurut Badan Pusat Statistik (2015) produksi kedelai di Indonesia berdasarkan ARAM II 2015 sebesar 982.967 ton dengan luas lahan 624.848 ha dan rata-rata produksi petani adalah 15,73 ku/ha. Produksi kedelai tersebut meningkat dari tahun 2014 sebesar 953.956 ton dengan luas lahan 615.019 ha dan rata-rata produksi petani adalah 15,51 ku/ha. Tahun 2015 kebutuhan kedelai nasional sebesar 2,54 juta ton, sehingga untuk memenuhi kebutuhan kedelai pemerintah melakukan impor kedelai sebanyak 1,54 juta ton. Hal tersebut dilakukan pemerintah karena produksi kedelai yang masih rendah sehingga diperlukan berbagai usaha untuk dapat meningkatkan produksi kedelai Nasional.

Usaha peningkatan produksi dan kebutuhan kedelai di Indonesia telah dilakukan baik melalui intensifikasi dan ekstensifikasi. Namun sampai sekarang Indonesia masih tetap mengimpor kedelai. Hal ini membuktikan bahwa kebutuhan kedelai dalam negeri terus meningkat, sementara produktivitas masih sangat rendah yaitu antara (0,80-1,50 t/ha) (Darmadjati dkk, 2005). Hal ini disebabkan sebagian besar daratan Indonesia termasuk tanah masam. Tanah masam dikarakterkan Al, Fe dan Mn yang tinggi dimana za-zat ini bersifat toksis bagi tanaman. Pada tanah masam terjadi defisiensi hara yang dibutuhkan tanaman (N, P, Ca, Mg, Mo,). Kandungan hara tersebut jumlahnya semakin menurun seiring dengan menurunnya pH. Pada pH dibawah 5,5 kadar Mn dan Al meningkat dan dapat menjadai racun bagi tanaman (Sumarno, 1983)

Salah satu upaya untuk memperbaiki kondisi tanah dan ramah lingkungan serta meningkatkan kesuburan tanah yaitu dengan menggunakan pupuk organik. Menurut Murbandono (2000). Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan atau manusia, seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos baik yang bentuk padat maupun cair. Pupuk organik bersifat bulky (mengambil banyak tempat) dengan kandungan hara makro dan mikro sehingga perlu diberi dengan jumlah yang banyak. Manfaat utama pupuk organik adalah dapat memperbaiki kesuburan, fisik, kimia, dan biologis tanah. Bahan organik juga dapat meningkatkan porositas, aerase dan komposisi mikroorganisme tanah, membantu pertumbuhan akar tanaman, meningkatkan daya serap air yang lebih lama oleh tanah. Salah satu bahan organik yang dapat dijadikan sebagai pupuk organik yang memiliki kandungan makro dan mikro yaitu sisa-sisa kotoran hewan seperti urine domba, Menurut Aminudin (2002), limbah cair kotoran (urine)

adalah zat-zat yang diekskresikan melalui ginjal, zat-zat yang terdapat didalamnya adalah zat-zat makanan yang sudah dicerna, diserap dan bahkan sudah dimetabolisme dalam sel-sel tubuh, kemudian dikeluarkan melalui ginjal saluran urine. Tillman, dkk. (1984) menyatakan bahwa kandungan N didalam urine masih cukup tinggi, dimana N tersebut berasal dari degradasi protein pakan didalam rumen, didalam urine juga mengandung zat pengatur tumbuh yang disebut auxine yang berguna sebagai zat pengatur tumbuh dan pencegah hama/penyakit. Menurut Saleh (2004), kandungan unsur hara limbah cair kotoran (urine) domba lebih baik dibanding dengan kandungan unsur hara pada fesesnya (kotoran). Kandungan N, P dan K pada urine domba berturut turut sebesar 1.35%, 0.05% dan 2.10%, sedangkan unsur hara pada feses sebesar 0.75%, 0.50% dan 0.45%.

Selain pupuk organik cair dari urine domba yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas kedelai secara berkelanjutan, pengujian biochar cangkang kemiri juga merupakan salah satu bahan alamiah yang ramah lingkungan yang diduga dapat meningkatkan produktivitas kedelai dengan cara membenahi kesuburan tanah seperti sifat, kimia, dan biologis tanah. Menurut Kateran (1986). Berdasarkan pengelompokkannya kemiri termasuk dalam minyak lemak. Limbah yang dihasilkan dari proses pemecahan biji kemiri berupa tempurung kemiri selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Berat tempurung kemiri mencapai dua per tiga dari berat biji kemiri utuh dan yang sepertiganya adalah inti (karnel) dari buah kemiri. Limbah ini tentunya akan sangat berpotensi bagi masyarakat apabila dimanfaatkan menjadi produk yang mempunyai nilai jual, diantaranya adalah sebagai produk arang aktif.

Menurut Lius, (2012) Biochar adalah produk sampingan dari hasil pembakaran limbah pertanian dan perkebunan seperti potongan ranting pohon, tandan kelapa sawit, tongkol jagung, dan sisa dari hasil produk pertanian. Biochar dibuat dengan memaparkan biomassa menggunakan suhu tinggi tanpa adanya oksigen sehingga dapat dihasilkan gas sintetik dan bio-oil, serta arang hayati yang dikenal sebagai biochar. Biochar dapat menjadi bahan pembenah tanah karena kemampuannya untuk mempertahankan keberadaan unsur hara yang berguna bagi tanaman dan mampu mengurangi terjadinya aliran permukaan akibat air berlebih. Dua hal penting dalam pemanfaatan biochar sebagai bahan pembenah tanah adalah kecenderungannya untuk berikatan dengan unsur hara dan tingkat persistennya yang tinggi. Menurut Laird (2008), karbon yang berada dalam bentuk arang di dalam tanah memiliki waktu paruh sekitar 1000 tahun, dan sekitar 50% akan mulai terurai lebih dari 1000 tahun.

Berdasarkan uraian diatas penulis berminat melakukan sebuah penelitian yang berkaitan tentang pemanfaatan urine domba dan juga biochar cangkang kemiri. Dan penulis pun menetapkan sebuah judul penelitian yaitu Pengujian Pupuk Organik Cair Urine Domba Dengan Biochar Cangkang Biji Kemiri Pada Tanaman Kacang Kedelai.

1.2. Perumusan Masalah

Sampai saat ini para petani masih menggunakan pupuk sebagai salah satu cara dalam meningkatkan hasil produksi petani seperti tanaman kedelai. Pemanfaatan bahan organik masih sangat rendah digunakan oleh petani. Dalam pemanfaatan bahan organika urine domba sebenarnya dapat digunakan sebagai

pupuk cair organik karena memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro. Sejauh ini pemanfaatan urine domba kurang dimanfaatkan oleh petani, selain urine domba pemanfaatan cangkang biji kemiri juga masih sangat kurang, sementara limbah ini dapat dijadikan menjadi biochar atau arang aktif yang menjadi bahan pembenah tanah karena kemampuannya untuk mempertahankan keberadaan unsur hara yang berguna bagi tanaman.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil pemberian pupuk organik cair dari limbah cair domba (urine) domba yang dikombinasikan dengan biochar cangkang kemiri pada pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai

1.4. Hipotesis Penelitian

- a. Pemberian biochar cangkang biji kemiri nyata meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai
- b. Pemberian pupuk organik cair urine domba nyata meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai
- c. Pemberian biochar cangkang biji kemiri dan pemberian pupuk organik cair urine domba nyata meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai

1.5. Manfaat Penelitian

- a. Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertanian di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area
- b. Sebagai bahan informasi bagi petani dalam melakukan budidaya tanaman kedelai menggunakan pupuk organik cair urine domba dan biochar cangkang kemiri



I. TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Klasifikasi Tanaman Kedelai

Kedelai (*Glycine max.* L) merupakan tanaman semusim, berupa semak rendah, tumbuh tegak, berdaun lembut, dengan beragam morfologi. Tinggi tanaman berkisar 10-200 cm, dapat bercabang sedikit atau banyak tergantung kultivar dan lingkungan hidup. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya yaitu akar, daun, batang, bunga, polong dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal (Adisarwanto, 2005).

