

**PENGARUH PEMBERIAN KOMPOS GAMAL (*Gliricidia sepium*) DAN
PUPUK KANDANG SAPI TERHADAP SERAPAN P SERTA PERTUMBUHAN
TANAMAN SAWI PADA ANDISOL CANGAR MALANG**

Oleh :

JANSINAR PURBA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
PROGRAM STUDI ILMU TANAH
MALANG
2012**

**PENGARUH PEMBERIAN KOMPOS GAMAL (*Gliricidia Sepium*) DAN
PUPUK KANDANG SAPI TERHADAP SERAPAN P SERTA PERTUMBUHAN
TANAMAN SAWI PADA ANDISOL CANGAR MALANG**

Oleh :

JANSINAR PURBA

0610430031-43

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
PROGRAM STUDI ILMU TANAH
MALANG
2012**

PERNYATAAN

Kami yang bertanda-tangan dibawah ini :

Nama : Jansinar purba
Nim : 0610430031
Jurusan / Program Studi : Tanah / Ilmu Tanah

Menyatakan bahwa skripsi berjudul :

Pengaruh Pemberian Kompos Gamal (Gliricidia Sepium) Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Serapan P Serta Pertumbuhan Tanaman Sawi Pada Andisol Cangar Malang.

Merupakan karya tulis yang kami buat sendiri, dan bukan merupakan bagian dari skripsi atau tulisan penulis lain. Bilamana ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, kami sanggup menerima sanksi akademik apapun yang ditetapkan oleh Universitas Brawijaya.

Malang, Agustus 2012

Jansinar Purba
Nim. 0610430031

Utama,

Prof. Dr.Ir.Zaenal Kusuma, MS
NIP. 195405011981031006

Pendamping,

Dr. Ir. Budi Prasetya, MP
NIP. 19610701 198703 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS
NIP. 19540501 198103 1 006

Lembar Persetujuan Skripsi

Judul Skripsi : **Pengaruh Pemberian Kompos Gamal (*Gliricidia sepium*)
Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Serapan P Serta
Pertumbuhan Tanaman Sawi Pada Andisol Cangar Malang**

Nama Mahasiswa : **Jansinar Purba**

NIM : 0610430031-43

Jurusan : TANAH

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Utama,

Pendamping,

Prof.Dr.Ir Zaenal Kusuma, MS
NIP. 195405011981031006

Dr. Ir. Budi Prasetya, MP
NIP. 19610701 198703 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS
NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

Mengesahkan,
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Penguji III

Penguji IV



Tanggal Lulus :



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

mtu/ nuwun\ kul pe/ ~~re/~~ kgeM



Tuhan Yang Maha Esa

"Atas limpahan rahmad dan hidayah_Nya"

Familial Greetings

Bapak Surya Dharma Purba & Ibu Juniar Sinaga
Bang Dadek, bang lintong, bang manto, dan kak indi ' kak angel serta tante2x
aq yang baik...dan juga ab q yang di Jakarta bang bonger, tanus dan bang junior
serta kak jani.. serta keluarga besar_Q
" I love u all "

Friendship Greetings

ReLio5 All Generation_Gatraksl yg penuh Aksl "Never Forget in our Mind &
We 'll never walk alone in definite Situation ^_^
Buat teman-teman soiler 06 thanks buat semuanya berkat kalian ini akhirnya saya bisa
menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga kita ketemu lagi di dunia yang menyenangkan di
mana kita semua bisa meraih sukses bersama, miss u guys...
To Christian community, makasih atas dukungan dan partisipasinya yang sudah membantu
dalam tugas akhir saya dan telah mendoakan saya, kalian lah keluarga yang nyata di
perantauan ini..buat teman-teman cc..semoga kita ketemu di tempat yang terbaik..dan
sukses buat kita semua..semangat kembali dalam pelayanan ya..
Buat teman-teman satu team futsal aku (Alfian atau idis..pedo atau andy, tugil atau
john, koro (basri) hebi, juni , padang (ridwan), hendra , dan Alfred makasih atas
hidup yang indah di dunia futsal kita..semoga kita semua sukses di kedepannya dan bisa
maen futsal bersama lagi, pasti sangat merindukan kalian, maaf kalau sering marah-marah
ya..heheheh
Kerto-kerto home "jefri sumbayak, bang nuel, erik, faisol, hebi, idis dan teman-teman
alumni kerto-kerto home (kerto rahayu dalam 50 A) sukses buat semuanya..buat jefri,dan
hebi,,ingat target lulus kawan jangan ikuti jejak para senior ini,,heheheh..semangat
selalu...

Jansinar Purba's Greetings

Selalu berusaha dan optimis merupakan kunci dari kesuksesan, begitu halnya juga ketika kita
menghadapi cobaan yang bertubi-tubi yang membuat kita jatuh mental dan terjatuh, dan ketika pantang
menyerah itu ada di diri kita maka nantinya kita akan menerima hasil yang jauh lebih memuaskan dari
apa yang kita bayangkan dan kita dapat menikmatinya dengan lebih indah dari semuanya....

" Think's Positif & Different "

*Belajar adalah sikap berani menantang segala ketidakmungkinan bahwa ilmu yang
tak dikuasai akan menjelma di dalam diri manusia menjadi sebuah ketakutan, belajar
dengan keras hanya bisa dilakukan oleh seseorang yang bukan penakut."*

And Now I'm Starting on a new adventure
And I hope get a lucky in the future to fight
In the world of work

Email Resmi

jansinarpurba@gmail.com

<http://jansinarPurba.Facebook.com>



RINGKASAN

Jansinar Purba : 0610430031-43. Pengaruh Pemberian Kompos Gamal (*Gliricidia Sepium*) dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Serapan P Serta Pertumbuhan Tanaman Sawi Pada Andisol Cangar Malang). Di bawah bimbingan Zaenal Kusuma dan Budi Prasetya

Andisol dicirikan oleh lapisan atas yang berwarna hitam sampai coklat kekelabuan dengan kandungan bahan organik yang tinggi, struktur remah dengan konsistensi gembur, serta tekstur sedang sampai agak halus. Tanah ini mempunyai sifat tanah andik, yaitu kadar bahan organik kurang dari 25% dan kandungan bahan amorf (alofan, imogolit, ferrihidrit, atau senyawa kompleks Al-humus) yang tinggi. Sehingga ketersediaan P Rendah Pada Tanah Andisol, Tujuan Penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemberian kompos gamal dan pupuk kandang sapi serta kombinasinya terhadap serapan P dan pertumbuhan tanaman sawi. Hipotesis penelitian ini adalah Kombinasi kompos Gamal (*gliricidia sepium*) dan pupuk kandang sapi dapat meningkatkan serapan P dan pertumbuhan tanaman sawi lebih tinggi dari pada kompos Gamal (*gliricidia sepium*) dan pupuk kandang sapi yang di aplikasikan secara tunggal.

Penelitian dilakukan melalui percobaan di rumah kaca yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 12 perlakuan dan 3 kali ulangan. Faktornya adalah gamal (G) dan pupuk kandang (P). Perlakuan Gamal tanpa dosis (kontrol) (G_0). Dan Perlakuan kompos gamal dengan dosis 5 ton.ha^{-1} (G_1), kompos gamal dengan dosis 10 ton.ha^{-1} (G_2) kompos gamal dengan dosis 15 ton.ha^{-1} (G_3), dan untuk Perlakuan pupuk kandang sapi kontrol (P_0), Pupuk kandang sapi dengan dosis 25 ton.ha^{-1} (P_1) dan Pupuk kandang sapi dengan dosis 50 ton.ha^{-1} (P_2). Kombinasi perlakuan adalah G_0P_0 , G_0P_1 , G_0P_2 , G_1P_0 , G_1P_1 , G_1P_2 , G_2P_0 , G_2P_1 , G_2P_2 , G_3P_0 , G_3P_1 , G_3P_2 . Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun yang diamati setiap 10 hari sampai panen dan setelah panen (6 minggu), bobot segar, bobot kering, kadar P dan serapan P tanaman sawi. Data dianalisis statistik dengan uji F taraf 5 % dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan pangaruh antar perlakuan. Uji korelasi digunakan untuk mempelajari tingkat keeratan hubungan antara parameter pengamatan..

Hasil penelitian Pemberian kompos gamal 15 ton.ha^{-1} dengan pupuk kandang sapi 50 kg.ha^{-1} (G_3P_2) meningkatkan kadar P tersedia setelah inkubasi sebesar 76,6%, kadar P tersedia setelah panen sebesar 80,04%, kadar P tanaman 82,73% dan serapan P tanaman 146,43% dari perlakuan control atau perlakuan lainnya, Pemberian kompos gamal dengan pupuk kandang sapi berpengaruh nyata terhadap bobot segar tanaman. Perlakuan kompos gamal 15 ton.ha^{-1} dengan pupuk kandang sapi 50 kg.ha^{-1} (G_3P_2) menghasilkan bobot segar tanaman tertinggi daripada perlakuan lainnya yaitu sebesar 80 g. Terdapat korelasi positif antara P tersedia dengan serapan P tanaman, artinya peningkatan kadar P tersedia tanah disertai dengan peningkatan serapan P tanaman.

Jansinar Purba : 0610430031-43. Effect of Compost Gamal (*Gliricidia sepium*) and Cow Manure Absorption Of P And Plant Growth Mustard In Andisol Cangar Malang.

Under advise of Zaenal Kusuma and Budi Prasetya

Andisol characterized by a top layer of black to brown gray with high organic matter content, structure of the crust with the consistency of the soil, and moderate to somewhat smooth texture. This land has Andik soil properties, namely organic matter content of less than 25% and the content of amorphous material (alofan, imogolit, ferrihidrit, or a compound of Al-humus complexes) high. At low P availability so Andisol Soil, The purpose of this study was to determine the effect of giving gamal compost and cow manure as well as combinations of P uptake and growth of mustard plants. The hypothesis of this study adalah Kombinasi compost Gamal (*Gliricidia sepium*) and cow manure can increase P uptake and growth of mustard plants is higher than in the compost Gamal (*Gliricidia sepium*) and cow manure is applied singly.

The study was conducted through experiments in greenhouses using Completely Randomized Design with 12 treatments and 3 replications. Factor is gamal (G) and manure (P). Gamal-dose treatment without (control) (G0). And compost treatment with a dose of 5 gamal ton.ha-1 (G1), compost gamal a dose of 10 ton.ha-1 (G2) at a dose of compost gamal ton.ha 15-1 (G3), and for the treatment of cattle manure control (P0), cow manure at a dose of 25 ton.ha-1 (P1) and cow manure with a dose of 50 ton.ha-1 (P2). Combination treatment was G0P0, G0P1, G0P2, G1P0, G1P1, G1P2, G2P0, G2P1, G2P2, G3P0, G3P1, G3P2. The parameters observed were plant height, leaf number was observed every 10 days to harvest and after harvest (6 weeks), fresh weight, dry weight, levels of P and P uptake of cabbage plants. Data were analyzed statistically by F test level of 5% followed by Duncan test to determine differences between treatment pangaruh. Correlation test is used to study the closeness of the relationship between the parameters of the observations.

The results of compost Giving ton.ha gamal 15-1 with cow manure 50 kg.ha-1 (G3P2) increase levels of available P after incubation at 76.6%, P content available after the harvest of 80.04%, P content of plants 82.73% and 146.43% of plant P uptake from the control treatment or other treatment, provision of compost gamal with cow manure significantly influenced the plant fresh weight. Compost treatment ton.ha gamal 15-1 with cow manure 50 kg.ha-1 (G3P2) produced the highest plant fresh weight than the others, namely the fate of 80 g. There is a positive correlation between the P available to plant P uptake, meaning that increased levels of available soil P was accompanied by increased plant P uptake.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Kompos Gamal dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Seraan P Serta Pertumbuhan Tanaman Sawi Pada Andisol Cangar Malang** diajukan sebagai tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS. selaku Ketua Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan juga sebagai pembimbing pertama saya.
2. Dr. Ir. Budi Prasetya, MS sebagai dosen pembimbing kedua, terima kasih atas saran-sarannya dalam rangka perbaikan skripsi ini.
3. Seluruh staf dan karyawan jurusan tanah yang telah memberikan kemudahan penulis dalam menggunakan fasilitas jurusan selama penelitian dan menyelesaikan skripsi.
4. Ayahanda dan Ibunda tercinta atas segala bimbingan, dukungan, doa dan kesabarannya.
5. Seluruh temanku (Soiler`06) yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sadar bahwa karya ini ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran sangatlah penulis harapkan demi kesempurnaan tulisan ini. Penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

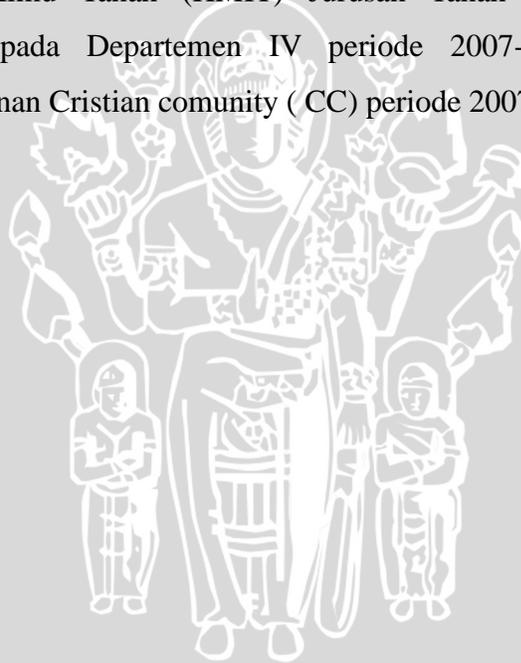
Malang, Agustus 2012

Penulis

RIWAYAT PENULIS

Penulis dilahirkan di Pematang Siantar pada tanggal 2 Januari 1989 dari Ibu Juniar Sinaga dan Bapak Surya Dharma Purba (Alm). Penulis lulus dari pendidikan dasar pada tahun 2000 di SD Budi mulia 3 Siantar. Pendidikan lanjutan tingkat pertama ditempuh di SLTP Swasta Assisi Siantar dan lulus tahun 2003. Pendidikan lanjutan tingkat atas ditempuh di SMU Negeri 1 Siantar dan lulus tahun 2006. Penulis diterima di Program Studi Ilmu Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur SPMB pada tahun 2006.

Selama menempuh pendidikan penulis pernah aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HMIT) Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada Departemen IV periode 2007-2008 dan sebagai Departemen III di Himpunan Cristian community (CC) periode 2007-2008.



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
I. PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
2. Tujuan	2
3. Hipotesis	2
4. Manfaat	3
5. Alur Pikir	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
1. Permasalahan Ketersediaan Fosfor pada Tanah Andisol	5
2. Mekanisme Penjerapan P pada Andisol	6
3. Peranan Bahan organik Terhadap ketersediaan Fosfor	7
4. Peranan Fosfor Untuk Pertumbuhan Tanaman	8
5. Siklus P Tanah	10
6. Gamal	11
7. Kompos dan Faktor Pengomposny	12
8. Tanaman Sawi	14
9. Pupuk kandang sapi	16
III. METODOLOGI PENELITIAN	17
1. Tempat dan Waktu	17
2. Alat dan Bahan Penelitian	17
3. Rancangan Percobaan dan perlakuan	17
4. Pelaksanaan Penelitian	20
5. Pengamatan Dan Analisis Data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
1. Pengaruh Pemberian Kompos Gamal dan pupuk kandannng sapi ...	22
Terhadap Sifat Kimia Tanah	
1. pH Tanah	22
2. Kadar P Tersedia Tanah	24
1. Setelah inkubasi	24
2. Setelah Panen	27\

2. Pengaruh Pemberian Kompos Gamal dan kombinasinya.....	29
Dengan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan, Kadar P, Serapan P Tanaman Bobot Kering dan Bobot Segar Tanaman	
1. TinggiTanaman.....	29
2. Jumlah Daun.....	31
3. Bobot Segar Tanaman.....	32
4. Bobot keringTanaman.....	34
5. Kadar PTanaman.....	36
6. SerapanPTanaman.....	38
3. Hubungan Antar Parameter.....	41
4. Pembahasan Umum.....	42

V. KESIMPULAN DAN SARAN 43

1. Kesimpulan	43
2. Saran	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis dan Pengamatan yang dilakukan.....	21
2.	Pengaruh kompos gamal dan pupuk kandang sapi terhadap pH Tanah ...	25
3.	Pengaruh Kompos gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk kandang sapi Terhadap kadar P tersedia Tanah Setelah Inkubasi.....	28
4.	Pengaruh kompos gamal dan pupuk kandang sapi Terhadap P Tanah Panen.....	30
5.	Pengaruh kompos gamal dan Pupuk Kandang Sapi Secara tunggal terhadap Tinggi Tanaman 40 hari setelah tanam.....	32
6.	Pengaruh Kompos gamal dan Pupuk kandang Sapi Terhadap Jumlah Daun 40 hari setelah tanam.....	34
7.	Pengaruh Kompos gamal dan kombinasinya dengan Pupuk Kandang Sapi Terhadap bobot Segar Tanaman.....	36
8.	Pengaruh Kompos gamal dan kombinasinya dengan Pupuk Kandang Sapi Terhadap bobot Kering Tanaman.....	38
9.	Pengaruh kompos gamal terhadap Kadar P Tanaman.....	39
10.	Pengaruh Kompos gamal dan kombinasinya dengan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Serapan P Tanaman.....	41

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pemikiran.....	4
2.	Denah Percobaan	19
3.	Pengaruh Pemberian Kompos gamal dan pupuk kandang sapi Terhadap pH Tanah	23
4.	Pengaruh Pemberian Kompos gamal dan pupuk kandang sapi terhadap P Tersedia Tanah setelah inkubasi 7 hari.....	27
5.	Pengaruh Pemberian Kompos gamal terhadap P Tersedia Tanah setelah panen.....	29
6.	Pengaruh Pemberian Kompos gamal dan kombinasinya dengan pupuk Kandang Sapi Terhadap Tinggi Tanaman Pada 10,20,30,40 HST.....	31
7.	Pengaruh Pemberian Kompos gamal dan kombinasinya dengan pupuk Kandang Sapi Terhadap Jumlah Daun Pada 10,20,30,40 HST.....	33
8.	Pengaruh Pemberian Kompos gamal dan kombinasinya dengan pupuk Kandang Sapi Terhadap Bobot Segar Tanaman.....	35
9.	Pengaruh Pemberian Kompos gamal dan kombinasinya dengan pupuk Kandang Sapi Terhadap Bobot Kering Tanaman.....	37
10.	Pengaruh Pemberian Kompos Gamal Terhadap Kadar P Tanaman.....	38
11.	Pengaruh Pemberian Kompos Gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk Kandang sapi Terhadap Serapan P Tanaman.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perhitungan Dosis Pupuk	45
2.	Perhitungan Kadar Air	46
3.	Analisis Dasar Tanah.....	48
4.	Hasil Analisis Kompos Gamal	48
5.	Hasil Analisis Pupuk Kandang Sapi	49
6.	Analisis Ragam pH,Kadar P setelah inkubasi.....	50
7.	Analisis Kadar P Setelah Panen.....	51
8.	Data Tinggi Tanaman 10,20,30,40 HST	52
9.	Data Jumlah Daun Menggunakan RAL pada 10, 20, 30 dan 40 HST	53
10.	Data Analisis Bobot Segar dan Bobot Kering.....	54
11.	Data analisis P Tanaman dan Serapan P.....	55
12.	Data Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun pada 10, 20, 30 dan 40 HST...56	
13.	Data pH, P Tersedia inkubasi, P Tersedia Panen, Bobot Segar,	58
	Bobot Kering, P Tanaman dan Serapan P Tanaman Sawi	
14.	Gambar Rumah Kacah.....	60
15.	Gambar Denah Rumah Kaca.....	61
16.	Tabel Korelasi.....	62

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Andisol (Andosol) termasuk tanah-tanah pertanian utama di Indonesia. Tanah ini memiliki luas sekitar 5,4 juta ha atau sekitar 2,9% dari luas daratan Indonesia yang tersebar di Sumatera ($\pm 2,6$ juta ha), Jawa ($\pm 1,7$ juta ha), Nusa Tenggara ($\pm 0,4$ juta ha), dan Papua ($\pm 0,3$ juta ha) (Puslittanak, 2000). Andisol dicirikan oleh lapisan atas yang berwarna hitam sampai coklat kekelabuan dengan kandungan bahan organik yang tinggi, struktur remah dengan konsistensi gembur, serta tekstur sedang sampai agak halus. Tanah ini mempunyai sifat tanah andik, yaitu kadar bahan organik kurang dari 25% dan kandungan bahan amorf (alofan, imogolit, ferrihidrit, atau senyawa kompleks Al-humus) yang tinggi (Soil Survei Staff, 1999).

Fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara utama bagi tanaman diperlukan dalam jumlah besar, sehingga ketersediannya di dalam tanah menjadi sangat penting. Pada beberapa jenis tanah ketersediannya sangat rendah, walaupun potensinya sangat tinggi. Tanaman yang kahat fosfor, warna daun berubah lebih tua tetapi tidak merata sedangkan akar tumbuh tidak sempurna (Soemarno, 1995). Sehingga fosfor sangat dibutuhkan dalam tahap pertumbuhan generatif yang membantu akar supaya dapat tumbuh sempurna

Salah satu masalah fosfat di tanah-tanah Indonesia antara lain disebabkan rendahnya ketersediaan P akibat jerapan P yang kuat oleh tanah. Andisol merupakan tanah abu vulkan yang mempunyai sifat-sifat khusus yang disebabkan oleh kandungan liatnya didominasi mineral amorf. Sifat fisik dan kimia tanah ini cukup subur, tetapi mempunyai problem jerapan (sematan) P yang kuat oleh fraksi-fraksi penyusun tanah. Tingginya tingkat fiksasi P ini disebabkan tingginya reaktifitas Al amorf dan lambatnya mineralisasi P organik sehingga ketersediaan P rendah. Kekuatan jerapan P gugus amorf lebih besar dari oksida kristal, karena mempunyai luas permukaan yang lebih besar (Tan, 1995).

Menurut Hardjowigeno (2003), fosfor merupakan salah satu unsur hara fungsional bagi tanaman yang berfungsi sebagai penunjang perkembangan akar. Hal

ini disebabkan karena fosfor merupakan bagian dari inti sel, sangat penting dalam pembelahan sel dan juga untuk perkembangan jaringan meristem. Dengan demikian fosfor dapat merangsang pertumbuhan akar dan tanaman muda, mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji, selain itu juga sebagai penyusun lemak dan protein (Sarief, 1993).

Berdasarkan pentingnya peranan bahan organik untuk perbaikan sifat-sifat tanah dan serapan P tanaman, maka perlu dilakukan penelitian dengan memanfaatkan Gamal dan pupuk kandang sapi sebagai kompos terutama untuk meningkatkan ketersediaan hara tanah dan pertumbuhan tanaman sawi pada Andisol Cangar Malang dengan berbagai perlakuan yang berbeda.

Pemilihan tanaman sawi sebagai komoditas penelitian didasarkan pada lokasi penelitian yang sesuai dengan syarat tumbuh tanaman. Menurut Rukmana (1994) sawi termasuk jenis sayuran daun yang mempunyai nilai ekonomi tinggi setelah kubis-krop, kubis- bunga dan broccoli. Sawi juga kaya akan sumber vitamin, khususnya vitamin A. Di samping itu, umur panen sawi relatif pendek yakni antara 40-70 hari setelah tanam dan memberikan keuntungan yang memadai.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui pengaruh kompos Gamal (*Gliricidia sepium*) dan pupuk kandang sapi serta kombinasinya terhadap serapan P
- 2) Mengetahui pengaruh kompos Gamal (*Gliricidia sepium*) dan pupuk kandang sapi serta kombinasinya terhadap pertumbuhan tanaman sawi.

1.3. Hipotesis

- 1) Kombinasi kompos Gamal (*Gliricidia sepium*) dan pupuk kandang sapi dapat meningkatkan serapan P lebih tinggi dari pada kompos Gamal (*Gliricidia sepium*) dan pupuk kandang sapi yang di aplikasikan secara tunggal.
- 2) Kombinasi kompos Gamal (*Gliricidia sepium*) dan pupuk kandang sapi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi dari pada kompos Gamal (*Gliricidia sepium*) dan pupuk kandang sapi yang di aplikasikan secara tunggal.

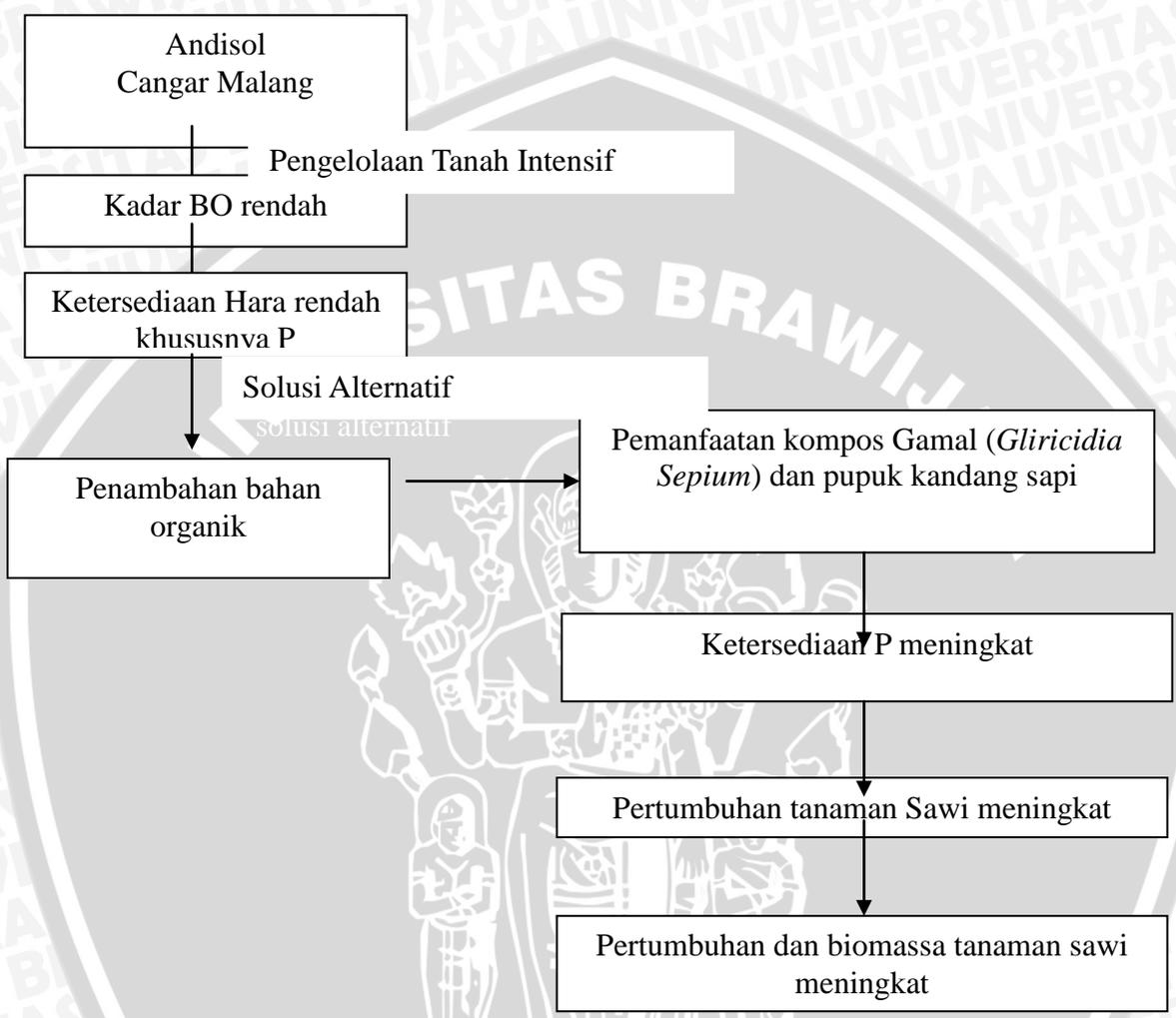
1.4 Manfaat

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan Gamal (*Gliricidia sepium*) sebagai kompos dan pupuk kandang sapi serta kombinasinya pada berbagai lahan pertanian untuk meningkatkan produktivitas tanah dan pertumbuhan tanaman

1.5 Alur Pikir

Penelitian ini menggunakan tanah andisol yang berasal dari cangar malang dimana tanah andisol tersebut mengalami kadar BO rendah dan ketersediaan unsur hara khususnya unsur P. Dengan menambahkan bahan organik yang berupa kompos gamal (*Gliricidia sepium*) dan pupuk kandang sapi) diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan P dan pertumbuhan tanaman sawi serta biomassa tanaman sawi.





Gambar 1. Gambar Alur Pemikiran

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Permasalahan Ketersediaan Fosfor Pada Tanah Andisol

Sifat Andisol yang penting adalah sifat penjerapan ion fosfat yang sangat tinggi. Menurut Sanchez (1992), Andisol mempunyai kapasitas jerapan fosfat di atas 85% dari total fosfat yang diberikan ke dalam tanah. Jerapan fosfat yang sangat tinggi ini dapat terjadi karena pada Andisol banyak mengandung fraksi liat yang didominasi oleh alofan yang mempunyai daya menjerap P yang lebih besar daripada bentuk oksida kristalin. Masih menurut Sanchez (1992), kemampuan jerapan P dari yang terbesar sampai yang terkecil berdasarkan jenis mineral liat secara berurutan adalah mineral liat alofan > mineral liat kristalin > mineral liat tipe 1:1 > mineral liat tipe 2:1.

Selanjutnya menurut Parfit dan Kimble (1989), bahwa jerapan fosfat yang sangat tinggi pada alofan disebabkan oleh karena adanya gugus Al-OH terbuka (Al-aktif). Adanya gugus Al-OH yang terbuka akan mempunyai ikatan yang kuat terhadap ion fosfat (Munir, 1996). Alasannya, ion fosfat akan bereaksi dengan Al oktahedra dengan menggantikan gugus OH⁻ yang terletak pada permukaan mineral. Lebih lanjut dikatakan bahwa alofan mempunyai muatan yang tidak tetap tergantung pada pH tanah. Pada pH tinggi, alofan mempunyai muatan negatif sedangkan pada pH rendah alofan mempunyai muatan positif. Adanya muatan positif ini menyebabkan alofan mampu menjerap anion P (Parfit, 1978) melalui reaksi sebagai berikut:



Alofan mampu mengikat anion organik maupun inorganik sehingga pada tanah abu vulkanik, bahan organiknya sering dijumpai berikatan dengan alofan membentuk alofan-humus kompleks yang stabil dan resisten terhadap perombakan biologi (Wada, 1986; Siefferman, 1992). Alofan adalah substansi amfoterik yang dengan bahan organik dapat membentuk kompleks ikatan dengan pH mendekati 6 (Hardjowigeno, 1993). Pada nilai pH tersebut alofan mampu mengikat anion dan kation dalam bentuk tertukarkan (Egawa, 1977).

Ketersediaan P pada Andisol sangat dibatasi oleh reaksi-reaksi seperti fiksasi

P yang mengkonversi P dari bentuk tersedia menjadi bentuk tidak tersedia bagi tanaman. Sifat tersebut tidak menguntungkan bila tanah ini digunakan sebagai medium untuk tumbuh dan berkembangnya suatu tanaman. Bagaimana upaya untuk meningkatkan ketersediaan P merupakan masalah yang sangat penting bagi Andisol (Egawa, 1977).

2.2 Mekanisme Penjerapan P Pada Andisol

Hasil penelitian Hingston *et al.* 1967 (dalam Briones, 1982) menunjukkan mekanisme-mekanisme spesifik ataupun non spesifik di dalam penadsorbsian P pada permukaan liat. Tersedianya P ataupun lain-lain anion di tanah akan dipengaruhi oleh proses adsorpsi yang terjadi di dalam tanah demikian juga Andisol yang mengandung mineral liat amorf. Anion yang diadsorpsi akan bervariasi.

Sanchez (1976) menyatakan bahwa pada dasarnya Andisol memiliki kemampuan berinteraksi secara cepat dengan sejumlah besar anion P terutama pada kondisi masam. Sebagai akibatnya, ketersediaan P bagi tanaman rendah karena pemberian P terlarut begitu cepat menurun dan kurang lebih hanya 10-13% P yang bisa dimanfaatkan untuk tanaman.

Selanjutnya dijelaskan oleh Parfitt (1978), menyatakan bahwa jerapan P sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Tersedianya fosfor untuk tanaman sedikit banyak ditentukan oleh bentuk ion unsur ini. Selanjutnya bentuk ion ditentukan oleh pH larutan di mana ion itu terdapat. Perlu diingat bahwa pada pH 6 ada dua macam ion fosfat terdapat bersamaan yaitu ion H_2PO_4^- dan ion HPO_4^{2-} . Pada umumnya ion H_2PO_4^- dianggap lebih mudah tersedia bagi tanaman dibandingkan dengan ion HPO_4^{2-} . Reaksi kimia dapat terjadi antara Fe dan Al dapat larut dengan ion H_2PO_4^- mungkin menghasilkan pembentukan yang disebut hidroksi fosfat seperti ditunjukkan pada persamaan berikut ini dengan menggunakan kation Al sebagai contoh:



Menurut penelitian yang dilakukan oleh Parfitt (1978) bahwa pendekatan

terhadap struktur alofan dan imogilit mampu menjelaskan kemampuan alofan dalam menjerap anion P dimana gugus $-OH_2$ dan $-OH$ berikatan dengan 1Al dan 1Si dan ini dapat dianggap sebagai asam-basa aktif. Bila 1 OH dan 1 OH_2 ada bersamaan maka pada kompleks tersebut tidak mempunyai muatan. Selanjutnya dijelaskan lagi oleh Parfitt (1978), bahwa bila kedua bentuk tersebut adalah OH maka kompleks akan mempunyai muatan negatif. Jika kedua bentuk adalah OH_2 maka akan bermuatan positif sehingga mempunyai kemampuan untuk menjerap anion P melalui anion P melalui reaksi sebagai berikut:



Dalam kebanyakan tanah sangat masam konsentrasi ion-ion Fe dan Al jauh malampaui konsentrasi ion H_2PO_4^- sehingga reaksi di atas bergerak ke kanan membentuk fosfat tidak dapat larut. Dengan demikian hanya tertinggal sejumlah kecil ion H_2PO_4^- yang segera tersedia bagi tanaman pada keadaan tersebut (Cole dan Jackson dalam Buckman dan Brady, 1982).

2.3 Peranan Bahan Organik Terhadap ketersediaan Fosfor

Salah satu penyuplai tersedianya fosfor dalam tanah adalah melalui pemberian bahan organik. Selain sebagai penyumbang P, bahan organik juga berperan melepaskan P terjerap dalam tanah. Hasil penelitian Singh dan Jones (1976) menunjukkan bahwa pemberian bahan organik yang telah diinkubasi selama 30 hari dapat menurunkan kapasitas jerapan P oleh tanah melalui anion organik yang merupakan senyawa efektif untuk menggantikan ion fosfat yang dijerap oleh alofan. Selain itu, proses pelapukan bahan organik akan menghasilkan karbon dioksida yang akan bersenyawa dengan air membentuk asam karbonat yang mampu melarutkan mineral primer tanah sumber fosfor sehingga dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah (Tisdale dan Nelson, 1975).

Pemberian bahan organik dapat meningkatkan P tanah karena bahan organik akan melepaskan P yang dikandungnya ke dalam tanah melalui proses dekomposisi

dan mineralisasi. Bahan organik mengalami mineralisasi melalui aktivitas mikroorganisme yang dihasilkan enzim fosfatase (senyawa pengubah P organik menjadi p anorganik dalam tanah (Smith dan Bazin, 1982 dalam Suryaningsih, 2004).