Kedelai merupakan bahan pangan yang sangat populer dikalangan masyarakat, hampir setiap hari banyak orang yang mengonsumsi makanan olahan dari kedelai misalnya: tempe, tauge atau kecambah, dan lain-lain. Kandungan protein yang tinggi pada kedelai dan juga kandungan gizi lainnya yang lengkap. Apabila ditinjau dari segi harga kedelai merupakan sumber protein yang termurah sehingga sebagian besar kebutuhan protein nabati dapat dipenuhi dari hasil olahan kedelai. Kedelai dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain untuk makanan manusia, makanan ternak, dan untuk bahan industri (Cahyadi, 2007).

1.2. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Untuk mencapai pertumbuhan tanaman yang optimal, tanaman kedelai memerlukan kondisi lingkungan tumbuh yang optimal pula. Tanaman kedelai sangat peka terhadap perubahan faktor lingkungan tumbuh, khususnya tanah dan iklim. Kebutuhan air sangat tergantung pada pola curah hujan yang turun selama

pertumbuhan, pengelolaan tanaman, serta umur varietas yang ditanam. Tanaman kedelai sebagian besar tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan subtropis. Sebagai barometer iklim yang cocok bagi kedelai adalah bila cocok bagi tanaman jagung. Bahkan daya tahan kedelai lebih baik dari pada jagung. Iklim kering lebih disukai tanaman kedelai dibandingkan iklim lembab. Tanaman kedelai dapat tumbuh baik di daerah yang memiliki curah hujan sekitar 100-400 mm/bulan. Sedangkan untuk mendapatkan hasil optimal, tanaman kedelai membutuhkan curah hujan antara 100-200 mm/bulan. Varietas kedelai berbiji kecil, sangat cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 0,5- 300 m dpl. Sedangkan varietasi kedelai berbiji besar cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 300-500 m dpl. Kedelai biasanya akan tumbuh baik pada ketinggian tidak lebih dari 500 m dpl. (BPP. Lisa)

1.2.1. Tanah

Kedelai umumnya dapat beradaptasi terhadap berbagai jenis tanah, dan menyukai tanah yang bertekstur ringan hingga sedang, dan berdrainase baik, akan tetapi peka terhadap salinitas. Menurut Andrianto dan Indarto, (2004) pH yang baik sebagai syarat tumbuh yaitu antara 5,8–7, namun pada tanah dengan pH 4,5 pun kedelai masih dapat tumbuh baik. Tanah yang cocok yaitu alluvial, regosol, grumosol, latosol dan andosol. Pada tanah podzolik merah kuning dan tanah yang mengandung banyak pasir kwarsa, pertumbuhan kedelai kurang baik, kecuali bila diberi tambahan pupuk organik atau kompos dalam jumlah yang cukup. Humus dan atau zat-zat makanan lainnya yang terdapat pada tanah di daerah dengan curah hujan tinggi, dapat mengakibatkan mudah mengalami penghanyutan atau

pun tercuci ke lapisan bawah sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Kartasapoetra, 1988)

1.2.2. Iklim

Kedelai adalah tanaman beriklim tropik tumbuh subur di daerah yang berhawa panas, apalagi ditempat yang terbuka tidak terlindung oleh tanaman lain . Pertumbuhan optimum tercapai pada suhu 20–25°C. Suhu 12–20°C adalah suhu yang sesuai bagi sebagian besar proses pertumbuhan tanaman, tetapi dapat menunda proses perkecambahan benih dan pemunculan kecambah, serta pembungaan dan pertumbuhan biji. Pada suhu yang lebih tinggi dari 30°C, fotorespirasi cenderung mengurangi hasil fotosintesis (Sugeng, 1983)

Air merupakan faktor yang penting bagi tanaman, karena berfungsi sebagai pelarut hara, berperan dalam translokasi hara dan fotosintesis. Pada periode kering tanaman sering mendapatkan cekaman kekeringan, karena kurang suplai air di daerah perakaran dan atau laju transpirasi melebihi laju absorpsi air oleh tanaman. Apabila cekaman kekeringan berkepanjangan maka tanaman akan mati. Cekaman kekeringan mempengaruhi pembukaan stomata, makin tinggi tegangan air akan mengurangi pembukaan stomata. Cekaman kekeringan yang terjadi pada saat pertumbuhan generatif, misalnya saat pengisian polong, akan menurunkan produksi. Kekeringan dapat juga menurunkan bobot biji, sebab bobot biji sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang diberikan dalam musim tanam. Balitbang Malang (1990) melaporkan bahwa pemberian air yang intensif akan berpengaruh terhadap hasil biji kedelai. Pemberian air setiap 10 hari selama musim tanam dapat meningkatkan hasil menjadi 2 ton/ha dibandingkan pemberian 3 kali selama musim tanam (1.71 ton/ha) dan tanpa irigasi teratur hanya 1.47

ton/ha (Agung dan Yogi, 2004). Menurut Andrianto dan Indarto, (2004) kedelai dapat tumbuh baik ditempat pada daerah berhawa panas, di tempat terbuka dengan curah hujan 100–400 mm³ per bulan. Oleh karena itu, kedelai kebanyakan ditanam di daerah yang terletak kurang dari 400 m diatas permukaan laut. Jadi tanaman kedelai akan tumbuh baik, jika ditanam di daerah beriklim kering .

Kedelai merupakan tanaman berhari pendek, yakni apa bila penyinaran terlalu lama melebihi 12 jam, tanaman tidak akan berbunga. Hampir semua varietas tanaman kedelai berbunga dari umur 30–60 hari . Volume air yang terlalu banyak tidak menguntungkan, karena akan mengakibatkan akar membusuk. Banyaknya curah hujan juga sangat mempengaruhi aktivitas bakteri tanah dalam menyediakan Nitrogen. Hasil observasi ini menunjukkan bahwa pengaruh curah hujan, temperatur dan kelembapan udara terhadap pertumbuhan tanaman kedelai disepanjang musim adalah sekitar 60–70 % (AAK, 1989).

1.3. Morfologi Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai umumnya tumbuh tegak, berbentuk semak, dan merupakan tanaman semusim. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya yaitu akar, batang, daun, bunga, polong, dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal.

1.3.1. Akar

Menurut Andrianto dan Indarto, (2004) Susunan akar kedelai pada umumnya sangat baik. Pertumbuhan akar tunggang lurus masuk ke dalam tanah dan mempunyai banyak akar cabang. Pada akar-akar cabang terdapat bintil-bintil akar berisi bakteri *Rhizobium jafonicum*, yang mempunyai kemampuan mengikat zat lemas bebas (N₂) dari udara yang kemudian dipergunakan untuk menyuburkan

tanah . Akar kedelai mulai muncul dari belahan kulit biji yang muncul disekitar mesofil. Calon akar tersebut kemudian tumbuh dengan cepat kedalam tanah, sedangkan kotiledon yang terdiri dari dua keping akan terangkat ke permukaan tanah akibat pertumbuhan yang cepat dari hipokotil. Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Selain itu kedelai juga seringkali membentuk akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Pada umumnya, akar adventif terjadi karena cekaman tertentu, misalnya kadar air tanah yang terlalu tinggi. Perkembangan akar kedelai sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia tanah, jenis tanah, cara pengolahan lahan, kecukupan unsur hara, serta ketersediaan air didalam tanah

Perkembangan akar kedelai sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia tanah, jenis tanah, cara pengolahan lahan, kecukupan unsur hara, serta ketersediaan air didalam tanah. Pertumbuhan akar tunggang dapat mencapai panjang sekitar 2 m atau lebih pada kondisi yang optimal, namun demikian, umumnya akar tunggang hanya tumbuh pada kedalaman lapisan tanah olah yang tidak terlalu dalam, sekitar 30-50 cm. Sementara akar serabut dapat tumbuh pada kedalaman tanah sekitar 20-30 cm. Akar serabut ini mula-mula tumbuh didekat ujung akar tunggang, sekitar 3-4 hari setelah berkecambah dan akan semakin bertambah banyak dengan pembentukan akar-akar muda yang lain (Fachruddin, 2000).

1.3.2. Batang dan Cabang

Batang tanaman kedelai berasal dari poros janin sedangkan bagian atas poros berakhir dengan epikotil yang amat pendek dan hypokotil merupakan

bagian batang kecambah. Bagian batang kecambah di bagian atas kotyledon adalah epicotyl. Titik tumbuh epikotyl akan membentuk daun dan kuncup ketiak. Batang dapat membentuk 3–6 cabang, berbentuk semak dengan tinggi 30-100 cm. Pertumbuhan batang dibedakan atas tipe determinate dan indeterminate. Jumlah buku pada batang akan bertambah sesuai penambahan umur tanaman, tetapi pada kondisi normal jumlah buku berkisar antara 15-20 buku dengan jarak antar buku berkisar antara 2-9 cm. Pada umumnya cabang pada tanaman kedelai antara 1-5 cabang (Lamina, 1989).

1.3.3. Daun

Daun kedelai merupakan daun majemuk yang terdiri dari tiga helai anak daun dan umumnya berwarna hijau muda atau hijau kekuning-kuningan. Bentuk daun ada yang oval, juga ada yang segitiga. Warna dan bentuk daun kedelai ini tergantung pada varietasnya umumnya, bentuk daun kedelai ada dua, yaitu bulat (oval) dan lancip (lanceolate). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Bentuk daun diperkirakan mempunyai korelasi yang sangat erat dengan potensi produksi biji. Umumnya, daerah yang mempunyai tingkat kesuburan tanah tinggi sangat cocok untuk varietas kedelai yang mempunyai bentuk daun lebar. Daun mempunyai stomata, mempunyai bulu dengan warna cerah dan jumlahnya bervariasi. Panjang bulu bisa mencapai 1 mm dan lebar 0,0025 mm. Kepadatan bulu bervariasi, tergantung varietas, tetapi biasanya antara 3-20 buah/mm². (AAK, 1989)

1.3.4. Bunga

Bunga kedelai disebut bunga kupu-kupu dan merupakan bunga sempurna yaitu bunga mempunyai alat jantan dan betina. Penyerbukan terjadi saat mahkota

bunga masih tertutup sehingga kemungkinan terjadinya perkawinan silang akan kecil. Bunga kedelai memiliki 5 helai daun mahkota, 1 helai bendera, 2 helai sayap, dan 2 helai tunas. Benang sarinya ada 10 buah, 9 buah diantaranya bersatu pada bagian pangkal membentuk seludang yang mengelilingi putik. Benang sari kesepuluh terpisah pada bagian pangkalnya, seolah-olah penutup seludang. Bunga tumbuh diketiak daun membentuk rangkaian bunga terdiri atas 3 sampai 15 buah bunga pada tiap tangkainya (Fachruddin, 2000)

1.3.5. Buah

Buah kedelai disebut buah polong seperti buah kacang-kacangan lainnya. Setelah tua polong ada yang berwarna cokelat, cokelat tua, cokelat muda, kuning jerami, cokelat kekuning-kuningan, cokelat keputih-putihan, dan putih kehitam-hitaman. Jumlah biji setiap polong antara 1-5 buah. Permukaan ada yang berbulu rapat, ada yang berbulu agak jarang. Setelah polong masak, sifatnya ada yang mudah pecah, ada yang tidak mudah pecah, tergantung varietasnya (Fachruddin, 2000)

1.3.6. Biji

Biji kedelai berkeping dua yang terbungkus oleh kulit biji. Biji kedelai memiliki bentuk, ukuran, dan warna yang beragam, tergantung pada varietasnya. Bentuknya ada yang bulat lonjong, bulat, dan bulat agak pipih. Warnanya ada yang putih, krem, kuning, hijau, cokelat, hitam, dan sebagainya. Warna-warna tersebut adalah warna dari kulit bijinya. Ukuran biji ada yang berukuran kecil, sedang, dan besar. Biji kedelai memiliki kandungan gizi yang tinggi yaitu 35 g protein, 53 g karbohidrat, 18 g lemak dan 8 g air dalam 100 g bahan makanan,

bahkan untuk varietas unggul tertentu kandungan protein bisa mencapai 40-43 g (Suprpto, 2004).

1.4. Budidaya Tanaman Kedelai

Menurut Balai Pelatihan pertanian (BPP) Budidaya Tanaman Kedelai oleh Lisa Marianah. Budidaya tanaman kedelai dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut

1.4.1. Penyiapan Benih

Untuk mendapatkan hasil panen yang baik, maka benih yang digunakan harus yang berkualitas baik, artinya benih mempunyai daya tumbuh yang besardan seragam, tidak tercemar dengan varietas-varietas lainnya, bersih dari kotoran, dan tidak terinfeksi dengan hama penyakit. Benih yang ditanam juga harus merupakan varietas unggul yang berproduksi tinggi, berumur genjah/pendek dan tahan terhadap serangan hama penyakit. Beberapa varietas unggul kedelai adalah: Ainggit (137), Clark 63, Davros, Economic Garden, Galunggung, Guntur, Lakon, Limpo Batang, Merbabu, No.27, No.29, No.452, Orba, Peter, Raung, Rinjani, Shakti, Taichung, Tambora, Tidar, TK 5, Wilis, Anjasmoro. Dan jenis benih yang akan digunakan adalah benih unggul Anjasmoro (Mariana, L. BPP.)

1.4.2. Penanaman

Cara tanam yang terbaik untuk memperoleh produktivitas tinggi yaitu dengan membuat lubang tanam memakai tugal dengan kedalaman antara 1,5-2 cm. Setiap lubang tanam diisi sebanyak 2-3 biji dan diupayakan 2 biji yang bisa tumbuh. Kebutuhan benih yang optimal dengan daya tumbuh lebih dari 90% yaitu

50 – 60 kg/ha. Penanaman ini dilakukan dengan jarak tanam 30 cm x 20 x 25 cm.. Populasi tanaman yang optimal berkisar 400.000 – 500.000 tanaman per hektar.

1.5. Pupuk Organik Cair Urine Domba

Pupuk Cair Organik merupakan zat penyubur tanaman yang berasal dari bahan-bahan organik dan berwujud cair. Bahan baku pupuk cair yang sangat bagus yaitu bahan organik basah atau bahan organik yang mempunyai kandungan air tinggi seperti sisa buah-buahan dan sisa sayuran (wortel, labu, sawi, selada, kulit jeruk, pisang, durian, kol). Semakin besar kandungan selulosa maka proses penguraian oleh bakteri akan semakin lama. (Gundoyo, 2010).