Peningkatan ketersediaan P dalam tanah melalui penambahan bahan organik disebabkan proses mineralisasi yang memungkinkan bahan organik dapat melepaskan P ke dalam tanah. Selain itu, hasil proses dekomposisi bahan organik mampu melarutkan senyawa-senyawa P yang tidak larut seperti Al-P, Fe-P, dan Ca-P. Singh dan John (1976) menyatakan bahwa 0,1 – 1,5% hasil pelapukan bahan organik berupa senyawa P. Mekanisme pelepasan tersebut melalui reaksi pengasaman yang mempunyai sifat khelasi sehingga akan terbentuk kompleks stabil antar asam-asam organik dengan Ca, Mg, Al, dan Fe, dan pada gilirannya fosfat akan dilepaskan dalam larutan tanah menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman (Alexander, 1977). Mekanisme lain diduga karena terbentuknya fosfat-humus sehingga P mudah tersedia. Hal ini disebabkan karena meningkatkannya kompetisi pada tapak jerapan akibat penambahan anion-anion organik sehingga P didesak keluar dan asam humat yang terbentuk akan menyelimuti koloidal bermuatan positif sehingga penjerapan P dapat dikurangi (Stevenson, 1982).

2.4 Peranan Fosfor Untuk Pertumbuhan Tanaman

Fosfor merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (hara makro). Jumlah fosfor dalam tanaman lebih kecil dibandingkan dengan nitrogen dan kalium. Tetapi, fosfor dianggap sebagai kunci kehidupan (key of life). Tanaman menyerap fosfor dalam bentuk ion ortofosfat primer (H_2PO_4^-) dan ion ortofosfat sekunder (HPO_4^-) (Winarso, 2005).

Ketersediaan fosfor di dalam tanah ditentukan oleh banyak faktor, tetapi yang paling penting adalah pH tanah. Pada tanah dengan pH rendah (asam), fosfor akan bereaksi dengan ion besi dan aluminium. Reaksi ini membentuk besi fosfat atau aluminium fosfat yang sukar larut dalam air sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman. Pada tanah dengan pH tinggi (basa), fosfor akan bereaksi dengan ion kalsium. Reaksi ini membentuk kalsium fosfat yang sifatnya sukar larut dan tidak

dapat dipergunakan oleh tanaman (Novizan, 2002). Pada pH 5,0 hampir tidak ditemukan HPO_4^- dan pada pH 9,0 tidak terdapat H_2PO_4^- . Sementara itu, pada pH antara 6,5 sampai 7,0 perbandingan keduanya relatif sama (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Menurut Agustina (2004) mengungkapkan bahwa peranan fosfor bagi tanaman, sebagai berikut: 1) berperan penting dalam transfer energi di dalam sel tanaman, misalnya ADP, ATP. 2) berperan dalam pembentukan membran sel, misalnya : lemak fosfat. 3) berpengaruh terhadap struktur K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Mn^{2+} , terutama terhadap fungsi unsur-unsur tersebut yang menyerupai kontribusi terhadap stabilitas struktur dan komformasi makro molekul, misalnya: gula fosfat, nukletida, dan koenzim. 4) meningkatkan efisiensi fungsi dan penggunaan N.

Kekurangan P umumnya menyebabkan volume jaringan tanaman menjadi lebih kecil dan warna daun menjadi lebih gelap. Kadang-kadang, kadar nitrat dalam tanaman menjadi lebih tinggi karena proses perubahan nitrat selanjutnya terhambat (Rosmarkam, 2002).

Menurut Poerwowidodo (1993), pH tanah memegang peranan penting pada ketersediaan P, pembebasan P dari bahan organik meningkatkan ketersediaan P. Pada pH 6,0 larutan tanah di dominasi oleh bentuk H_2PO_4^- , sedangkan pada pH alkalis di dominasi oleh anion PO_4^{3-} . Ketersediaan fosfat maksimum bagi tanaman tercapai, bila pH dipertahankan dalam kisaran 6,0-7,0.

Soepardi (1983) menyatakan bahwa ketersediaan fosfor maksimum diperoleh bila pH tanah dipertahankan antara 6-7. Besi dan aluminium fosfat mempunyai kelarutan minimum pada pH sekitar 3-4, pada nilai pH yang lebih tinggi sebagian dari fosfor dibebaskan dan daya ikatnya sedikit menurun dan pada nilai pH mendekati 6, fosfor mulai mengendap sebagai kalsium fosfat. Hardjowigeno (2003) menyatakan bahwa tanah pada pH kurang dari 6,5 banyak terlarut Al, Fe dan Mn yang akan mengikat P dalam tanah dengan reaksi:

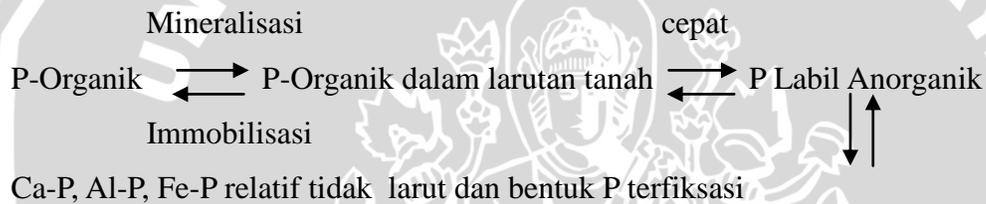


Apabila pH lebih dari 6,5 maka terjadi fiksasi oleh Ca dengan reaksi :



2.5 Siklus P Tanah

Siklus P di dalam tanah merupakan sistem yang dinamis meliputi tanah, tanaman dan hewan. Siklus P antara tanah dan tanaman terdiri atas proses-proses yang meliputi penyerapan oleh tanaman, pengembalian P melalui residu tanaman dan hewan, pengembalian P secara biologis melalui reaksi mineralisasi/ immobilisasi, pengikatan pada mineral liat dan oksida, pelarutan mineral P melalui aktivitas mikroorganisme, serta reaksi pelepasan kembali P antara fase-fase padat dan cair (Iyamuremye dan Dick, 1996). Jumlah P dalam larutan tanah sangat sedikit sehingga pemenuhan P dalam larutan tanah ditentukan oleh kelompok (*pool*) labil. *Pool* labil tersebut dapat tersusun atas P-organik yang termineralisasi ataupun P yang terikat pada koloid liat (Stevenson, 1986) seperti terlihat pada bagan berikut ini:



Kemampuan tanah dalam menyediakan P tergantung atas faktor-faktor:

1. Jumlah ion H_2PO_4^- dalam larutan tanah.
2. Kelarutan Al dan Fe-P kompleks mineral liat, hidrous oksida dan alofan pada tanah-tanah masam.
3. Kelarutan Ca-P dan mineral tanah pada tanah-tanah alkalis.
4. Tahap dekomposisi bahan organik.
5. Aktifitas mikroorganisme.

Hal tersebut dapat didekati dengan menggunakan metode pengestrakan yang selektif antara lain melalui metode pelarut asam Bray dan P-resin. Bray dengan bahan aktif kombinasi $\text{NH}_4\text{F-HCL}$ efektif dipergunakan pada tanah-tanah masam ($\text{pH} < 6,5$) akan melarutkan sebagian besar P yang terikat Al dan Fe (Stevenson, 1986), meskipun kurang efektif dalam mengekstrak Fe-P dan adanya netralisasi asam oleh ion Ca (Sanchez, 1992).

2.6 Gamal (*Gliricidia Sepium*)

Gamal (*Gliricidia sepium*) adalah nama sejenis perdu dari kerabat polong-

polongan (Suku *Fabaceae* alias *Leguminosae*). Sering digunakan sebagai pagar hidup atau peneduh, perdu atau pohon kecil ini merupakan salah satu jenis leguminosa multiguna yang terpenting setelah lamtoro (*Leucaena leucocephala*). Ditemukan mulai dari permukaan laut hingga ketinggian 1200 meter. Akan tetapi, tumbuhan ini telah lama dibudidayakan dan bernaturalisasi di wilayah tropika Meksiko, Amerika Tengah, dan bagian utara Amerika Selatan, sampai pada ketinggian 1.500 m (Mahlayang Farm Online, 2008). Jenis ini juga telah diangkut ke wilayah Karibia dan kemudian ke Afrika Barat. Gamal di introduksikan ke Filipina oleh orang Spanyol pada awal tahun 1600-an, dan ke Sri Lanka dalam abad ke-18 dari sana tumbuhan ini mencapai negara Asia lain, termasuk Indonesia (kira-kira tahun 1900), Malaysia, Thailand dan India (Mahlayang Farm, 2008).

Gamal dipercaya sebagai tanaman multiguna yang paling banyak di budidayakan kedua terbanyak setelah Lamtoro (*Leucaena leucocephala*), dalam beberapa kasus Gamal dapat menghasilkan biomasa sama atau bahkan lebih banyak daripada Lamtoro (Stewart *et al.*, 1992). Gamal dapat dikategorikan sebagai pohon yang selalu hijau (*evergreen*). Dapat dipanen setiap 3-4 bulan sekali, dengan hasil antara 1-2 kg hijauan basah per tanaman. Gamal merupakan tanaman yang cocok untuk tanah asam dan marginal. Pada tanah yang mengandung serapan Aluminium cukup tinggi seperti beberapa daerah di Indonesia, Gamal tumbuh kurang baik dan memiliki tingkat tahan hidup yang rendah (Mahlayang Farm, 2008).

Tanaman ini mampu tumbuh dengan baik dan menghasilkan daun yang banyak walaupun tumbuh pada tanah yang tidak subur. Tanaman ini biasanya digunakan oleh petani sebagai kayu bakar (pangkasan cabang & ranting) dan daunnya sebagai makanan ternak. *Gliricidia sepium* mempunyai nisbah C/N rendah berkisar antara 10:1 sampai 13:1 sehingga cepat terdekomposisi dan tersedia bagi tanaman. Menurut Pratikno *et al.*, (2002), *Gliricidia sepium* mengandung C-organik (44.53 %), N total (4.05 %), C/N (11.01), P total (0.27), lignin (13.64 %), polifenol (1.78 %). Hasil penelitian Atekan (1997) menunjukkan bahwa pemberian berbagai dosis bahan organik *Gliricidia sepium* pada tanah *Typic Haplohumult* Gajruk dapat meningkatkan pH dan menurunkan Al_{dd} tanah. Peningkatan pH tanah tertinggi pada pemberian dosis

90 Mg ha⁻¹ mampu meningkatkan pH tanah sampai 5.17 (dari kontrol 4.18) dan penurunan Al_{dd} sampai 40 %.

Keunggulan lain dari Gamal adalah kemampuan adaptasi yang sangat luas terhadap berbagai kondisi tanah dan iklim, mudah ditanam, dan mampu memproduksi biomasa yang cukup besar, selaras dengan kandungan nutrisi dan protein yang sangat tinggi. Didapatkan nilai tinggi dalam perolahan data dari sumber FAO, dalam presentasi bahan kering dari pangkasan *Gliricidia sepium*, dalam tabel berikut :

2.7 Kompos Dan Faktor Pengomposnya

Kompos merupakan perombakan bahan organik segar dari tanaman atau daun-daunan baik sengaja dibuat atau dari timbunan sampah organik di tempat sampah, yang sudah berwarna hitam, sudah tidak dapat dilihat lagi serat aslinya dan tidak lagi panas karena proses fermentasinya telah usai (Supari, 1999). Kandungan utama dari kompos adalah bahan organik yang dapat memperbaiki kondisi tanah (Lingga, 1992). Sutanto (2002) mengemukakan, bahwa proses pengomposan juga bermanfaat untuk mengubah limbah yang berbahaya menjadi bahan yang aman bermanfaat. Pengomposan dengan metode timbunan di permukaan tanah, lubang galian tanah, menghasilkan bahan yang terhumifikasi berwarna gelap setelah 3-4 bulan dan merupakan sumber bahan organik untuk pertanian berkelanjutan. Adapun factor-faktor pengomposan adalah :

1) Kelembapan

Sutanto (2002) mengemukakan bahwa mikroorganisme hanya dapat menyerap makanan dalam bentuk larutan, maka aras kelengasan yang sesuai diperlukan selama proses dekomposisi berlangsung. Kandungan lengas antara 25% - 30% dari berat bahan. Di bawah kadar air 20%, proses dekomposisi berhenti. Makin banyak jumlah bahan yang didekomposisi maka bahan akan semakin padat. Ruang pori diisi air dan aerasi / tata udara menurun sehingga terjadi kekahatan oksigen.

2) Tata Udara (Aerasi)

Pasokan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme aerob pada proses dekomposisi sebagian dipengaruhi oleh struktur dan ukuran partikel bahan dasar kompos. Makin kasar tekstur dan makin rendah kandungan lengas bahan dasar kompos, maka makin besar volume pori udara dalam campuran bahan yang didekomposisi. Berat bahan secara langsung memberikan informasi struktur, jumlah dan sebaran volume pori udara. Pasokan oksigen terhadap bahan yang didekomposisi tidak hanya dipengaruhi oleh berat bahan saja, tetapi juga frekuensi dan teknik perbaikan, serta ketinggian timbunan (Sutanto, 2002).

3) Ukuran bahan organik

Penghalusan menghasilkan ukuran partikel lebih seragam dan membuat bahan lebih homogen pada saat dilakukan pencampuran (Sutanto, 2002). Menurut Sudrajat (1998) semakin kecil ukuran partikel, maka semakin cepat proses dekomposisi berlangsung.

4) Nisbah C/N

Nisbah C/N yang rendah dari bahan organik akan mempermudah proses dekomposisi. Nisbah C/N menunjukkan mudah tidaknya bahan organik terdekomposisikan. Bila nisbah C/N rendah maka dekomposisi cepat, begitu pula sebaliknya (Sudrajat, 1998).

5) Suhu

Menurut Sutanto (2002) Suhu berkisar antara 60°C dan 70°C merupakan kondisi optimum kehidupan mikroorganisme tertentu dan membunuh patogen yang tidak kita kehendaki. Pada tingkat mesofilik yaitu sekitar 45°C - 55°C, apabila suhu kurang dari 45°C atau lebih dari 55°C kecepatan fermentasi akan berkurang (Sudrajat, 1998). Menurut Murbandono (2000), timbunan bahan organik yang terlalu pendek atau rendah akan menyebabkan suhu mudah atau cepat turun. Hal ini disebabkan tidak adanya bahan material yang digunakan untuk menahan panas dan menghindari pelepasan panas.

6) pH Tanah

Pada prinsipnya bahan organik dengan pH antara 3 dan 11 dapat

dikomposkan, pH optimum berkisar antara 5,5 dan 8,0. Bakteri lebih cepat berkembang pada pH netral, fungi berkembang cukup baik pada kondisi pH agak asam. Kondisi alkalin kuat menyebabkan kehilangan Nitrogen (Sutanto, 2002).

Dalam proses dekomposisi pada kompos akan terjadi perubahan-perubahan didalamnya. Perubahan yang terjadi selama proses dekomposisi tersebut menurut Sutejo (1999) adalah :

1. Hidrat arang seperti selulosa dan hemiselulosa akan diuraikan menjadi CO_2 , H_2O , CH_4 dan H_2 ,
2. Zat putih telur akan diubah menjadi amina, asam amino akan diubah menjadi NH_3 (amoniak), CO_2 dan air,
3. N, P, K sebagai hasil uraian akan terikat dalam tubuh jasad renik dan sebagainya, akan tersedia di dalam tanah,
4. Lemak dan lignin akan terurai menjadi CO_2 dan air, dan
5. Senyawa organik akan terbebas menjadi senyawa anorganik.

2.8 Tanaman Sawi

Sawi termasuk tanaman sayuran daun dari keluarga *Cruciferae* yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Menurut Rukmana (1994) klasifikasi tanaman sawi termasuk kedalam: divisi *Spermatophyta*, kelas *Angospermae*, sub kelas *Dicotyledonae*, ordo *Papavorales*, famili *Cruciferae* atau *Brassicaceae*, genus *Brassica*, spesies *Brassica Juncea L.* Umur panen sawi relatif pendek (genjah) yakni antara 40-70 hari (Rukmana, 1994).

Sawi dapat di tanam di dataran tinggi maupun di dataran rendah (BPPT, 2005). Menurut Rukmana (1994) daerah penanaman yang paling cocok adalah ketinggian 1000 – 2000 m dpl. Sawi termasuk tanaman sayuran yang tahan terhadap hujan, sehingga dapat ditanam di sepanjang tahun (BPPT, 2005). Petsai atau sawi dikenal sebagai tanaman sayuran daerah iklim sedang (sub-tropis), tetapi saat ini berkembang pesat di daerah panas (tropis). Kondisi iklim yang dikehendaki untuk pertumbuhan tanaman sawi adalah daerah yang mempunyai suhu malam hari $15,6^{\circ}\text{C}$ dan siang

harinya $21,1^{\circ}\text{C}$ serta penyinaran matahari antara 10-13 jam per hari. (Rukmana, 1994).

Sawi dapat ditanam pada berbagai jenis tanah (Rukmana, 1994). Keadaan tanah yang dikehendaki adalah tanah gembur, banyak mengandung humus, dan drainase baik dengan derajat keasaman (pH) 6-7 (BPPT, 2005). Penelitian dan pengembangan sawi di dataran rendah, umumnya ditanam pada jenis Latosol. Dari berbagai literatur ditemukan bahwa petsai dan sawi toleran terhadap kisaran pH 5,9-8,2 (Rukmana, 1994).

Setiap 1 ha lahan dibutuhkan 700 gram biji sawi. tanah yang akan ditanami diolah, selanjutnya tanah itu diberi pupuk kandang sekitar 10 ton/ha. Penanaman dapat dilakukan setelah tanaman berumur 3-4 minggu sejak biji disemaikan. Setelah tanaman tumbuh baik, kira-kira 10 hari setelah tanam, pemupukan perlu dilakukan . Oleh karena yang akan dikonsumsi adalah daunnya yang tentunya diinginkan penampilan daun yang baik, maka pupuk yang diberikan sebaiknya mengandung nitrogen. Setiap tanaman diberi pupuk sebanyak 3 gram atau 60 kg N/ha atau 3 kuintal ZA/ha (BPPT, 2005).

Pada penelitian Syukur (2005) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik sampai 20 ton/ha pada tanah pasir mampu meningkatkan berat basah tanaman caisim dari 35,59 g menjadi 47,28 g.