Urine merupakan salah satu limbah cair yang dapat ditemukan di tempat pemeliharaan hewan. Urine dibentuk di daerah ginjal setelah dieliminasi dari tubuh melalui saluran kencing (urinary) dan berasal dari metabolisme nitrogen dalam tubuh (urea, asam urat, dan keratin) serta 90 % urine terdiri dari air. Urine yang dihasilkan ternak dipengaruhi oleh makanan, aktivitas ternak, suhu eksternal, konsumsi air, musim dan lain sebagainya. Banyaknya feces dan urine yang dihasilkan adalah sebesar 10% dari berat ternak, sedangkan rasio feces dan urine yang dihasilkan ternak adalah babi 1,2 : 1 (55% feces, 45% urine), sapi potong 2,4 : 1 (71% feces, 29% urine), domba 1:1 (50% feces, 50 % urine), dan sapi perah 2,2 : 1 (69% feces, 31% urine) (Taiganes 1978 dalam Strauch 1982). Jumlah kandungan urine yang dihasilkan tiap ternak berbeda-beda

Balai Penelitian melaporkan. Hasil analisis laboratorium terhadap bahan kering dan kandungan nitrogen feces kambing domba dari pengamatan pencernaan

beberapa bahan pakan yang pernah dilakukan menunjukkan bahwa feses kambing-domba mengandung bahan kering dan nitrogen berturut-turut sebesar 40-50% dan 1,2-2,1 % (unpublished data) . Variasi konsentrasi kandungan bahan kering dan nitrogen tersebut sangat bergantung pada bahan penyusun ransum, tingkat kelarutan nitrogen pakan, nilai biologis ransum, kemampuan individu ternak untuk dapat mencerna ransum dan lain sebagainya . Produksi urine domba dari beberapa pengamatan pencernaan bahan pakan memberikan kisaran antara 600 sampai 2500 ml/hari dengan kandungan nitrogen yang bervariasi (0,51-0,71)% . Variasi kandungan nitrogen urine tersebut bergantung pada pakan yang dikonsumsi, tingkat kelarutan protein kasar pakan, kemampuan ternak untuk memanfaatkan nitrogen asal pakan dan lain sebagainya . Dengan perkataan lain apabila kotoran domba yang umumnya tersusun dari feses, urine dan sisa pakan diperhitungkan sebagai komponen yang berpotensi sebagai pupuk organik, maka kandungan nitrogen kotoran tersebut menjadi lebih tinggi dari pada yang hanya berasal dari feses (kotoran) .

Menurut Saleh (2004), kandungan unsur hara urine domba lebih baik dibanding dengan kandungan unsur hara pada fecesnya. Kandungan N, P dan K pada urin domba berturut turut sebesar 1.35%, 0.05% dan 2.10%, sedangkan unsur hara pada feces sebesar 0.75%, 0.50% dan 0.45%. Apabila dibandingkan dengan urine ternak lainnya, seperti urin sapi, urin domba menunjukkan kualitas yang lebih baik, dimana kandungan N, P dan K didalam urin sapi lebih rendah dibanding urin domba, yaitu berturut turut sebesar 1.0%, 0.5% dan 0.5%. Penggunaan urine domba sebagai sumber pupuk organik secara langsung sebenarnya sudah cukup baik, tetapi untuk memberikan efek yang lebih baik,

sebaiknya urine domba diproses terlebih dahulu, yaitu mefermentasikan urine domba dengan berbagai bahan lain yang dapat berfungsi sebagai penambah unsur hara tertentu atau yang mempunyai efek sebagai pestisida (Martalinda, 2003)



Zat Hara Pada beberapa Kotoran Ternak Padat dan Cair

Ternak dan Jenis Kotoran		N (%)	P (%)	K (%)	Air (%)
Sapi	Padat	0,55	0,30	0,40	75
	Cair	1,40	0,03	1,60	90
Kerbau	Padat	0,60	0,30	0,34	85
	Cair	1,00	0,15	1,50	92
Kuda	Padat	0,40	0,20	0,10	85
	Cair	1,00	0,50	1,50	92
Kambing	Padat	0,60	0,30	0,17	60
	Cair	1,50	0,13	1,80	85
Domba	Padat	0,75	0,50	0,45	60
	Cair	1,35	0,05	2,10	8

1.6. Biochar Kemiri

Biochar adalah Arang aktif suatu karbon yang mampu mengadsorpsi anion, kation, dan molekul dalam bentuk senyawa organik dan anorganik, baik berupa larutan maupun dalam bentuk gas (Pari, 1996). Menurut Sartamtomo *et al.* (1997) arang aktif merupakan suatu bahan yang berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri atas atom karbon bebas dan mempunyai permukaan dalam (*internalsurface*) sehingga mempunyai kemampuan daya serap (*adsorption*) yang baik. Arang aktif tergolong bahan yang mempunyai pori-pori terbuka, dan luas permukaannya besar. Arang aktif mengandung kadar karbon dan keaktifan yang bervariasi, tergantung pada suhu dan lamanya waktu aktivasi yang diberikan pada bahan baku arang. Arang aktif dapat dibedakan dari arang berdasarkan sifat pada

permukaannya. Permukaan pada arang masih ditutupi oleh deposit hidrokarbon yang menghambat keaktifannya, sedangkan pada arang aktif permukaannya relatif telah bebas dari deposit dan mampu mengadsorpsi karena permukaannya luas dan pori-porinya telah terbuka (Gomez-Serrano *et al.* 2003).

Proses pengaktifan arang menjadi arang aktif dapat dilakukan dengan beberapa cara, dimana pada prinsipnya adalah untuk menghilangkan atau mengeluarkan kotoran-kotoran yang terdapat pada permukaan arang. Aktifasi arang umumnya dilakukan dengan mengalirkan uap/gas seperti uap air, gas nitrogen, gas CO₂. Sebelum diaktifasi, dapat dilakukan perendaman terhadap arang menggunakan H₃PO₄, NH₄HCO₃, KOH, NaOH yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas arang aktif yang dihasilkan (Pari, 1996) . Menurut Hendra, (2006). Perendaman menggunakan larutan H₃PO₄ teknis dengan konsentrasi rendah dapat meningkatkan daya serap terhadap yodium. Meningkatnya daya serap arang aktif terhadap yodium ini menunjukkan bahwa proses oksidasi dan reduksi antara senyawa hidro-karbon dengan asam fosfat melalui efek interkalasi yaitu terserapnya anion dari asam fosfat diantara pelat-pelat heksagonal dalam struktur karbon sehingga menyebabkan terdorongnya residu-residu hidrokarbon yang berada diantara pelat-pelat heksagonal dari kristalit yang dengan sendirinya akan meningkatkan pembentukan permukaan pori arang aktif.

Hasil Penelitian Hutapea dkk (2015) Penentuan penyerapan yodium aktif arang/biochar bertujuan untuk mengetahui kemampuan biochar untuk menyerap residu. Jumlah biochar untuk penyerapan yodium merupakan indikasi besarnya pori-pori diameter biochar yang dapat ditembus oleh molekul yang ukurannya tidak lebih besar dari 10 Angstrom dan jumlah struktur mikro yang

terbentuk. Penyerapan yodium dari beberapa sampel tidak diperbolehkan untuk standar SNI diaktifkan serbuk arang dimana juga memiliki sejumlah yodium minimal 750 mg/g. Penyerapan arang aktif yodium berkisar dari 483,95 mg / g- 875,97 mg/g. Arang aktif nilai penyerapan yodium terendah diperoleh dari sampel diperlakukan dengan HCl 0% dan suhu aktivasi 700 ° C, sedangkan nilai tertinggi diperoleh dari sampel diperlakukan dengan HCl 15% dan suhu aktivasi 800 °C. Solusi aktivasi di HCl dan suhu aktivasi yang parameter penting yang mempengaruhi karbon aktif diproduksi. Kondisi terbaik berada di 15% HCl aktivasi solusi dan 800 ° C suhu aktivasi. ini memberi jumlah yodium tertinggi 875,97 mg g-1. Meningkatnya suhu dan konsentrasi HCl meningkat yodium Jumlah yang kemudian meningkatkan kapasitas adsorpsi dari karbon aktif. Bila suhu melebihi 800 ° C, partikel yang terbakar sepenuhnya. Hal ini menunjukkan bahwa cangkang kendaga biji karet dan epicarp memiliki poten simenjadi prekursor menjanjikan untuk produksi karbon aktif.

Besarnya daya serap arang aktif terhadap yodium menggambarkan semakin banyaknya struktur mikropori yang terbentuk dan memberikan gambaran terhadap besarnya diameter pori yang dapat dimasuki oleh molekul yang ukurannya tidak lebih besar dari 10 Angstrom (Smisek dkk, 1970). Arang tempurung kemiri yang direndam dengan asam fosfat yang kemudian di panaskan dengan waktu aktivasi uap air selama 90 menit, arang aktif yang dihasilkan sebagian besar telah memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu di atas 750 mg/g. Besarnya daya serap arang aktif tempurung kemiri terhadap yodium, relatif sama dengan arang aktif tempurung kelapa yang berkisar antara 733,1-881,80 mg/g (Sudrajat, dkk. 1994.).

Menurut Novak *et al* 2010, biochar selain retensi air tinggi, mengandung unsur hara N, P, K, yang dapat diserap oleh tanaman . Kehilangan hara tersedia paling tinggi di tanah adalah terlindi bersama air keluar lingkungan perakaran tanaman. Kandungan hara tersedia di batasi oleh jumlah air sangat rendah atau sangat tinggi. Banyak cara untuk mengurangi jumlah hara yang ikut hilang saat terlindi air. Dengan penggunaan bahan amelioran biochar limbah cangkang kemiri, karena bahan ini dapat memperbaiki sifat kimia, fisika, biologi tanah dan mengandung gugus fungsional kompleks, afinitas yang tinggi, dan amorf serta tahan lama di dalam tanah (Amonette and Joseph *et al.*, 2009). Biochar yang telah digunakan sebagai amelioran dewasa ini diantaranya dari cangkang biji kemiri (Masuli, 2010).

Aplikasi arang aktif tempurung kemiri pada tanaman sangat penting dilakukan untuk mendapatkan bukti secara nyata akan fungsi atau manfaat produk tersebut. Penelitian aplikasi arang aktif sebagai komponen media tumbuh tanaman merupakan salah satu upaya diversifikasi pemanfaatan arang aktif tempurung kemiri. Disamping itu, juga untuk mendapatkan informasi tentang tingkat pertumbuhan dan biomassa tanaman yang ditumbuhkan pada media yang diberi arang aktif. Manfaat penambahan arang aktif ke dalam tanah antara lain dapat meningkatkan total organik karbon dan mengurangi biomassa mikrobia, respirasi, dan agregasi serta pengaruh pembekuan cahaya pada tanah, karena arang aktif dapat menyerap dan menyimpan panas (Weil *etal.* 2003). Keuntungan pemberian arang pada tanah, antara lain memperbaiki sirkulasi air dan udara di dalam tanah, sehingga dapat merangsang pertumbuhan akar dan memberikan habitat untuk pertumbuhan semai tanaman (Gusmailina *et al.* 2002).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Suryani (2013), menunjukkan bahwa biochar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman caisim. Pemberian biochar pada media tanam Ultisol mempengaruhi bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman, serta serapan K, nilai K-dd dan pH pada takaran pemberian biochar 15%-20%. Aplikasi arang aktif tempurung kemiri pada tanaman sangat penting dilakukan untuk mendapatkan bukti secara nyata akan fungsi atau manfaat produk tersebut. Penelitian aplikasi arang aktif sebagai komponen media tumbuh tanaman merupakan salah satu upaya diversifikasi pemanfaatan arang aktif tempurung kemiri. Disamping itu juga untuk mendapatkan informasi tentang tingkat pertumbuhan dan biomassa tanaman yang ditumbuhkan pada media yang diberi arang aktif. Manfaat penambahan arang aktif ke dalam tanah antara lain dapat meningkatkan total organik karbon dan mengurangi biomassa mikrobia, respirasi, dan agregasi serta pengaruh pembekuan cahaya pada tanah, karena arang aktif dapat menyerap dan menyimpan panas (Weil *etal.* 2003).

I. METODE PENELITIAN

1.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Lahan Growth Center Kopertis Wilayah 1 Sumut-Aceh yang berada di Jalan Pratum No.1 Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang dengan Ketinggian Tempat 13 meter dari permukaan laut dpl. Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan bulan Juni 2017.

1.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kacang kedelai varietas anjasmoro, biochar cangkang biji kemiri, urine domba, empon-empon (kunyit, kencur, jahe, temulawak), EM-4 aquades dan gula aren.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tong pengaduk, belender, pisau, pengaduk, tabung pirolisis yang dimodifikasi (tempat pembuatan biochar) cangkul, babat, garu, meteran, gembor, gelas ukur, timbangan, dan alat tulis.

1.3. Metode Penelitian

1.3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan yaitu:

1. Biochar cangkang biji kemiri yang terdiri dari 4 taraf Perlakuan yaitu:

B0 = Kontrol Positif (Tanpa Biochar)

B1 = Kontrol Negatif (pupuk NPK dengan dosis standart yakni 300 kg/Ha)

B2 = Biochar 5 ton/ha ($0,5 \text{ kg/m}^2$)

B3 = Biochar 10 ton/ha (1 kg/m^2)

2. Pupuk Organik Cair Urine Domba yang terdiri dari 4 Taraf Perlakuan yaitu:

U0 = Tanpa Pupuk Organik Cair Urine Domba (0 %)

U1 = Pupuk Organik Cair Urine Domba 0,75 % (7,5 ml/l)

U2 = Pupuk Organik Cair Urine Domba 1,5 % (15 ml /l)

U3 = Pupuk Organik Cair Urine Domba 2,25 % (22,5 ml /l)

Dengan demikian diperoleh jumlah kombinasi perlakuan sebanyak $4 \times 4 =$

16 kombinasi perlakuan, yaitu:

B0U0 B1U0 B2U0 B3U0

B0U1 B1U1 B2U1 B3U1

B0U2 B1U2 B2U2 B3U2

B0U3 B1U3 B2U3 B3U3

Berdasarkan kombinasi perlakuan yang didapat yaitu 16 kombinasi perlakuan, maka ulangan yang digunakan dalam penelitian ini menurut perhitungan ulangan minimum pada Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial sebagai berikut:

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$(16 - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$15(r - 1) \geq 15$$

$$15r \geq 15 + 15$$

$$15r \geq 30$$

$$r \geq 30/15$$

$$r \geq 2$$

$$r = 2 \text{ ulangan}$$

Keterangan:

Jumlah ulangan	= 2 ulangan
Jumlah plot penelitian	= 32 plot
Ukuran plot penelitian	= 100 cm x 100 cm
Jarak tanam kedelai	= 25 cm x 25 cm
Jumlah tanaman per plot	= 16 tanaman
Jumlah tanaman sampel per plot	= 4 tanaman
Jumlah tanaman keseluruhan	= 512 tanaman
Jumlah tanaman sampel keseluruhan	= 128 tanaman
Jarak antar plot	= 50 cm
Jarak antar ulangan	= 100 cm

1.3.2. Metode Analisa

Setelah data hasil penelitian diperoleh maka akan dilakukan analisis data dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk}	= Hasil pengamatan pada ulangan ke- i yang mendapat perlakuan biochar cangkang biji kemiri pada taraf ke- j dan pupuk organik cair urine domba taraf ke- k
μ	= Pengaruh nilai tengah tengah (rata-rata ulangan)
τ_i	= Pengaruh ulangan ke- i

- α_j = Pengaruh biochar cangkang biji kemiri taraf ke- j
- β_k = Pengaruh urine domba taraf ke- k
- $(\alpha\beta)_{jk}$ = Pengaruh interaksi biochar cangkang biji kemiri pada taraf ke- j dan pupuk organik cair domba pada taraf ke- k
- ϵ_{ijk} = Pengaruh sisa dari ulangan ke- i yang mendapat biochar cangkang biji kemiri taraf ke- j dan pupuk organik cair domba pada taraf ke- k

Apabila hasil perlakuan pada penelitian ini berpengaruh nyata, maka akan dilakukan pengujian lebih lanjut dengan Uji Jarak Duncan (Montgomery,2009).