2.9 Pupuk Kandang Sapi

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari hewan ternak, baik berupa kotoran padat (*faeces*) yang bercampur sisa makanan maupun air kencing (*urine*), sehingga kualitas pupuk kandang beragam tergantung pada jenis, umur serta kesehatan ternak, jenis dan kadar serta jumlah pakan yang dikonsumsi, jenis pekerjaan dan lamanya ternak bekerja, lama dan kondisi penyimpanan, jumlah serta kandungan haranya (Soepardi, 1983). Pupuk kandang memiliki kandungan C/N rasio yang masih tinggi, sehingga apabila diberikan secara langsung, belum dapat

dimanfaatkan dengan baik oleh tanaman. Oleh karena itu perlu dilakukan fermentasi untuk merombak bahan-bahan yang sukar diserap tanaman supaya menjadi siap diserap secara langsung oleh tanaman. Selain itu, pupuk kandang masih banyak mengandung bahan organik segar yang sangat kasar sehingga akan mempengaruhi daya retensi terhadap air (Baharudin dan Mey, 2005).

Pupuk kandang sapi merupakan sumber bahan organik yang mudah diperoleh dibandingkan pupuk kandang lainnya. Pupuk kandang sapi mengandung kadar lengas 26,28 % berat, C organik 6,62 % N total 0,65 %, nisbah C/N 10,18, kadar bahan organik 11,41 %, asam humat 3,42 % dan asam fulvat 2,92 % (Jamilah, 2003). Jamilah (2003) menyatakan pemberian pupuk kandang berturut-turut dapat meningkatkan 4 % porositas tanah, 14,5 % volume udara tanah pada keadaan kapasitas lapangan dan 33,3 % bahan organik serta menurunkan kepadatan tanah sebanyak 3 %.



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, UPT kompos dan Laboratorium Kimia Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Waktu pelaksanaan dimulai Maret 2011-Mei 2011.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *polybag*, ring sampel, peralatan untuk membuat kompos, peralatan untuk analisis tanah, peralatan untuk pemeliharaan tanaman dan sebagainya.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tanah, kompos, benih sawi, air, EM₄ dan pupuk kandang sapi. Tanah yang digunakan sebagai media tanam adalah Andisol yang diambil dari Cangar Malang. Bahan kompos yang diperlukan adalah Gamal (*Gliricidia Sepium*) dan pupuk kandang sapi. Benih sawi yang digunakan adalah varietas caisin Bangkok, digunakan sebagai tanaman indikator. Air diperlukan untuk menyirami tanaman sesuai kapasitas lapangan. EM₄ sebagai aktivator yang membantu mempercepat dekomposisi.

3.3 Rancangan percobaan dan Perlakuan

Percobaan ini dilakukan di rumah kaca dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial, hal ini disebabkan tempat penelitian yang *homogen* sehingga tidak mempengaruhi parameter yang diamati. Penelitian ini menggunakan 12 perlakuan kombinasi dan masing-masing perlakuan diulang 3 kali.

Perhitungan kebutuhan kompos gamal per polybag dihitung berdasarkan pada bobot tanah yang dibutuhkan untuk media tanam.

1. Untuk perlakuan kompos:

G0 : Tanpa kompos gamal

G1 : kompos gamal dengan dosis 5 ton.ha^{-1}

G2 : kompos gamal dengan dosis 10 ton.ha^{-1}

G3 : kompos gamal dengan dosis 15 ton.ha^{-1}

2. Untuk perlakuan pupuk kandang sapi:

P0 : Tanpa pupuk kandang sapi

P1 : Pupuk kandang sapi dengan dosis 25 ton.ha^{-1}

P2 : Pupuk kandang sapi dengan dosis 50 ton.ha^{-1}

Kombinasi perlakuannya adalah sebagai berikut:

G0P0: Kontrol

G1P0: kompos gamal dengan dosis 5 ton.ha^{-1} + Tanpa pupuk kandang sapi

G1P1: kompos gamal dengan dosis 5 ton.ha^{-1} + Pupuk kandang sapi dengan dosis 25 ton.ha^{-1}

G1P2: kompos gamal dengan dosis 5 ton.ha^{-1} + Pupuk kandang sapi dengan dosis 50 ton.ha^{-1}

G2P0: kompos gamal dengan dosis 10 ton.ha^{-1} + Tanpa pupuk kandang sapi

G2P1: kompos gamal dengan dosis 10 ton.ha^{-1} + Pupuk kandang sapi dengan dosis 25 ton.ha^{-1}

G2P2: kompos gamal dengan dosis 10 ton.ha^{-1} + Pupuk kandang sapi dengan dosis 50 ton.ha^{-1}

G3P0: kompos gamal dengan dosis 15 ton.ha^{-1} + Tanpa pupuk Kandang sapi

G3P1: kompos gamal dengan dosis 15 ton.ha^{-1} + Pupuk kandang sapi dengan dosis 25 ton.ha^{-1}

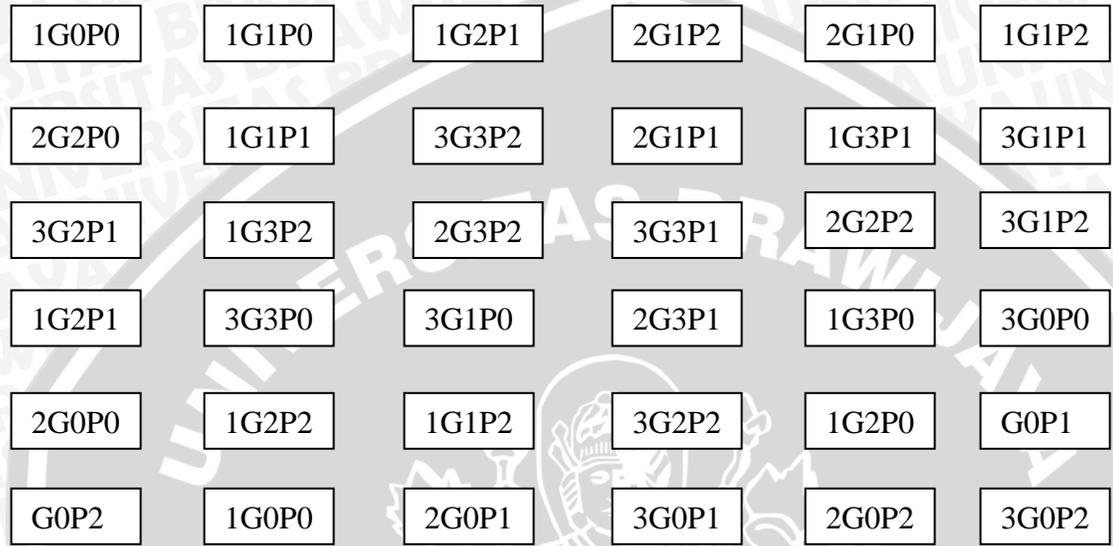
G3P2: kompos gamal dengan dosis 15 ton.ha^{-1} + Pupuk kandang sapi dengan dosis 50 ton.ha^{-1}

GOP1: tanpa kompos gamal+ Pupuk kandang sapi dengan dosis 25ton.ha⁻¹

GOP2: tanpa kompos gamal+ Pupuk kandang sapi dengan dosis 50 ton.ha⁻¹

Keterangan: pengacakan dilakukan setiap 3 hari

Penempatan polibag pada awal penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2: Denah percobaan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan contoh tanah

Contoh tanah diambil dari cangar Malang dengan jenis tanah andisol sedalam lapisan olah (0-20 cm), karena pada kedalaman tersebut unsur hara masih tersedia untuk tanaman dan dimungkinkan akar tanaman dapat menembus tanah (kedalaman efektif). Kemudian tanah dikering udarakan selama kurang lebih 2-3 hari, selanjutnya diayak 2 mm dan dimasukkan ke dalam *polybag* sebanyak 5 kg tanah setara kering oven. Tanah sebelum diperlakukan dengan penambahan bahan organik berupa kompos terlebih dahulu dilakukan analisis dasar. Analisis dasar tanah dan metode yang digunakan meliputi sifat-sifat kimia dan fisik tanah (Tekstur)

3.4.2 Penanaman

Benih sawi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari varietas caisim bangkok. Sebelum ditanam benih sawi ini terlebih dahulu dipilih benih yang berisi kemudian benih tersebut direndam kedalam air untuk menghilangkan warna dan bahan pengawet yang menempel pada benih tersebut selama 24 jam. Sebelum ditanam biji sawi disemaikan selama 7 hari. Tujuan penyemaian yaitu untuk menghemat benih dan mengurangi kematian pada awal pertumbuhan.

3.4.3 Pemeliharaan

Bibit sawi berkecambah yang berumur 7 hari dipindah ke dalam *polybag* yang telah berisi tanah, kompos dan pupuk dasar diatur sesuai dengan denah percobaan. Tiap *polybag* berisi 3 bibit sawi dan setelah berumur 10 hari dilakukan penjarangan hingga tersisa 1 bibit sawi terbaik. Penjarangan dilakukan supaya tidak terjadi persaingan dalam memperoleh unsur hara yang ada dalam tanah. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman dan penjarangan. Tanaman disiram dengan air sesuai dengan kapasitas lapangan (Lampiran 2) saat awal penanaman dan selanjutnya setiap hari tanaman disiram dengan cara penimbangan air untuk menjaga *polybag* tidak terjadi kelebihan pemberian air.

3.5. Pengamatan dan Analisis Data

3.5.1 Pengamatan

Pengamatan pertumbuhan tanaman yang dilakukan meliputi pengamatan destruktif dan non destruktif. Pengamatan non destruktif dilakukan setiap 10 hari sekali yaitu selama 40 hari, dengan parameter tinggi tanaman dan jumlah daun. Sedangkan untuk pengamatan destruktif dilakukan pada saat panen. Pengamatannya meliputi bobot kering, bobot segar, kadar P tanaman serta serapan P tanaman (Tabel 1).

Tabel 1. Analisis dan Pengamatan yang Dilakukan

Variabel Objek Pengamatan	Metode Analisis Pengamatan	Waktu Pengamatan
1. Tanah Andisol, Kompos Gamal dan pupuk kandang sapi		
1 pH (H ₂ O)	Glass Elektrode	Sebelum tanam
2 C Organik	Walkey and Blac	Sebelum tanam
3 P total	Pengabuan basah (HClO ₄ dan HNO ₃)	Sebelum tanam
4 K total	NH ₄ OAc 1N Kjeldahl	Sebelum tanam
5 N total	Kjeldahl	Sebelum tanam
6. P Tersedia	Bray 1	Sebelum tanam
Tanaman Sawi		
1. Tinggi tanaman	Pengukuran	10, 20, 30, 40 HST
2. Jumlah daun	Perhitungan	10, 20, 30, 40 HST
3. Serapan P	Timbangan Analitik	Setelah panen (40 HST)
4. Kadar P	Kadar P tan. x Bk. tan.	Setelah panen (40 HST)
	Pengabuan basah (HClO ₄ dan HNO ₃)	Setelah panen (40 HST)

3.5.2 Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kadar P dan pertumbuhan tanaman sawi digunakan analisis ragam atau uji F ($P=0,05$) dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan pangaruh antar perlakuan. Uji korelasi digunakan untuk mempelajari tingkat keeratan hubungan antara parameter pengamatan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

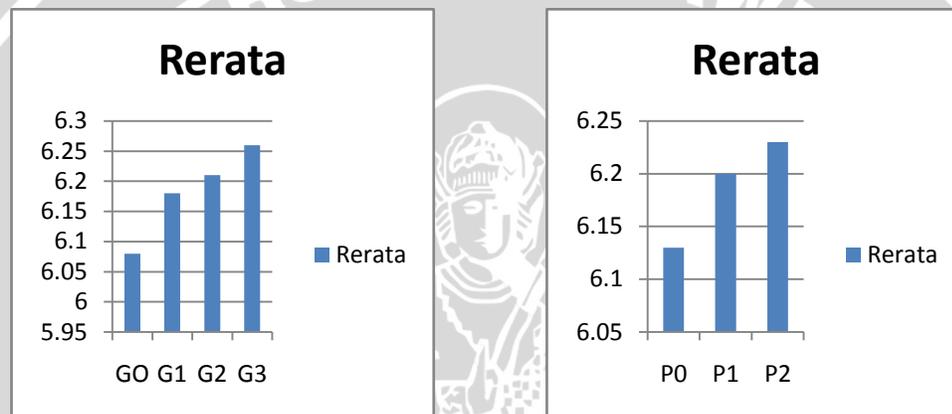


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Pemberian Kompos Gamal dan dengan Pupuk Kandang Sapi terhadap Sifat Kimia Tanah

4.1.1 pH Tanah

Derajat keasaman (pH) tanah erat kaitannya dengan tingkat ketersediaan hara di dalam tanah yang akan diserap oleh tanaman. Peningkatan nilai pH yang terjadi akan diikuti oleh penurunan jerapan P, sehingga jumlah P tersedia meningkat. Pemberian kompos gamal dan kombinasinya dengan pupuk kandang sapi tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah. (Lampiran 6)

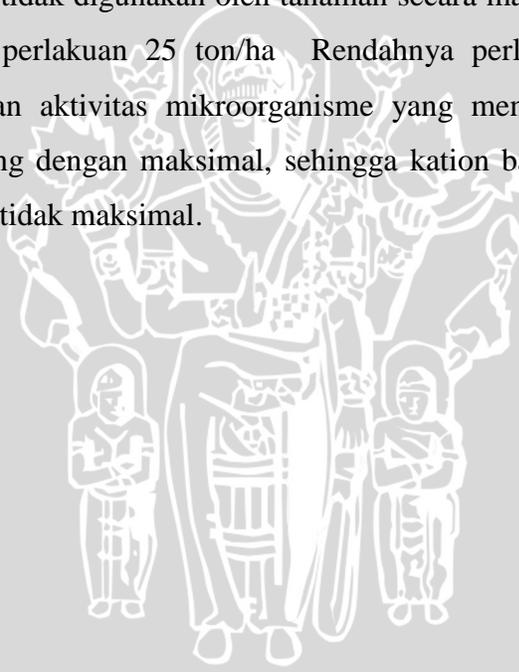


Gambar 3. Pengaruh Pemberian Kompos Gamal dan Pupuk kandang sapi Terhadap pH Tanah
Keterangan: G0 (control pada gamal), G1 (kompos Gamal 5 ton.ha⁻¹), G2 (kompos Gamal 10 ton.ha⁻¹), G3 (kompos Gamal 15 ton.ha⁻¹) dan P0 (tanpa pupuk kandang sapi), P1 (Pupuk kandang sapi 25 kg ha⁻¹), P2 (Pupuk kandang sapi 50 kg ha⁻¹)

Rerata nilai pH mengalami kenaikan dari kontrol maupun analisa dasar, kecuali kontrol yang mengalami penurunan dari analisa dasar. Rerata nilai pH tertinggi terdapat pada perlakuan G3P2 (kombinasi kompos gamal 15 ton.ha⁻¹ dan pupuk kandang sapi dosis 50 ton/ha) dengan nilai 6,33 naik 4,03 % dari kontrol. Nilai kontrol 6,02 mengalami penurunan 0,01 % dari analisa dasar. Menurut Foth(1994), pH tanah merupakan suatu nilai yang menunjukkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen (H⁺) di dalam tanah. Nilai pH tanah erat kaitannya dengan tingkat ketersediaan unsur hara di dalam tanah yang akan diserap oleh tanaman. Peningkatan pH terjadi akibat bahan organik tanah sudah mengalami mineralisasi sehingga melepaskan OH⁻ ke tanah sehingga meningkatkan

pH tanah. Penurunan yang terjadi pada kontrol disebabkan adanya aktivitas bakteri yang masih mendekomposisi bahan organik tanah sehingga menghasilkan asam organik yang dapat menurunkan pH tanah.

Peningkatan pH tanah diduga karena adanya pembebasan kation-kation basa hasil dari dekomposisi bahan organik. Menurut Prabowo (1997) pembebasan kation-kation basa hasil dekomposisi bahan organik dapat mengurangi konsentrasi H^+ larutan tanah karena adanya pembebasan ion OH^- dari kation-kation basa tersebut, sehingga pH tanah dapat meningkat. Pupuk N mengandung (NH_4^+) yang dapat memasamkan tanah jika tidak digunakan oleh tanaman, diduga pemberian pupuk kandang sapi 50ton/ha^{-1} tidak digunakan oleh tanaman secara maksimal sehingga pH tanah lebih asam dari perlakuan 25 ton/ha . Rendahnya perlakuan tanpa pupuk kandang sapi disebabkan aktivitas mikroorganisme yang mendekomposisi bahan organik tidak berlangsung dengan maksimal, sehingga kation basa yang dilepaskan dari proses dekomposisi tidak maksimal.