1.4. Pelaksanaan Penelitian

1.4.1. Persiapan Biochar Cangkang Biji Kemiri

- Melakukan pengumpulan cangkang biji kemiri sebanyak 150 kg yang di dapat dari daerah Simalingkar. Kemudian melakukan pembuatan biochar dengan cara membakar cangkang biji kemiri di dalam tabung pirolisis yang dimodifikasi selama 3 jam.
- Selanjutnya di lakukan penyortiran (memilih) cangkang yang sudah menjadi arang seutuhnya, bila terdapat cangkang biji kemiri yang belum menjadi arang, kembali dilakukan proses pengarangan.
- Cangkang biji kemiri yang sudah menjadi arang dilakukan aktifasi dengan cara membuat larutan HCL teknis 33% menjadi 10%, kemudian dilakukan perendaman selama 24 jam lalu di tiriskan dan dimasukkan kedalam oven dengan suhu 150°C selama 2 jam.
- Arang cangkang biji kemiri yang sudah diaktivasi digiling dan di lakukan pengayakan hingga lolos dengan ukuran 20 mesh. Setelah

biochar cangkang biji kemiri selesai dibuat selanjutnya dilakukan analisis kandungannya di laboratorium. Pembuatan biochar cangkang biji kemiri ini mengacu kepada penelitian Hutapea *dkk*, (2015).

1.4.2. Persiapan Pupuk Organik Cair Urine Domba

Bahan yang digunakan untuk pembuatan pupuk Pupuk Organik Cair Urine Domba dikumpulkan dengan cara menampung urine. Cara penampungan urine domba tersebut yaitu pada bagian bawah kandang domba telah dibentuk suatu wadah penampungan urine domba yaitu dengan membuat lantai yang telah di cor berbentuk miring dan juga dibentuk juga saluran pipa, tujuannya agar urine domba tersebut mengalir di suatu tempat yang sudah di sediakan. Terkhusus urine domba yang digunakan dalam penelitian murni urine domba tanpa ada campuran kotoran mau pun air minum domba tersebut, karena diwaktu pengambilan urine dilakukan penampungan langsung di saluran pipa urine yang telah di sediakan sehingga tidak tercampur dengan urine yang sudah lama, dan proses penampungan pun cukup cepat di karenakan jumlah domba yang cukup banyak. Bahan urine ini diambil dari Dusun XX Pasar 7 B. Cina Di Kecamatan Hamparan Perak Kabupaten Deli Serdang. Kebutuhan bahan dan alat yang digunakan adalah urine domba yaitu 20 liter, bakteri decomposer EM-4 250 ml, empon – empon (kunyit, jahe, temulawak dan kencur) masing-masing 500 gram 2 liter air aqudes dan Gula aren 1 kg . dan Alat yang di gunakan tong penampung belender, pisau, pengaduk, gelas ukur, dan timbangan.

Peroses pembuatan pupuk organik cair urine domba dilakukan dengan cara, empon-empon (jahe, temulawak, kunyit, dan kencur) dipotong mengunkana pisau setelah itu dibelnder agar halus supaya cepat terdecomposer, setelah itu

masukan empon-empon tersebut kedalam tong yang terbuat dari plastik, begitu juga dengan urine domba, molase dan bakteri decomposer EM-4, aduk sampai rata setelah itu ditutup dengan rapat setelah itu akan dilakukan pengadukan 3 hari dalam sekali selama 21 hari proses ini dapat di lihat di lampiran 64 .

1.4.3. Pengolahan Lahan

Pengolahan lahan tempat penelitian yang telah dilakukan dengan cara dengan membersihkan gulma di lahan penelitian lalu melakukan pengukuran area penelitian sesuai dengan denah dibuat, kemudian membentuk bedengan dengan ukuran 1 m x 1 m, tinggi bedengan 25 cm dengan jarak antar plot 50 cm dan jarak antar ulangan 100 cm

1.4.4. Aplikasi Perlakuan Biochar Cangkang Biji Kemiri

Biochar diaplikasikan sesuai dengan dosis perlakuan yang sudah ditentukan dan pemberian biochar dilakukan pada saat penanaman benih kedelai. Pemberian biochar dilakukan dengan membagi dosis setiap plot perlakuan yang sudah ditentukan kemudian membentuk lubang dipinggir titik dengan jarak 5 cm dengan bentuk melingkar kemudian biochar cangkang kemiri ditaburkan ke lubang yang telah dibuat

1.4.5. Aplikasi Perlakuan Pupuk Organik Cair Domba Urine

Pengaplikasian Pupuk Organik Cair Urine Domba dilakukan pada umur 2 minggu setelah tanam (2 MST) sampai 10 minggu setelah tanam. Pemupukan pupuk organik cair urine domba dilakukan dengan interval pemupukan 1 minggu sekali. Pemupukan dilakukan dengan menggunakan alat semprot. Cara pemupukan dilakukan dengan melarutkan konsentrasi yang ditetapkan

selanjutnya disemprot ke bagian daun tiap keseluruhan tanaman sampai basah, pengaplikasian ini dapat dilihat di lampiran 73 sampai lampiran 74.

1.4.6. Penanaman

Penanaman benih kedelai dilakukan dengan mengisi lubang tanam dengan benih kedelai sebanyak 2 benih/lubang tanam, hal ini dilakukan untuk meminimalisir benih yang tidak tumbuh. Penanaman ini dilakukan dengan jarak tanam 25cm x 25 cm penanaman ini dapat dilihat di lampiran 66

1.4.7. Pemeliharaan

1. Penyiraman

Penyiraman dilakukan dengan menggunakan gembordan air sumur. Penyiraman dilakukan setiap hari sebanyak 2 kali sehari, penyiraman dilakukan pada pagi hari jam 07.00 s/d 10.00 WIB dan sore hari jam 16.00 s/d 18.00 WIB, ketika hujan turun hujan maka penyiraman pada tanaman tidak dilakukan.

2. Penyulaman

Penyulaman ada dilakukan ketika tanaman kedelai mati umur 1 MST, kemudian bagian yang mati langsung digantikan dengan tanaman baru dengan umur tanaman kedelai yang sama yaitu 1 MST selanjutnya dilakukan perawatan.

3. Penyiangan Gulma

Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh di bedengan dan sekitarnya, hal ini dilakukan untuk mengurangi terjadinya persaingan dalam mengambil unsur hara didalam tanah. Setelah penyiangan dilakukan, selanjutnya melakukan pembumbunan. Pembumbunan dilakukan untuk memperkokoh berdirinya tanaman

4. Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan cara pemberian pestisida nabati dari ekstrak kulit buah jengkol, dengan konsentrasi 1.5 % (15/L air) dan interval waktu penyemprotan 1 minggu sekali

Cara pembuatan pestisida nabati yaitu siapkan alat dan bahan yang akan digunakan seperti tong pengaduk, pisau, belender, timbangan, gelas ukur, kulit buah jengkol, dan air. Cara pembuatannya yaitu kulit buah jengkol dipotong-potong kemudian dibelender agar lebih halus, masukan dalam tong pengaduk kemudian diaduk sampai merata selanjutnya ditutup rapat dan diendapkan sampai 15 hari. Kebutuhan kulit buah jengkol yang digunakan adalah 10 kg dan air 10 liter.