Tabel 2. Pengaruh Kompos gamal dan Pupuk kandang sapi Terhadap pH Tanah

Perlakuan	pH Tanah
G0N0: Kontrol	6.02 a
G0P1: Tanpa Gamal + P.Kandang Sapi 25 ton/ha	6.10 ab
G0P2: Tanpa Gamal + P.Kandang Sapi 50 ton/ha	6.12 ab
G1P0: Kompos Gamal 5 ton/ha + Tanpa P.Kandang sapi	6.14 ab
G1P1: Kompos gamal 5 ton/ha + P.Kandang sapi 25 ton/ha	6.19 c
G1P2: Kompos gamal 5 ton/ha + P.Kandang sapi 50 ton/ha	6.20 c
G2P0: Kompos gamal 10 ton/ha + Tanpa P.Kandang sapi	6.16 b
G2P1: Kompos gamal 10 ton/ha + P.Kandang sapi 25 ton/ha	6.22 cd
G2P2: kompos gamal10 ton/ha + P. Kandang sapi 50 ton/ha	6.24de
G3P0: kompos gamal 15 ton/ha + Tanpa P.Kandang sapi	6.17 b
G3P1: kompos gamal 15 ton/ha + P.Kandang sapi 25 ton/ha	6.28 ef
G3P2: : kompos gamal 15 ton/ha + P.Kandang sapi 50 ton/ha	6.33 f

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang nyata, berdasarkan uji Duncan 5%

Pada analiss data yang dilakukan berdsarkan uji Duncan 5% terlihat jelas menunjukkan pengaruh yang nyata antara perlakuan pada kompos gamal dan pupuk kandang sapi, dimana perlakuan kompos gamal mengalami peningkatan

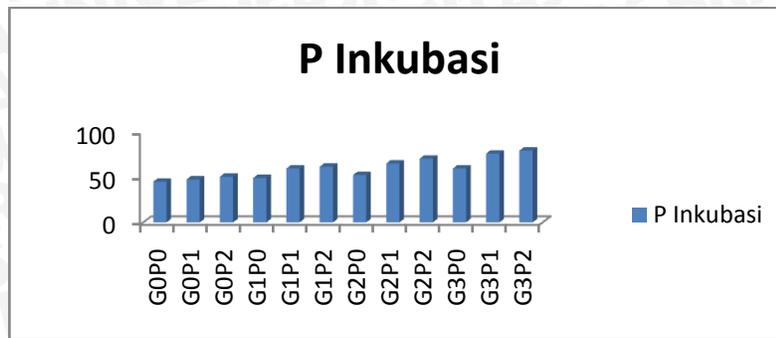
dibandingkan gamal yang tanpa dosis (G0) dibandingkan Gamal yang menggunakan dosis yang lebih besar (G3). Hal itu terjadi besarnya bahan organik yang diterima pada perlakuan G3 Dan P2, sehingga mengalami kenaikan pH Pada tanah. Semakin besar bahan organik yang ada pada tanah maka pH tanah semakin meningkat

4.1.2 Kadar P Tersedia Tanah

4.1.2.1 Setelah Inkubasi

Pengambilan sampel tanah setelah inkubasi dilakukan pada 7 hari setelah tanah diinkubasi. Kadar P tersedia merupakan unsur P yang terdapat pada larutan tanah dan mudah diserap oleh tanaman. Pemberian kompos gamal dan kombinasinya dengan pupuk kandang sberpengaruh nyata terhadap P tersedia tanah setelah inkubasi

Kadar P tersedia tanah setelah inkubasi tertinggi didapati pada perlakuan G3P2 sebesar 79,45 mg.kg⁻¹ dengan kenaikan 76,5 % dari kontrol, sedangkan kadar P tersedia terendah didapati pada perlakuan kontrol sebesar 45 mg.kg⁻¹. Menurut klasifikasi LPT (1983) nilai P tersedia pada analisa dasar tanah sebesar 6,11 mg.kg⁻¹ berada pada tingkat sangat rendah, sedangkan pada kontrol dan perlakuan 45 mg.kg⁻¹ dan 79,47 mg.kg⁻¹ berada pada tingkat sangat tinggi. Kenaikan pada seluruh perlakuan dari kontrol diduga karena adanya tambahan bahan organik yang sudah mulai terdekomposisi sehingga mampu menambahkan ketersediaan P dalam tanah. Selain itu ketersediaan P juga dapat dipengaruhi pH tanah, dimana pada pH sekitar 6 unsur P tersedia. Bila dilihat dari nilai pH pada penelitian ini mempunyai pH sekitar 6 – 7 atau agak masam sampai netral. Menurut Buckman dan Brady (1982), bahwa fosfor yang biasanya tidak pernah mudah larut dalam tanah pada pH sekitar 6 karena ketahanannya berkurang. Dalam keadaan demikian, kebanyakan tanaman dapat menyerap unsur P dari tanah dengan tidak mengalami kesulitan



Gambar 4. Pengaruh Pemberian Kompos gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk kandang sapi terhadap P Tersedia Tanah Setelah Inkubasi 7 Hari

Keterangan: G0 (control pada gamal), G1 (kompos Gamal 5 ton.ha⁻¹), G2 (kompos Gamal 10 ton.ha⁻¹), G3 (kompos Gamal 15 ton.ha⁻¹) dan P0 (tanpa pupuk kandang sapi), P1 (Pupuk kandang sapi 25 kg ha⁻¹), P2 (Pupuk kandang sapi 50 kg ha⁻¹)

Kadar P tersedia tanah setelah inkubasi tertinggi didapati pada perlakuan G3P2 sebesar 79,45 mg.kg⁻¹ dengan kenaikan 76,5 % dari kontrol, sedangkan kadar P tersedia terendah didapati pada perlakuan kontrol sebesar 45 mg.kg⁻¹. Menurut klasifikasi LPT (1983) nilai P tersedia pada analisa dasar tanah sebesar 6,11 mg.kg⁻¹ berada pada tingkat sangat rendah, sedangkan pada kontrol dan perlakuan 45 mg.kg⁻¹ dan 79,47 mg.kg⁻¹ berada pada tingkat sangat tinggi. Kenaikan pada seluruh perlakuan dari kontrol diduga karena adanya tambahan bahan organik yang sudah mulai terdekomposisi sehingga mampu menambahkan ketersediaan P dalam tanah. Selain itu ketersediaan P juga dapat dipengaruhi pH tanah, dimana pada pH sekitar 6 unsur P mudah tersedia. Bila dilihat dari nilai pH pada penelitian ini mempunyai pH sekitar 6 – 7 atau agak masam sampai netral. Menurut Buckman dan Brady (1982), bahwa fosfor yang biasanya tidak pernah mudah larut dalam tanah pada pH sekitar 6 rupanya ketahanannya berkurang. Dalam keadaan demikian, kebanyakan tanaman dapat menyerap unsur P dari tanah dengan tidak mengalami kesulitan.

Pemberian kombinasi kompos gamal dan pupuk kandang sapi meningkatkan nilai kadar P tersedia dalam tanah (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar P tersedia dipengaruhi oleh peningkatan pemberian dosis kompos gamal dan pupuk kandang sapi. Semakin tinggi masukan bahan organik kedalam tanah maka akan meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Hal ini terjadi karena kompos sudah mulai terdekomposisi sehingga unsur haranya bisa digunakan oleh tanaman secara langsung.

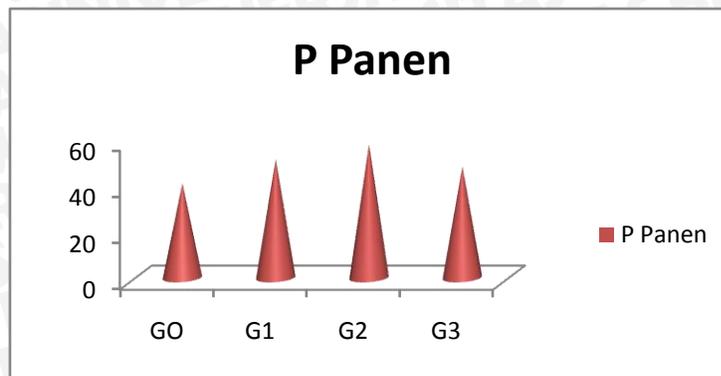
Tabel 3. Pengaruh Kompos gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk kandang sapi Terhadap kadar P tersedia Tanah Setelah inkubasi

Perlakuan				
Gamal	P0	P1	P2	Rerata
G0	45.00	47.50	50.45	47.65 a
G1	49.05	59.58	61.63	56.75 b
G2	52.34	65.26	70.40	62.66 b
G3	59.56	76.08	79.45	71.66 c
Rerata	51.48 a	62.10 b	65.48 b	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang nyata, berdasarkan uji Duncan 5%

4.1.2.2 Setelah Panen

Kadar P tersedia setelah panen diamati setelah tanaman berumur 40 hari setelah tanam. Pemberian kompos gamal dan kombinasinya dengan pupuk kandang sapi tidak berpengaruh nyata terhadap P tersedia tanah. Pada pemberian kompos gamal dan pemberian pupuk kandang sapi secara tunggal serta berengaruh nyata sedangkan interaksi antara kompos gamal dengan pupuk kandang sapi tidak berpengaruh nyata pada semua perlakuan. Hal ini terjadi karena ada keragaman data hasil perhitungan analisis P tersedia sehingga F hitung yang diperoleh dari perhitungan hasil analisis sidik ragam lebih kecil pada taraf 5 % (Lampiran 7).



Gambar 5. Pengaruh Pemberian Kompos gamal terhadap P Tersedia Tanah Setelah panen
Keterangan: G0 (control pada gamal), G1 (kompos Gamal 5 ton.ha⁻¹), G2 (kompos Gamal 10 ton.ha⁻¹), G3 (kompos Gamal 15 ton.ha⁻¹)

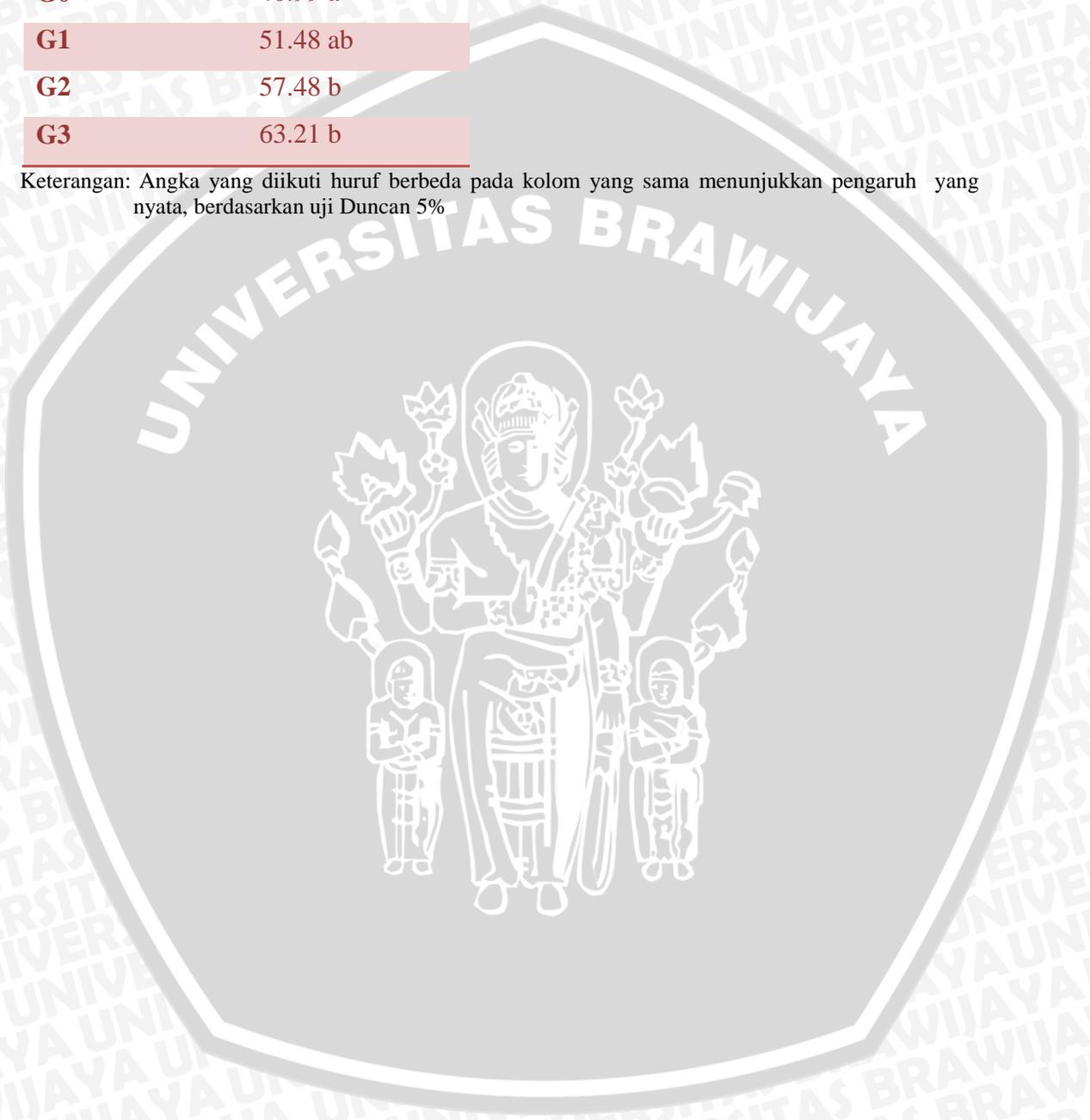
Kadar P tersedia tanah setelah panen tertinggi pada perlakuan G3P2 sebesar 65,41 mg.kg⁻¹ dengan kenaikan 80,04 % dari kontrol, sedangkan kadar P tersedia terendah didapati pada perlakuan kontrol sebesar 36,33 mg.kg⁻¹. Menurut klasifikasi LPT (1983) nilai P tersedia pada kontrol dan perlakuan 36,33 mg.kg⁻¹ dan 65,41 mg.kg⁻¹ berada pada tingkat sangat tinggi. Kenaikan pada seluruh perlakuan dari kontrol diduga karena adanya tambahan bahan organik sehingga mampu menambahkan ketersediaan P dalam tanah. Hasil penelitian Sasmita (2007) pemberian urine sapi dan pupuk hayati dosis setara 100 kg N ha⁻¹ menghasilkan nilai P tersedia dari 52,27 mg kg⁻¹ sampai 65,85 mg.kg⁻¹ termasuk dalam tingkat sangat tinggi.

Nilai P tersedia setelah inkubasi lebih tinggi daripada setelah panen, hal ini disebabkan unsur P tersedia dalam tanah sebagian sudah digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Selain itu juga ada pengaruh dari jasad mikro yang menggunakan P untuk tumbuh dan berkembang. Soepardi (1983) menjelaskan bahwa jasad mikro menggunakan fosfor secara bebas, maka sebagian fosfor yang diberikan dalam tanah menjadi tubuh mereka. Pada Perlakuan Pada analiss data yang dilakukan berdsarkan uji Duncan 5% terlihat jelas menunjukkan pengaruh yang nyata antara perlakuan pada kompos gamal, dimana perlakuan kompos gamal mengalami peningkatan dibandingkan gamal yang tanpa dosis (G0) dibandingkan Gamal yang menggunakan dosis yang lebih besar (G3).hal itu terjadi besarnya bahan organik yang diterima pada perlakuan G, sehingga mengalami kenaikan P Pada tanah

Tabel 4. Pengaruh Kompos gamal dan Pupuk kandang sapi Terhadap P Panen Tanah
Perlakuan

Gamal	Rerata
G0	40.99 a
G1	51.48 ab
G2	57.48 b
G3	63.21 b

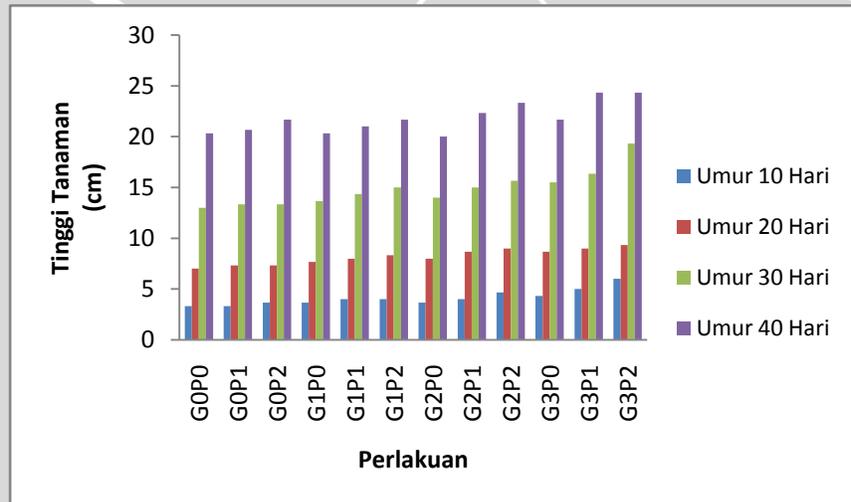
Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang nyata, berdasarkan uji Duncan 5%



4.2 Pengaruh Pemberian Kompos gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan, Produksi, Kadar P dan Serapan P Tanaman, Bobot Kering dan Bobot Segar Tanaman

4.2.1 Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman sawi dilakukan pada 10, 20, 30 dan 40 hari setelah tanam. Pemberian kombinasi kompos gamal dengan pupuk kompos gamal tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Pemberian kompos gamal secara tunggal berpengaruh nyata pada pengamatan 40 hari setelah tanam dan pemberian pupuk kandang sapi pengaruh nyata pada 40 hari setelah tanam, tetapi interaksi kompos gamal dengan pupuk pengaruh nyata pada semua perlakuan (Gambar 6 dan Lampiran 5.3).



Gambar 6. Pengaruh Pemberian Kompos gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk kandang sapi Terhadap Tinggi Tanaman Pada 10, 20, 30, dan 40 HST

Keterangan: G0 (control pada gamal), G1 (kompos Gamal 5 ton.ha⁻¹), G2 (kompos Gamal 10 ton.ha⁻¹), G3 (kompos Gamal 15 ton.ha⁻¹) dan P0 (tanpa pupuk kandang sapi), P1 (Pupuk kandang sapi 25 kg ha⁻¹), P2 (Pupuk kandang sapi 50 kg ha⁻¹)

Perlakuan kompos gamal 15 ton.ha⁻¹ dengan pupuk kandang sapi 50 kg.ha⁻¹ (G3P2) memiliki rerata tinggi tanaman yang tertinggi pada 10 HST, 20 HST dan 30 HST berturut-turut sebesar 6,0 cm; 9,33 cm; 19,33 cm serta pada 40 HST yang tertinggi adalah perlakuan kompos gamal 15 ton.ha⁻¹ dengan pupuk kandang sapi 50 kg.ha⁻¹ (G3P2) sebesar 24,33 cm dengan peningkatan 95 %, 33,33 %, 45,15 %, dan 16,67 % dari kontrol. Secara umum perlakuan kompos gamal 15 ton.ha⁻¹ dengan pupuk kandang sapi 50 kg.ha⁻¹ (G3P2) memiliki rerata tinggi tanaman yang tertinggi

pada semua waktu pengamatan. Rendahnya rerata tinggi tanaman pada G0P1 diduga akibat tanaman mengalami kekurangan unsur hara. Handayanto (1998) mengungkapkan bahwa ketersediaan unsur hara dan kebutuhan tanaman akan unsur hara menurut waktu harus matching (sinkron) dan apabila keduanya tidak match maka terjadi defisiensi atau kelebihan unsur hara.