1.4.8. Pemanenan

Panen kedelai dilakukan setelah sebagian besar daun sudah menguning, dan setelah tanaman berumur 100 HST. Pemanenan tanaman kedelai dilakukan dengan menyiram plot tanaman kemudian mencabut keseluruhan tanaman kedelai. Pemanenan hasil kedelai dilakukan pada saat tidak hujan dan hal ini dapat dilihat di lampiran 79

1.5. Parameter Pengamatan

1.5.1. Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman kedelai diukur dimulai setelah tanaman berumur 2 MST. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi dengan menggunakan patok standart. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan interval 1 minggu sekali sampai tanaman kedelai berbunga pelaksanaan ini dapat dilihat di lampiran 69 .

1.5.2. Jumlah Daun (helai)

Pengukuran jumlah daun yang telah dilakukan dengan cara menghitung jumlah daun dari setiap tanaman sampel, daun kedelai terdiri dari 3 helai anak daun, dan pengamatan ini dilakukan saat tanaman berumur 2 MST, Menggunakan Alat Tulis dan menghitung langsung dan mencatatnya

1.5.3. Diameter Batang (cm)

Pengukuran diameter batang yang dilakukan dengan cara mengukur pada pangkal batang bawah tanaman kedelai tepatnya 1 cm diatas permukaan tanah. Pengukuran diameter batang dilakukan pada saat tanaman berumur 2 MST, dan pengukuran diameter batang menggunakan alat jangka sorong. Pengamatan diameter batang dilakukan dengan interval 1 minggu sekali sampai tanaman kedelai berbunga.

1.5.4. Bobot Biji Per Sampel (g)

Bobot kering produksi biji per sampel dilakukan pada saat biji kedelai telah terpisah dari polong dan telah mengalami proses pengeringan yang dilakukan penjemuran selama 2 x 8 jam dan dimulai dari jam 09.00 s/d 17.00 WIB). Biji kedelai yang telah dilakukan proses pengeringan kemudian dilakukan penimbangan bobot biji kering produksi per sampel dengan menggunakan timbangan analitik pelaksanaan ini dapat dilihat di lampiran 80.

1.5.5. Bobot 100 Biji per Sampel (g)

Pengamatan bobot 100 biji per sampel dilakukan dengan cara menghitung jumlah keseluruhan biji per sampel kemudian diklasifikasikan menjadi tiga bagian jenis biji dari jumlah biji persampel, ke tiga bagian tersebut yaitu jenis biji besar, jenis biji sedang dan jenis biji kecil. Dari ke tiga jenis biji tersebut akan di tentukan

jumlah persennya dari jumlah biji keseluruhan per sampel setelah itu setiap jenis biji akan diambil perwakilan berdasarkan jumlah persen dari setiap jenis biji untuk dilakukan penimbangan bobot 100 biji persampel. Rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah persen tiap jenis yang diklasifikasikan yaitu.

$$\frac{\text{Jumlah jenis biji}}{\text{Jumlah biji persampel}} \times 100\% = \text{Hasil \%}$$

Untuk menentukan jumlah biji yang akan diambil dari setiap jenis biji yang telah diklasifikasikan yaitu dengan menggunakan rumus

$$\frac{\text{Hasil \%}}{100} \times 100\% = \text{Hasil}$$

Proses penimbangan ini dapat dilihat di lampiran 81.

1.5.6. Bobot Biji per Plot (g)

Pengamatan bobot kering Bobot biji per plot dilakukan pada saat biji kedelai telah terpisah dari polong dan telah mengalami proses pengeringan yang dilakukan penjemuran selama 2 x 8 jam dan dimulai dari jam 09.00 s/d 17.00 WIB). Biji kedelai yang telah dilakukan proses pengeringan kemudian dilakukan penimbangan bobot kering produksi per plot dengan menggunakan timbangan analitik, proses peimbangan ini dapat dilihat di lampiran 82.

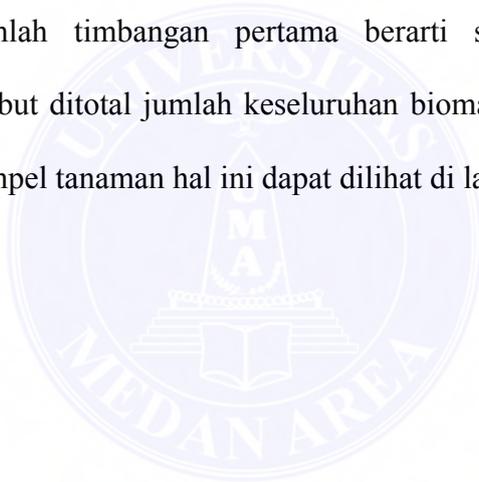
1.5.7. Produksi Biji per Hektar (ton)

Pengamatan bobot kering produksi biji pe hektar dilakukan setelah bobot produksi per plot telah ditentukan bobot kering produksi biji per plot, kemudian hasil bobot kering produksi biji per plot dikonfensikan menjadi bobot kering produksi biji per hektar. Rumus yang akan digunakan yaitu

$$\frac{\text{Luas M}^2/\text{Hektar}}{\text{Luas M}^2/\text{PLOT}} \times \text{Produksi Per plot}$$

1.5.8. Biomassa Tanaman Kedelai per Sampel (g)

Pengamatan biomassa tanaman kedelai dilakukan dengan mengeringkan seluruh bagian tanaman baik dari akar, batang, daun, kulit, buah dan biji kedelai dari setiap sampel tanaman pengeringan dilakukan di oven dengan suhu 150⁰C selama 4 jam, setelah proses pengeringan selesai, seluruh bagian tanaman ditimbang menggunakan timbangan analitik. Untuk memastikan bahwa berat biomassa keseluruhan bagian tanaman telah stabil dan telah kering untuk itu pengeringan akan dilakukan lagi menggunakan oven dengan suhu yang sama selama 1-3 jam dan ditimbang lagi menggunakan timbangan analitik ketika sudah tepat dengan jumlah timbangan pertama berarti sudah kering dan hasil penimbangan tersebut ditotal jumlah keseluruhan biomassa tanaman kedelai dari masing-masing sampel tanaman hal ini dapat dilihat di lampiran 83.



DAFTAR PUSTAKA

- AAK, 1989. Kedelai. Kanisius, Yogyakarta
- Adisarwanto, T; 2005. Kedelai. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Agung, T dan A. Yugi Rahayu, 2004. Analisis Efisiensi Serapan N, Pertumbuhan, dan Hasil Beberapa Kultivar Kedelai Unggul Baru dengan Cekaman Kekeringan dan Pemberian Pupuk Hayati. *Agrosains* 6(2): 70-74, Semarang
- Aminudin. 2002. Pengantar Apresiasi Karya Sastra. Jakarta: Sinar Baru.
- Amonette James E. & S. Joseph, 2009. Characteristics of Biochar: Microchemical Properties Hal 33-43. *In* Lehmann J. and S. Joseph, 2009. Biochar for Environmental Management. First published by Earthscan in the UK and USA in 2009. P416
- Andrianto, T. T., dan N. Indarto, 2004. Budidaya dan Analisis Usaha Tani Kedelai, Kacang Hijau, Kacang Panjang. Absolut, Yogyakarta
- Arinong, A. R., Kaharuddin, dan Sumang, 2005. Aplikasi berbagai Pupuk Organik Pada Tanaman Kedelai Di Lahan Kering. *J. Sains & Teknologi*, Agustus 2005, Vol.5 No. 2: 65- 72, Gowa
- Balitbang Malang, 1990. Hasil Penelitian Balittan Malang Tahun 1989/1990. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian. Malang.
- BPS (2015) Produksi Kedelia Indonesia Berdasarkan ARAM II (Angka Ramalan)
- Cahyadi, W. 2007. *Kedelai : Khasiat dan Teknologi*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Darmadjati, D. S., Marwoto, D. K. S. Swastika, D. M. Arsyad dan Y. Hilman. 2005. **Prospek dan Pengembangan Agribisnis Kedelai**. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Dwiputra A. H., Didik I., dan Eka T., S. 2015 *Hubungan Komponen Hasil Dan Hasil Tiga Belas Kultivar Kedelai (Glycine max (L.) Merr.* *Jurnal Vegetalika* Vol. 4 No.3.
- Elisabeth et al., 2007 *dalam* *Jurnal Internasional Hutapea* dkk 2015 Utilization of Rubber Seed mussels and epicarp Waste as Biochar is activated
- Fachruddin, L., 2000. Budidaya Kacang – Kacangan. Kanisius, Yogyakarta

- Gani, A. 2009. Pemanfaatan Arang Hayati (biochar) Untuk Perbaikan Lahan Pertanian. Bahan Seminar di Puslitbangtan Bogor, Tanggal 18 juni 2009.
- Gardner, F. P., R. B Pearce dan R. L Mitchell. 2008. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Dierjemahkan oleh Herawati S dan Subiyanto. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Gusmailina, G. Pari, (2002). Pengaruh pemberian arang terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capscium annum*). Buletin Penelitian Hasil Hutan 20(3), 217-229.
- Ginting, E., Sri S. A., dan Widowati S. 2009. *Varietas Unggul Kedelai Untuk Bahan Baku Industri Pangan*. Jurnal Litbang Pertanian, 28(3).
- Gundoyo, w 2010, *Dalam Jurnal*, Paryanto, dkk, Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Kotoran Sapi Menggunakan Kolom Fixed Bed Secara Kontinyu Vol. 11. No 2. Juli 2012. Halaman: 67-72.
- Hardjowigeno, H.S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 288 hal.
- Jurnal Internasional Hutapea dkk 2015 Utilization of Rubber Seed mussels and epicarp Waste as Biochar is activated
- Kartasapoetra, A. G., 1988. *Klimatologi : Pengruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Bina Aksara, Jakarta
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Cetakan Pertama. Jakarta : UI-Press.
- Laird, D.A. 2008. The charcoal vision: a win-win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agronomy Journal* 100: 178 - 181.
- Lamina, 1989. *Kedelai dan Pengolahannya*. Simpleks, Jakarta
- Lisa Mardianah. *Budidaya Tanaman Kedelai BPP (Balai Pelatiha Pertanian) Jambi*
- Lius, B. 2012. Pemanfaatan Limbah Pertanian Untuk Membuat Biochar. <http://lius-bacilius24.blogspot.com/2012/04/pemanfaatan-limbah-pertanianuntuk.html>. Diakses tanggal 5 November 2013.
- Martalinda. 2003. Urin Sapi Jadi Pestisida. <http://www.copyright@SinarHarapan>. Diunduh pada tanggal 25 Januari 2009

- Machorodania yuliani, Ratnasari E, 2015 Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai var Anjasmoro, Jurnal Lentera Bio. ISSN. 2252-3979
- Masuli A. 2010. Rice Husk Biochar for Rice Based Cropping System in Acid Soil 1. The Characteristics of Rice Husk Biochar and Its Influence on the Properties of Acid Sulfate Soils and Rice Growth in West Kalimantan, Indonesia. J. Agriculturan Science. Vol. 2 No.1.
- Melati, M., Ai Asiah dan Devi R. 2008. *Aplikasi Pupuk Organik dan Residunya untuk Produksi Kedelai Panen Muda*. Pusat Penelitian IPB. Bogor. Bul. Agron. (36) (3) 204 – 213.
- Montgomery, Douglas C. 2009. *Design and Analysis of Experiments*. John Willey and Sons: USA.
- Muharam. 2017. *Efektivitas Penggunaan Pupuk Kandang dan Pupuk Organik Cair Dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (Glycine Max L.) Varietas Anjasmoro di Tanah Salin*. Jurnal Agrotek Indonesia 2 (1) : 44 – 53. ISSN : 2477-8494
- Murbandono, L.H.S., 2000. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Nurmayulis, A. A., Fatmawaty, dan D. Andini. 2014. *Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Buncis Tegak (Phaseolus vulgaris L.) Akibat Pemberian Pupuk Kotoran Hewan Dan Beberapa Pupuk Organik Cair*. Jurnal Agrologia, Vol.3, No.2 Hal. 91-96
- Novak J.M., W.J. Busscher, D.W. Watts, D.A. Laird, M.A. Ahmedna, & M.A.S. Niandou, 2010. Short-term CO₂ mineralization after additions of biochar and switchgrass to a Typic Kandiudult. Geoderma 154 (2010) 281–288. ELSEVIER
- Pari G. 1996. Pembuatan arang aktif dari serbuk gergajian sengon dengan cara kimia. Bulletin Penelitian Hasil Hutan 14(8):308-320.
- Pringgohandoko, B. dan O.S. Padmini 1999. Pengaruh Rhizo-plus dan Pemberian Cekaman Air Selama Stadia Reproduksi terhadap Hasil dan Kualitas Biji Kedelai. Agrivet. Vol 1
- Saleh, E. 2004. *Dasar Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara. www.google.com.Library.usu.ac.id.
- Sarah, Hafnati R., Supriatno. 2016. *Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Urin Kambing Yang Difermentasi Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Lada (Piper nigrum L.)*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi, Volume 1, Issue 1

- Samosir. R. K., Ratna R. L., Revandy IM. D. 2015. *Respons Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (Glycine max (L.) Merrill) Terhadap Pemberian Kompos Sampah Kota dan Pupuk P*. Jurnal Agroekoteknologi Vol.4. No.1. E-ISSN No. 2337- 6597
- Smisek Milan, Cerny Slavoj. (1970). “*Active Carbon*”. Amsterdam-London-Newyork : Elsevier Publishing Company
- Sofyani, I., S., Retno S., dan Sugeng P. 2016. *Pengaruh Aplikasi Urea Dan Pupuk Organik Cair (Urin Sapi Dan Teh Kompos Sampah) Terhadap Serapan N Serta Produksi Sawi Pada Entisol*. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol 3 No 1 : 303-310
- Soverda, N dan Tiur H. 2009. *Respon Tanaman Kedelai (Glycine max (L.) Merill) Terhadap Pemberian Berbagai Konsentrasi Pupuk Hayati*. Universitas Jambi. Jambi. Jurnal Agronomi Vol. 13 No. 1, Januari - Juni 2009.
- Sudrajat, R. dan S. Soleh. 1994. *Dalam Jurnal (Hasil Hutan Vol. 22. No 4. Desember 2004; 193 - 203.*
- Sugeng, H., 1983. Bercocok Tanam Palawija. Aneka Ilmu, Semarang
- Sumarno. 1983. Teknik Pemuliaan Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Suryani, M. 2013. Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Caisim (*Brassica juncea* L.) Akibat Pemberian biochar Pada Topsoil dan Subsoil Tanah Ultisol. Universitas Lampung. Lampung. 23 – 34 hlm
- Suprpto. 2004. Bertanam Kedelai. PT. Penebar Swadaya. Jakarta
- Suprijadi, A.M. Fagi dan H.M. Toha . 1989. Pengaruh Pemupukan anorganik dan organik terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo pada lahan yang tertutup abu vulkan . Media Penelitian Sukarami. 7: 5-8.
- Tambunan, S., Bambang S., dan Eko H. 2014. *Pengaruh Aplikasi Bahan Organik Segar Dan Biochar Terhadap Ketersediaan P Dalam Tanah Di Lahan Kering Malang Selatan*. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol 1 No 1: 85-92, 2014
- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo dan S. Prawirokusumo dan S. Lebdoesoekojo, 1984. Ilmu Pakan Ternak Dasar. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Weil, R.R., K.R. Islam, M.A. Stine, J.B. Gruver, S.E. Susan-Liebeg, (2003).
Estimating active carbon for soil quality assessment: a simplified
method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative
Agriculture* 18(1), 3-17.