Kompos gamal memberikan pengaruh nyata pada 40 hari setelah tanam, sedangkan pada kandang sapi memberikan pengaruh yang nyata pada 40 hari setelah tanam. Peningkatan tertinggi kompos gamal pada perlakuan G3 (dosis kompos gamal 15 ton.ha⁻¹), sedangkan pemberian pupuk kandang sapi terdapat pada perlakuan P2 (Pupuk kandang sapi dosis 50 kg.ha⁻¹) (Tabel 4). Soemarno (1993) menyatakan bahwa bahan organik mengandung sejumlah zat tumbuh dan vitamin dan pada waktu-waktu tertentu dapat merangsang pertumbuhan tanaman dan juga jasad mikro. Selain itu tanaman akan toleran terhadap kekurangan air jika suplai fosfornya cukup baik. Oleh karena itu pertumbuhan tanaman sangat ditentukan oleh besarnya serapan dan tingkat ketersediaan fosfor dalam tanah.

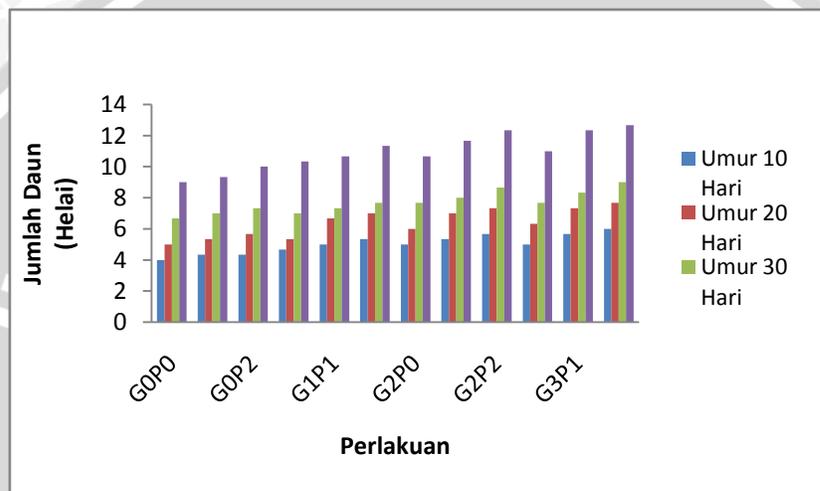
Tabel 5. Pengaruh Kompos gamal dan dengan Pupuk kandang Sapi secara tunggal Terhadap Tinggi Tanaman 40 hari setelah tanam

Perlakuan				
Gamal	P0	P1	P2	Rerata
G0	20.33	20.66	21.33	20.77 a
G1	20.33	21.00	21.66	20.99 ab
G2	20.00	22.33	23.33	21.88 c
G3	20.33	24.33	24.33	22.99 d
Rerata	20.24 a	22.08 b	22.66 b	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan pada taraf 5%)

4.2.2 Jumlah Daun

Pengukuran jumlah daun dilakukan pada 10, 20, 30 dan 40 hari setelah tanam. Pemberian kombinasi kompos gamal dengan pupuk kandang sapi tidak berpengaruh nyata. Pemberian kompos gamal berpengaruh nyata pada semua pengamatan, dan pemberian pupuk kandang sapi tidak berpengaruh nyata pada semua pengamatan. (Gambar 7 dan Lampiran 5.4).



Gambar 7. Pengaruh Pemberian Kompos Gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk kandang sapi Terhadap Jumlah Daun Pada 10, 20, 30, dan 40 HST

Keterangan: G0 (control pada gamal), G1 (kompos Gamal 5 ton.ha⁻¹), G2 (kompos Gamal 10 ton.ha⁻¹), G3 (kompos Gamal 15 ton.ha⁻¹) dan P0 (tanpa pupuk kandang sapi), P1 (Pupuk kandang sapi 25 kg ha⁻¹), P2 (Pupuk kandang sapi 50 kg ha⁻¹)

Perlakuan kompos gamal 15 ton.ha⁻¹ dengan pupuk kandang sapi 50 kgha⁻¹ (G3P2) memiliki rerata jumlah daun yang tertinggi pada 20 HST, 30 HST dan 40 HST berturut-turut sebesar 7,67, 9,00, 12,67 serta pada 10 HST yang tertinggi adalah perlakuan kompos gamal 15 ton.ha⁻¹ dengan pupuk N 25 kg.ha⁻¹ (G3P2) sebesar 6,00. Secara umum perlakuan kompos gamal 15 ton.ha⁻¹ dengan pupuk kandang sapi 50 kg.ha⁻¹ (G3P2) memiliki rerata jumlah daun tertinggi pada semua waktu pengamatan (Lampiran 8).

Pupuk kandang sapi dan kompos gamal tidak berpengaruh nyata pada semua pengamatan setelah tanam. Pengaruh tertinggi diberikan oleh perlakuan P2 (Pupuk kandang sapi dosis 50 kg.ha⁻¹) (Tabel 5).

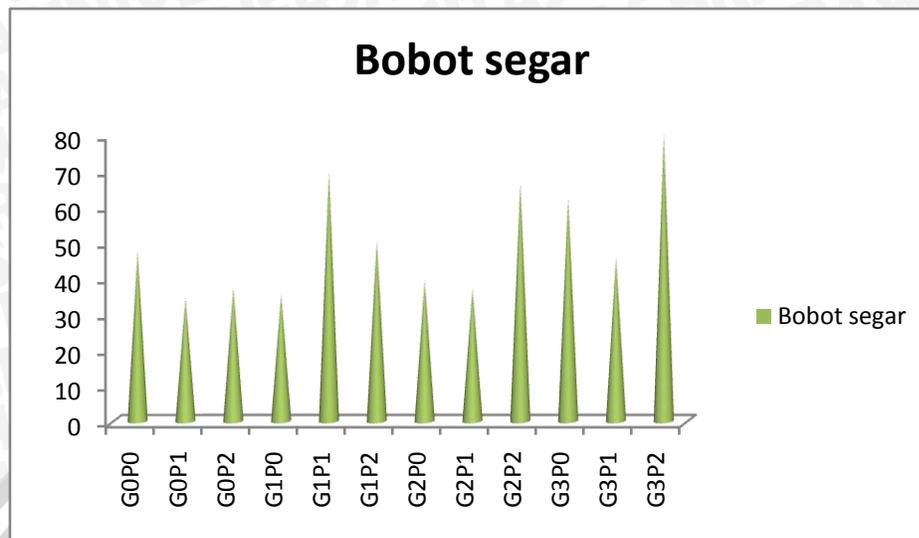
Tabel 6. Pengaruh Kompos gamal dan dengan Pupuk kandang Sapi secara tunggal Terhadap jumlah daun 40 hari setelah tanam

Perlakuan				
Gamal	P0	P1	P2	Rerata
G0	9.00	9.33	10.00	9.44 a
G1	10.33	10.66	11.33	10.77ab
G2	10.66	11.66	12.33	11.55 c
G3	11.00	12.33	12.66	11.99 d
Rerata	10.24 a	10.99 b	11.58 b	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan pada taraf 5%)

4.2.3 Bobot Segar Tanaman

Bobot segar tanaman diperoleh dari hasil penimbangan yang dilakukan pada akhir pengamatan yaitu pada 40 hari setelah tanam. Pengamatan pada bobot segar dimaksudkan untuk mengetahui tingkat produksi tanaman. Pemberian kombinasi kompos gamal dengan pupuk kandang sapi berpengaruh sangat nyata terhadap bobot segar tanaman (Gambar 8 dan Lampiran 5.5).



Gambar 8. Pengaruh Pemberian kompos gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk kandang sapi Terhadap Bobot Segar Tanaman

Keterangan: G0 (control pada gamal), G1 (kompos Gamal 5 ton.ha⁻¹), G2 (kompos Gamal 10 ton.ha⁻¹), G3 (kompos Gamal 15 ton.ha⁻¹) dan P0 (tanpa pupuk kandang sapi), P1 (Pupuk kandang sapi 25 kg ha⁻¹), P2 (Pupuk kandang sapi 50 kg ha⁻¹)

Nilai bobot segar tertinggi diperoleh pada perlakuan G3P2 yaitu 80 g dengan kenaikan 58,87 % dari kontrol, sedangkan bobot segar terendah pada perlakuan G0P1 yaitu 34,33 g lebih rendah dari kontrol. Bobot segar tanaman dipengaruhi oleh tinggi tanaman dan jumlah daun, semakin tinggi tanaman dan semakin banyak jumlah daunnya maka bobot segar tanaman akan semakin tinggi (lampiran 9). Pengaruh kombinasi kompos gamal dan pupuk kandang sapi tertinggi terdapat pada perlakuan G3P2 (dosis kompos 15 ton.ha⁻¹ dan Pupuk dosis 50 kg.ha⁻¹) (Tabel 6). Ketersediaan fosfor yang cukup dalam tanah akan mempengaruhi penyerapan P oleh akar tanaman yang berdampak pada biomassa tanaman sawi termasuk bobot segar tanaman.

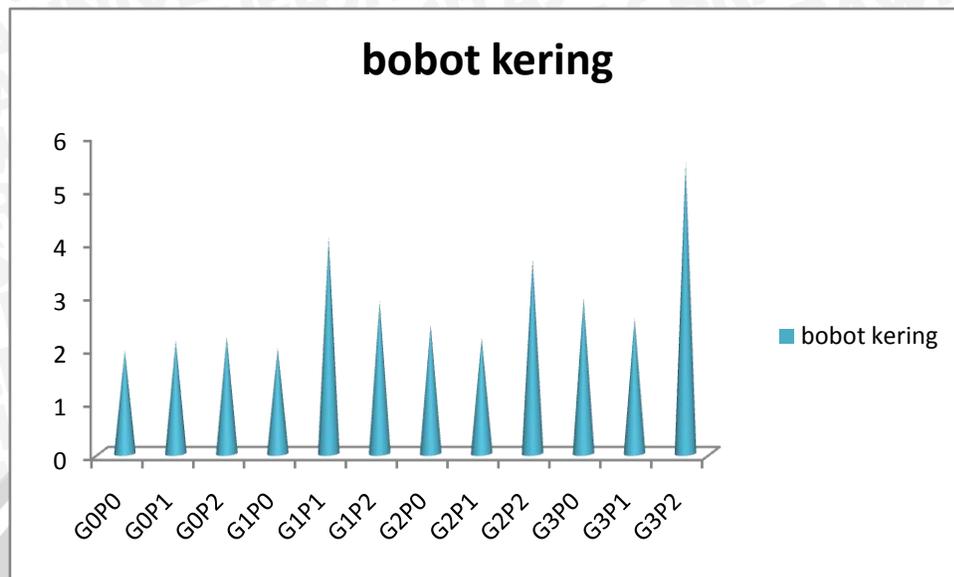
Tabel 7. Pengaruh Kompos gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk kandang Sapi Terhadap Bobot Segar Tanaman

Perlakuan	Bobot Segar (g)
G0N0: Kontrol	47,33 a
G0P1: Tanpa Gamal + P.Kandang Sapi 25 ton/ha	34,33ab
G0P2: Tanpa Gamal + P.Kandang Sapi 50 ton/ha	37,33 ab
G1P0: Kompos Gamal 5 ton/ha + Tanpa P.Kandang sapi	35,33 ab
G1P1: Kompos gamal 5 ton/ha + P.Kandang sapi 25 ton/ha	69,66 de
G1P2: Kompos gamal 5 ton/ha + P.Kandang sapi 50 ton/ha	50,33 bc
G2P0: Kompos gamal 10 ton/ha + Tanpa P.Kandang sapi	39,33 ab
G2P1: Kompos gamal 10 ton/ha + P.Kandang sapi 25 ton/ha	37,00 ab
G2P2: kompos gamal10 ton/ha + P. Kandang sapi 50 ton/ha	66,33 de
G3P0: kompos gamal 15 ton/ha + Tanpa P.Kandang sapi	62,33 cd
G3P1: kompos gamal 15 ton/ha + P.Kandang sapi 25 ton/ha	45,66 ab
G3P2: : kompos gamal 15 ton/ha + P.Kandang sapi 50 ton/ha	80,00 e

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan pada taraf 5%)

4.2.4 Bobot Kering Tanaman

Bobot kering tanaman diperoleh dari hasil penimbangan yang dilakukan setelah tanaman dioven. Parameter bobot kering digunakan untuk mengetahui nilai serapan P tanaman setelah dikalikan dengan kadar P tanaman. Pemberian kombinasi kompos gamal dengan pupuk kandang sapi berpengaruh sangat nyata terhadap bobot kering tanaman (Gambar 9 dan Lampiran 5.6).



Gambar 9. Pengaruh Pemberian Kompos gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk kandang sapi Terhadap Bobot Kering Tanaman

Keterangan: G0 (control pada gamal), G1 (kompos Gamal 5 ton.ha⁻¹), G2 (kompos Gamal 10 ton.ha⁻¹), G3 (kompos Gamal 15 ton.ha⁻¹) dan P0 (tanpa pupuk kandang sapi), P1 (Pupuk kandang sapi 25 kg ha⁻¹), P2 (Pupuk kandang sapi 50 kg ha⁻¹)

Nilai rerata bobot kering pada pengamatan 40 HST tertinggi diperoleh pada perlakuan G3P2 yaitu 5,48 g dengan kenaikan 61,3 % dan terendah pada perlakuan G1P0 yaitu 1,9 g dengan penurunan 56,5 %. Nilai bobot kering ditentukan oleh bobot segar tanaman. Hal ini disebabkan berat kering dihitung dari bobot segar yang dikeringkan dalam oven selama 2x24 jam. Penghitungan bobot kering dimaksudkan untuk mengetahui serapan P pada tanaman.

Pengaruh kompos gamal tertinggi terdapat pada perlakuan G3P2 (dosis kompos 15 ton.ha⁻¹ dan Pupuk dosis 50 kg.ha⁻¹) (Tabel 7). tanaman. Ketersediaan fosfor yang cukup dalam tanah akan mempengaruhi penyerapan P oleh akar tanaman yang berdampak pada biomassa tanaman sawi termasuk bobot kering.

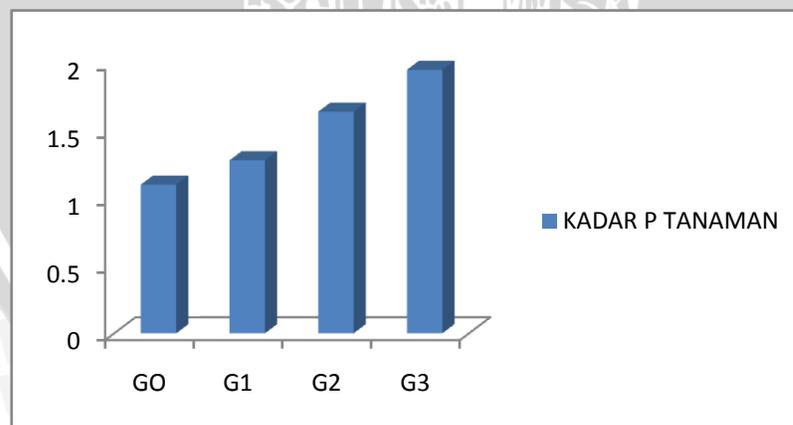
Tabel 8. Pengaruh Kompos gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk kandang sapi Terhadap Bobot Kering Tanaman

Perlakuan				
Gamal	P0	P1	P2	Rerata
G0	1.95	2.13	2.21	2.09 a
G1	1.99	4.07	2.87	2.97bc
G2	2.43	2.18	3.66	2.75 b
G3	2.93	2.56	5.48	3.65 d
Rerata	2.32a	2.73 b	3.55 c	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan pada taraf 5%)

4.2.5 Kadar P Tanaman

Kadar P tanaman merupakan jumlah unsur P yang berada pada tanaman. Penghitungan kadar P tanaman dimaksudkan untuk mengetahui serapan P pada tanaman setelah dikalikan dengan bobot kering tanaman. Pemberian kombinasi kompos gamal dengan pupuk kandang sapi tidak berpengaruh sangat nyata terhadap P tanaman. Sedangkan yang berpengaruh nyata hanya pada perlakuan tunggal pada P Tanaman (Gambar 10)



Gambar 10. Pengaruh Pemberian Kompos gamal terhadap Kadar P Tanaman

Keterangan: G0 (control pada gamal), G1 (kompos Gamal 5 ton.ha⁻¹), G2 (kompos Gamal 10 ton.ha⁻¹), G3 (kompos Gamal 15 ton.ha⁻¹)

Rerata nilai P tanaman pada semua perlakuan lebih tinggi daripada kontrol.

Kadar P tanaman tertinggi pada perlakuan G3P2 sebesar $2,01 \text{ mg.kg}^{-1}$ dengan kenaikan 90,73 % dari kontrol, sedangkan kadar P tanaman terendah didapatkan pada kontrol sebesar $1,07 \text{ mg.kg}^{-1}$. Hasil penelitian Sasmita (2007) pemberian urine sapi dan pupuk hayati dosis setara 100 kg N ha^{-1} menghasilkan kadar P tanaman sebesar $3,15 \text{ mg.kg}^{-1}$ dengan peningkatan 31,25 % dari kontrol.

Pengaruh kombinasi kompos gamal dengan pupuk kandang sapi tertinggi terdapat pada perlakuan G3P2 (kompos gamal 15 ton.ha^{-1} dengan pupuk N 50 kg.ha^{-1}) (Tabel 8). Tingginya nilai kadar P tanaman diduga karena tingginya nilai kadar P tersedia tanah yang dapat digunakan tanaman secara langsung. Winarso (2005) menjelaskan bahwa adsorpsi P dalam larutan tanah oleh Al-oksida dan Fe dapat menurun apabila pH meningkat. Bentuk-bentuk P larut dan tersedia paling optimum terjadi antara pH 6 hingga

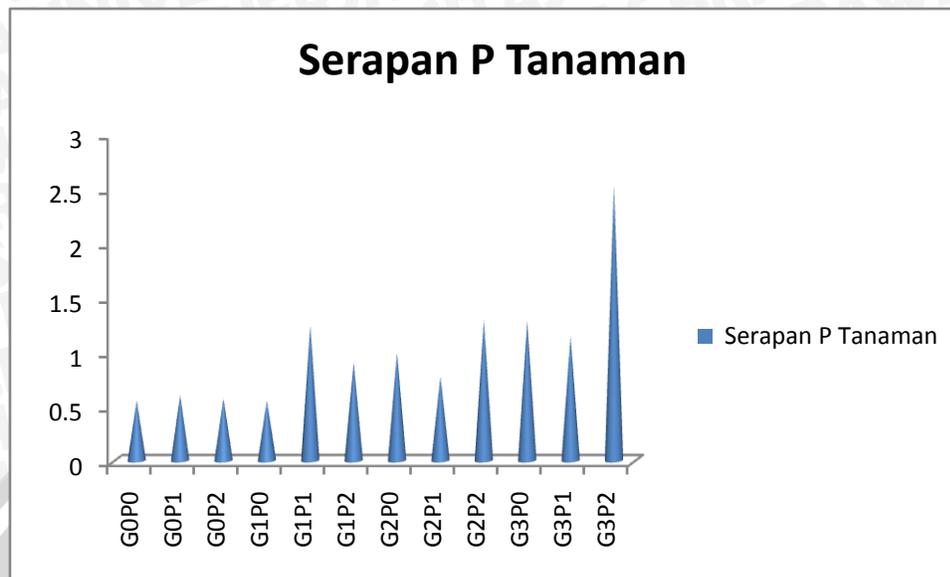
Tabel 9. Pengaruh Kompos gamal terhadap kadar P Tanaman

Perlakuan	
Gamal	Rerata
G0	18.31 a
G1	18.59 b
G2	18.66 c
G3	18.84 d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda pada kan kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang nyata, berdasarkan uji Duncan 5 %

4.2.6 Serapan P Tanaman

Perhitungan serapan P dimaksudkan untuk mengetahui serapan unsur P oleh tanaman selama pertumbuhan. Serapan P diperoleh dari perhitungan bobot kering tanaman dikalikan dengan kadar P tanaman. Pemberian kombinasi kompos gamal dengan pupuk kandang sapi berpengaruh sangat nyata terhadap serapan P tanaman (Gambar 11 dan Lampiran 5.8)



Gambar 11. Pengaruh Pemberian Kompos gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk kandang sapi Terhadap Serapan P Tanaman

Keterangan: G0 (control pada gamal), G1 (kompos Gamal 5 ton.ha⁻¹), G2 (kompos Gamal 10 ton.ha⁻¹), G3 (kompos Gamal 15 ton.ha⁻¹) dan P0 (tanpa pupuk kandang sapi), P1 (Pupuk kandang sapi 25 kg ha⁻¹), P2 (Pupuk kandang sapi 50 kg ha⁻¹)

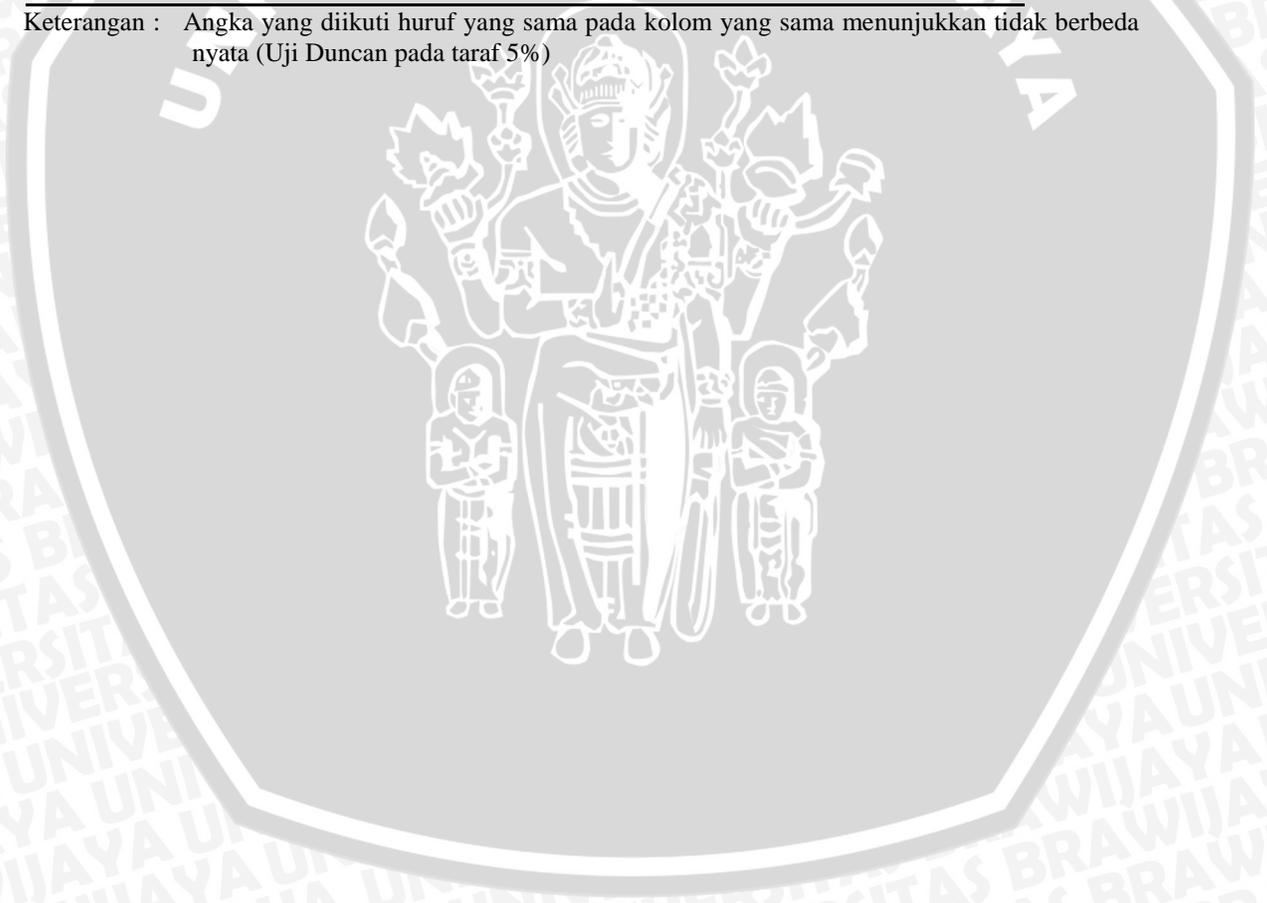
Rerata nilai serapan P tanaman tertinggi adalah perlakuan kompos gamal 15 ton.ha⁻¹ dengan pupuk kandang sapi 50 kg.ha⁻¹ (G3P2) sebesar 2,53 g/tanaman meningkat 146,43 % dari kontrol, sedang perlakuan dengan nilai rerata terendah didapati pada perlakuan GOP1 sebesar 0,59 g/tanaman turun 57,2 % dari kontrol. Rendahnya nilai serapan P pada GOP1, diduga karena adanya aktifitas mikroorganisme dalam tanah yang mengikat sementara P anorganik dalam jaringan tubuhnya, sehingga mempengaruhi penyerapan oleh tanaman sawi (Buckman dan Brady, 1982).

Pengaruh kombinasi kompos gamal dengan pupuk kandang sapi tertinggi terdapat pada perlakuan G3P2 (kompos gamal 15 ton.ha⁻¹ dengan pupuk kandang sapi 50 kg.ha⁻¹) (Tabel 9). Peningkatan nilai serapan P pada perlakuan diduga karena proses dekomposisi bahan organik yang berperan dalam mengurangi kapasitas penyematan fosfor oleh tanah, sehingga ketersediaan fosfor meningkat. Pada proses dekomposisi, bahan organik merombak P organik menjadi P anorganik sehingga P menjadi bentuk tersedia dalam tanah (Hakim ,1986)

Tabel 10. Pengaruh Kompos gamal dan Kombinasinya dengan Pupuk kandang sapi Terhadap Serapan P Tanaman

Perlakuan				
Gamal	P0	P1	P2	Rerata
G0	0.55	0.60	0.57	0.57a
G1	0.55	1.24	0.90	0.89ab
G2	0.99	0.77	1.29	1.01 b
G3	1.28	1.14	2.53	1.65 c
Rerata	0.84a	0.93 ab	1.32 c	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Uji Duncan pada taraf 5%)



4.3. Hubungan Antar Parameter Pengamatan

Hubungan antara pH dengan P tersedia ditunjukkan pada tabel korelasi (lampiran 6) menunjukkan adanya korelasi positif terhadap P tersedia. Hal ini menunjukkan semakin tinggi nilai pH maka semakin tinggi pula P tersedia. Syekhfani (1997) mengemukakan bahwa peningkatan pH akan menurunkan kelarutan Al^{++} dan Fe^{3+} yang mempunyai aktifitas tinggi dalam menyerap ion P sehingga jerapan P pada tanah dapat diturunkan. Winarso (2005) menjelaskan bahwa adsorpsi P dalam larutan tanah oleh Al-oksida dan Fe dapat menurun apabila pH meningkat. Bentuk-bentuk P larut dan tersedia paling optimum terjadi antara pH 6 hingga 7.

Hubungan antara serapan P dengan pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan pada tabel korelasi (Lampiran 6) menunjukkan bahwa ada korelasi positif terhadap tinggi tanaman ($r = 0,53$), jumlah daun ($r = 0,51$), bobot segar ($r=0,79^{**}$) dan bobot kering tanaman ($r = 0,91^{**}$). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan serapan P tanaman akan diikuti oleh peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar dan bobot kering tanaman. Adanya hubungan tersebut karena fungsi P di dalam tanaman adalah untuk proses pembelahan dan pembesaran sel, sehingga bila P yang diserap tanaman tinggi maka proses pembelahan dan pembesaran sel semakin cepat dan tanaman akan semakin cepat pula tumbuh. Menurut Rifai (2006) adanya hubungan antara serapan P tanaman dengan tinggi tanaman yang mengakibatkan meningkatnya P yang diserap oleh tanaman pada masa vegetatif. Ditambahkan oleh Hakim *et al.* (1986) P merupakan bagian dari inti sel, sangat penting dalam pembelahan sel dan juga untuk perkembangan jaringan meristem.

Hubungan kadar P tersedia setelah panen dengan serapan P tanaman menunjukkan korelasi positif ($r=0,45$). Hal ini menunjukkan peningkatan serapan P dipengaruhi oleh kadar P tersedia. Menurut Buckman dan Brady (1982), bahwa fosfor yang biasanya tidak pernah mudah larut dalam tanah pada pH sekitar 6 rupanya ketahanannya berkurang. Dalam keadaan demikian, kebanyakan tanaman dapat menyerap unsur P dari tanah dengan tidak mengalami kesulitan.

4.4. Pembahasan Umum

Penambahan kompos gamal dan pupuk kandang sapi berpengaruh nyata pada peningkatan pH tanah, P tersedia setelah inkubasi, bobot segar, bobot kering, kadar P tanaman, dan serapan P tanaman. Peningkatan pada pH diduga akibat adanya bahan organik yang sudah mengalami mineralisasi sehingga melepaskan OH⁻ ke tanah dan meningkatkan pH. Meningkatnya pH tanah akan diikuti dengan naiknya kadar P tersedia tanah. Winarso (2005) menjelaskan bahwa adsorpsi P dalam larutan tanah oleh Al-oksida dan Fe dapat menurun apabila pH meningkat. Apabila kemasaman makin rendah (pH makin tinggi) ketersediaan P juga akan berkurang oleh fiksasi Ca dan Mg yang banyak pada tanah-tanah alkalin. Bentuk-bentuk P tersedia paling optimum terjadi antara pH 6 hingga 7.

Peningkatan kadar P tersedia akan berpengaruh pada serapan P tanaman. Menurut Politycy (2007) meningkatnya serapan P dipengaruhi oleh besarnya ketersediaan P pada tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Peningkatan serapan P tanaman akan diikuti oleh peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar dan bobot kering tanaman. Adanya hubungan tersebut karena fungsi P di dalam tanaman adalah untuk proses pembelahan dan pembesaran sel, sehingga apabila P yang diserap tanaman tinggi maka proses pembelahan dan pembesaran sel semakin cepat dan tanaman akan semakin cepat pula tumbuh.

Pemberian kompos gamal dengan pupuk kandang sapi mampu menyediakan unsur P tersedia hingga masa tanam selanjutnya. Hal ini terlihat dari nilai P tersedia yang masih tinggi yaitu 65,41 mg.kg⁻¹, sehingga petani dapat menghemat biaya untuk pemupukan pada masa tanam selanjutnya. Tingginya bobot tanaman disebabkan kebutuhan unsur hara dapat dipenuhi secara optimal sehingga tanaman dapat tumbuh dan menghasilkan bobot tanaman yang optimal.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil pemberian kompos gamal yang dikombinasikan dengan pupuk Nkandang sapi dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian kompos gamal 15 ton.ha^{-1} dengan pupuk kandang sapi 50 ton.ha^{-1} (G3P2) meningkatkan kadar P tersedia setelah inkubasi sebesar 76,6%, kadar P tersedia setelah panen sebesar 80,04%, kadar P tanaman 82,73% dan serapan P tanaman 146,43% dari perlakuan kontrol.
2. Pemberian kompos gamal dengan pupuk kandang sapi berpengaruh nyata terhadap bobot segar tanaman. Perlakuan kompos gamal 15 ton.ha^{-1} dengan pupuk kandang sapi 50 ton.ha^{-1} (G3P2) menghasilkan bobot segar tanaman tertinggi daripada perlakuan lainnya yaitu sebesar 80 gram.
3. Terdapat korelasi positif antara P tersedia dengan serapan P tanaman, artinya peningkatan kadar P tersedia tanah disertai dengan peningkatan serapan P tanaman.
4. Pemberian kompos gamal dan pupuk kandang sapi serta kombinasiny dapat meningkatkan serapan P dan pertumbuhan pada tanaman sawi

2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis, disarankan bahwa sebaiknya:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan pengamatan tiap minggu (berjangka), terhadap P tersedia agar diketahui reaksi pelepasan P tersedia dari kompos gamal.
2. Perlu dilakukan analisis pH dengan menggunakan pH-NaF untuk mengetahui pengaruh pemberian kompos gamal dan pupuk kandang sapi terhadap kadar Alofan pada tanah Andisol.

Lampiran 1 : PERHITUNGAN DOSIS PUPUK

$$\text{BI Andisol} = 0,85 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\begin{aligned} \text{HLO} &= \text{Kedalaman} \times \text{BI} \times \text{Luas 1 ha} \\ &= 20 \text{ cm} \times 0,85 \text{ g cm}^{-3} \times 10^8 \text{ cm}^2 \\ &= 1,7 \times 10^9 \text{ g} = 17 \times 10^5 \text{ kg} \end{aligned}$$

1. Kebutuhan Kompos per polybag (2 kg):

$$\begin{aligned} \circ \text{ G1 dengan dosis 5 ton/ha} \\ &= \frac{2\text{kg}}{17 \times 10^5 \text{ kg}} \times 5000 \text{ kg} \\ &= 0,588 \times 10^{-2} \text{ kg} \\ &= 5,88 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ G 2 dengan dosis 10 ton/ha} \\ &= \frac{2\text{kg}}{17 \times 10^5 \text{ kg}} \times 10000 \text{ kg} \\ &= 1,177 \times 10^{-2} \text{ kg} \\ &= 11,77 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ G3 dengan dosis 15 ton/ha} \\ &= \frac{2\text{kg}}{17 \times 10^5 \text{ kg}} \times 15000 \text{ kg} \\ &= 1,765 \times 10^{-2} \text{ kg} \\ &= 17,65 \text{ g} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan pupuk kandang per polybag (2kg):

$$\begin{aligned} \circ \text{ P1 dengan dosis 25 ton/ha} \\ &= \frac{2\text{kg}}{17 \times 10^5 \text{ kg}} \times 25000 \text{ kg} \\ &= 2941,1 \times 10^{-2} \text{ kg} \\ &= 29,41 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ P1 dengan dosis 50 ton/ha} \\ &= \frac{2\text{kg}}{17 \times 10^5 \text{ kg}} \times 50000 \text{ kg} \\ &= 5882 \times 10^{-2} \text{ kg} \\ &= 58,82 \text{ g} \end{aligned}$$

Lampiran 2: PERHITUNGAN KADAR AIR

Perhitungan 1

Berat awal tanah : 22,54 g

Berat akhir : 15,41 g

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas lapang} &= \frac{Ba - Bakh}{Bakh} \times 100\% \\ &= \frac{22,54g - 15,41g}{15,41g} \times 100\% = \frac{7,13g}{15,48g} \times 100\% = 46,05\% \end{aligned}$$

Kadar air kapasitas lapang = 46,05%

Jumlah yang digunakan = 2 kg

Maka:

$$\text{Keb. air} = \frac{46,05}{100} \times 2kg = 0,921 \text{ kg} \implies 0,921 \dots\dots\dots a$$

Perhitungan 2

$$BKU = 20,27 \text{ g} \implies = \frac{BKU - BKO}{BKO} \times 100\%$$

BKO = 16,77 g

$$= \frac{20,27g - 16,77g}{16,77g} \times 100\% = 20,87\%$$

Kadar air kering udara = 20,87%

Maka :

$$= \frac{20,87}{100} \times 2kg = 0,417 \text{ kg} \implies 0,4174 \dots\dots\dots b$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang dibutuhkan} &= a - b \\ &= 0,9211 - 0,4174 \\ &= 0,50 = 500 \text{ ml} \end{aligned}$$

Lampiran 3. Analisa dasar Tanah (Andisol Cangar, Batu)

No.	Analisa	Nilai	kriteria*)
1.	pH (H ₂ O)	6,04	Agak masam
2.	C Organik (%)	2,74	Sedang
3.	N total (%)	0,36	Sedang
4.	P total (mg kg ⁻¹)	12,63	Rendah
5.	P tersedia (mg kg ⁻¹)	6,1	Sangat rendah
6.	K total (mg kg ⁻¹)	12,5	Rendah
7.	C/N	7,61	Rendah

Keterangan: *) Klasifikasi Analisa Tanah Lembaga Penelitian Tanah, 1983

Lampiran 4. Analisa dasar Kompos Gamal

Parameter	Metode	Hasil Analisis	kriteria*)
N total (%)	Kjeldahl	1.94	Sedang
C-Organik(%)	Walkey & Black	12.07	Rendah
P Total (%)	Pengabuan Basah (HClO ₄ dan HNO ₃)	2.31	Tinggi
K-dd (%)	Flamefotometer	0.54	Rendah
pH H ₂ O (1:1)	Glass Elektrode	6.46	Sedang
C/N	-	6.23	Rendah

Keterangan: *) Lembaga Penelitian Tanah, 1983

Lampiran 5. Data Analisa Pupuk Kandang Sapi

Parameter	Metode	Hasil Analisis	kriteria*)
N total (%)	Kjeldahl	1.0	Sedang
C-Organik(%)	Walkey & Black	7.55	Rendah
P Total (%)	Pengabuan Basah (HClO ₄ dan HNO ₃)	1.19	sedang
K-dd (%)	Spektrofotometri	2.81	Tinggi
pH H ₂ O (1:1)	Glass Elektrode	8.04	Tinggi
C/N	-	7.53	Rendah

Lampiran 6. Hasil Analisis Sidik Ragam

6.1. pH Tanah

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	0.234	0.021	19.472**	2.22	3.09
G	3	0.159	0.053	48.620**	3.01	4.72
P	2	0.066	0.033	30.155**	3.4	5.61
GP	6	0.009	0.001	1.338 tn	2.51	3.67
Galat	24	0.026	0.001			
Total	35	0.260				

6.2 Kadar P Tersedia Tanah

6.2.1 Setelah Inkubasi

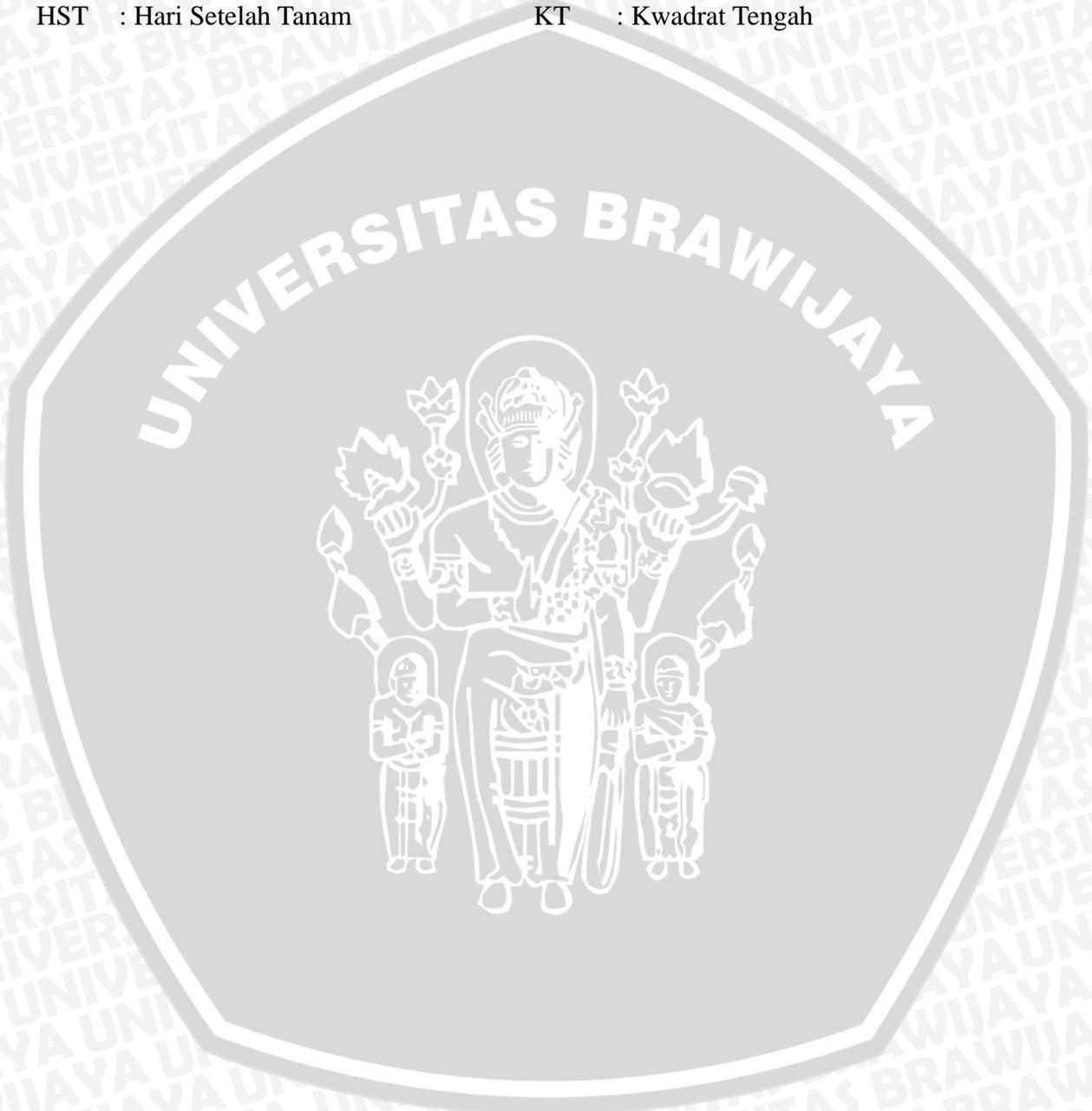
SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	4296.156	390.560	28.346**	2.22	3.09
G	3	2769.435	923.145	66.999**	3.01	4.72
P	2	1287.713	643.856	46.729**	3.4	5.61
GP	6	239.009	39.835	2.891*	2.51	3.67
Galat	24	330.682	13.778			
Total	35	4626.839				

6.2.2 Setelah Panen

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	2666.591	242.417	1.451 tn	2.22	3.09
G	3	2463.786	821.262	4.915**	3.01	4.72
P	2	61.789	30.895	0.185 tn	3.4	5.61
GP	6	141.015	23.503	0.141 tn	2.51	3.67
Galat	24	4010.188	167.091			
Total	35	6676.779				

Keterangan :

- * : beda nyata
- ** : beda sangat nyata
- tn : tidak beda nyata
- HST : Hari Setelah Tanam
- SK : Sumber Keragaman
- JK : Jumlah Kwadrat
- db : Derajat Bebas
- KT : Kwadrat Tengah



6.3 Analisis RAL pada Tinggi Tanaman

Pengamatan	SK	JK	db	KT	F Hit	F Tabel	
						5%	1%
10 HST	Perlakuan	19.556	11	1.778	5.33**	2.22	3.09
	G	11.556	3	3.852	11.556**	3.01	4.72
	P	5.056	2	2.528	7.583**	3.4	5.61
	GP	2.944	6	0.491	1.472ns	2.51	3.67
	Galat	8.000	24	0.333			
	Total	27.556	35				
20 HST	Perlakuan	18.333	11	1.667	6.000**	2.22	3.09
	G	14.333	3	4.778	17.200**	3.01	4.72
	P	3.500	2	1.750	6.300**	3.4	5.61
	GP	0.500	6	0.083	0.300ns	2.51	3.67
	Galat	6.667	24	0.278			
	Total	25.000	35				
30 HST	Perlakuan	100.243	11	9.113	6.871**	2.22	3.09
	G	61.632	3	20.544	15.489**	3.01	4.72
	P	23.097	2	11.549	8.707**	3.4	5.61
	GP	15.514	6	2.586	1.949ns	2.51	3.67
	Galat	31.833	24	1.326			
	Total	132.076	35				
40 HST	Perlakuan	80.972	11	7.361	7.794**	2.22	3.09
	G	25.861	3	8.620	9.127**	3.01	4.73
	P	40.222	2	20.111	21.294**	3.4	5.61
	GP	14.889	6	2.481	2.627*	2.51	3.67
	Galat	22.667	24	0.944			
	Total	103.639	35				

6.4 Analisi RAL pada Jumlah Daun

Pengamat an	SK	JK	db	KT	F Hit	F Tabel	
						5%	1%
10 HST	Perlakuan	12.306	11	1.119	5.753**	2.22	3.09
	G	9.194	3	3.065	15.762**	3.01	4.72
	P	2.722	2	1.361	7.000**	3.4	5.61
	GP	0.389	6	0.065	0.333ns	2.51	3.67
	Galat	4,667	24	0.194			
	Total	16.972	35				
20 HST	Perlakuan	27.222	11	2.475	11.136**	2.22	3.09
	G	16.111	3	5.370	24.167**	3.01	4.72
	P	10.056	2	5.028	22.625**	3.4	5.61
	GP	1.056	6	0.176	0.792ns	2.51	3.67
	Galat	5.333	24	0.222			

	Total	32.556	35				
30 HST	Perlakuan	16.306	11	1.482	3.139**	2.22	3.09
	G	10.750	3	3.583	7.588**	3.01	4.72
	P	5.056	2	2.528	5.353*	3.4	5.61
	GP	0.500	6	0.083	0.176NS	2.51	3.67
	Galat	11.333	24	0.472			
	Total	27.639	35				
40 HST	Perlakuan	45.889	11	4.172	2.945*	2.22	3.09
	G	33.889	3	11.296	7.974**	3.01	4.72
	P	10.722	2	5.361	3.784*	3.4	5.61
	GP	1.278	6	0.213	0.150NS	2.51	3.67
	Galat	34.000	24	1.417			
	Total	79.889	35				

6.5 Bobot Segar

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	9040.083	821.826	10.681**	2.22	3.09
G	3	3729.639	1243.213	16.157**	3.01	4.72
P	2	1925.167	962.583	12.510**	3.4	5.61
GP	6	3385.278	564.213	7.333**	2.51	3.67
Galat	24	1846.667	76.944			
Total	35	10886.750				

6.6 Bobot Kering

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	36.993	3.363	15.389**	2.22	3.09
G	3	11.198	3.733	17.081**	3.01	4.72
P	2	9.464	4.732	21.653**	3.4	5.61
GP	6	16.331	2.722	12.455	2.51	3.67
Galat	24	5.245	0.219			
Total	35	42.238				

6.7 P. Tanaman

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	4.043	0.368	13.656**	2.22	3.09
G	3	3.864	1.288	47.861**	3.01	4.72
P	2	0.005	0.003	0.099 tn	3.4	5.61
GP	6	0.173	0.029	1.072 tn	2.51	3.67
Galat	24	0.646	0.027			
Total	35	4.689				

6.8 Serapan P

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	10.189	0.926	26.793**	2.22	3.09
G	3	5.532	1.844	53.339**	3.01	4.72
P	2	1.543	0.771	22.315**	3.4	5.61
GP	6	3.114	0.519	15.013**	2.51	3.67
Galat	24	0.830	0.035			
Total	35	11.019				

Lampiran 7: Data Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun pada 10, 20, 30 dan 40 HST

	Tinggi Tanaman (cm)				Jumlah Daun (helai)			
	10 (HST)	20 (HST)	30 (HST)	40 (HST)	10 (HST)	20 (HST)	30 (HST)	40 (HST)
1G0P0	3	7	13	21	4	5	6	7
2G0P0	4	7	13	18	4	5	7	11
3G0P0	3	7	13	22	4	5	7	9
1G0P1	3	7	13	21	5	6	8	8
2G0P1	3	8	14	20	4	5	6	11
3G0P1	4	7	13	21	4	5	7	9
1G0P2	4	8	13	22	4	6	7	9
2G0P2	4	7	13	21	5	6	7	10
3G0P2	3	7	14	22	4	5	8	11
1 G1P0	4	8	14	20	4	5	7	9
2 G1P0	4	8	14	20	5	5	7	10
3 G1P0	3	7	13	21	5	6	7	12
1 G1P1	4	9	14	22	5	6	8	10
2 G1P1	4	7	15	21	5	7	7	11
3 G1P1	4	8	14	20	5	7	7	11
1 G1P2	4	8	16	22	5	7	8	11
2 G1P2	4	8	14	21	5	7	8	11
3 G1P2	4	9	15	22	6	7	7	12
1 G2P0	4	8	15	20	5	6	7	9
2 G2P0	3	8	14	19	5	6	8	11
3 G2P0	4	8	13	21	5	6	8	12
1 G2P1	3	9	15	23	5	7	8	11
2 G2P1	4	9	15	22	5	7	8	12
3 G2P1	5	8	15	22	6	7	8	12
1 G2P2	4	9	16	23	6	7	8	12
2 G2P2	5	9	15	23	6	8	8	12
3 G2P2	5	9	16	24	5	7	10	13
1 G3P0	4	8	15	21	5	6	8	10
2 G3P0	4	8	15,5	20	5	6	8	11
3 G3P0	4	9	14	20	5	7	7	12
1 G3P1	5	9	17	25	6	7	8	12
2 G3P1	5	9	15	24	6	7	9	12
3 G3P1	5	9	17	24	5	8	8	13
1 G3P2	7	10	23	26	6	8	10	14
2 G3P2	6	9	17	23	6	7	8	11
3 G3P2	5	9	18	24	6	8	9	13

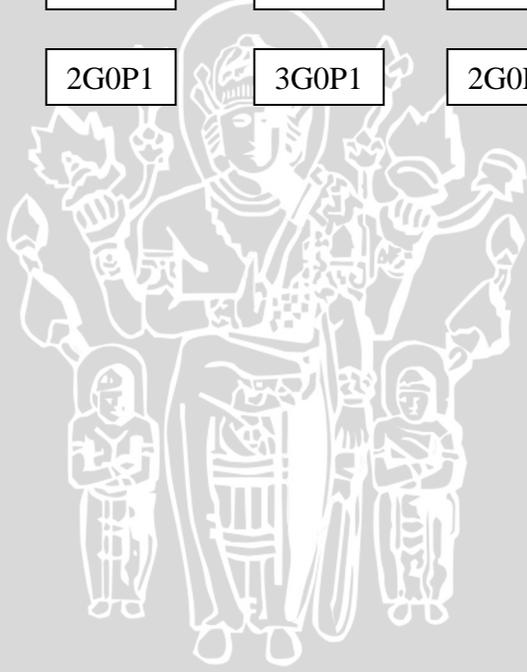
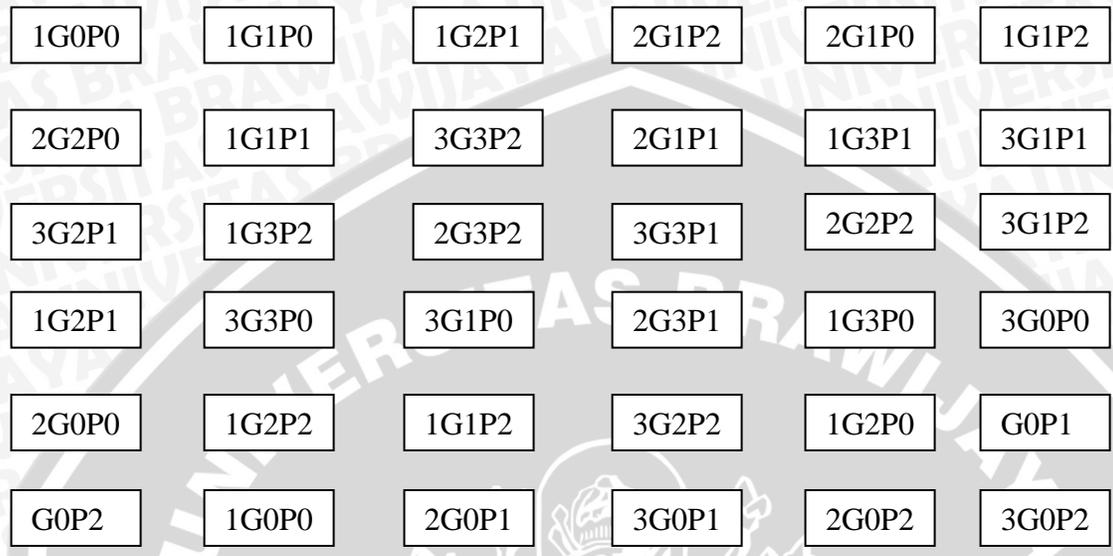
Lampiran 8: Data pH, P Tersedia inkubasi, P Tersedia Panen, Bobot Segar, Bobot Kering, P Tanaman dan Serapan P Tanaman Sawi

perlakuan	pH	P tersedia inkubasi (mg.kg ⁻¹)	P tersedia panen (mg.kg ⁻¹)	Bobot Segar (g)	Bobot kering (g)	P Tanaman (mg.kg ⁻¹)	Serapan P (g/tanaman)
1 G0P0	6,05	49,90	43,39	35	2,01	1,01	0,55
2 G0P0	6	40,11	28,73	25	1,97	1,19	0,40
3 G0P0	6,01	45,00	36,87	31	1,89	1,01	0,71
1G0P1	6,1	50,22	47,56	33	2,20	1,11	0,52
2G0P1	6,1	45,23	35,33	34	1,98	0,89	0,55
3G0P1	6,11	47,22	45,62	36	2,21	1,21	0,73
1G0P2	6,12	50,32	48,66	37	2,31	1,23	0,52
2G0P2	6,13	50,30	36,62	35	2,00	1,01	0,45
3G0P2	6,11	50,73	46,12	40	2,33	1,24	0,75
1 G1P0	6,11	46,59	35,21	32	1,92	1,19	0,54
2 G1P0	6,11	50,34	61,30	35	2	0,88	0,42
3 G1P0	6,21	50,22	48,21	30	2,06	1,46	0,70
1 G1P1	6,21	53,20	45,06	61	2,87	1,37	0,92
2 G1P1	6,15	60,32	61,39	76	5,44	1,33	1,69
3 G1P1	6,23	65,23	49,91	66	3,9	1,24	1,13
1 G1P2	6,24	60,33	60,87	57	2,98	1,32	0,92
2 G1P2	6,18	63,44	48,34	50	2,9	1,24	0,84
3 G1P2	6,18	61,13	53,01	44	2,75	1,46	0,94
1 G2P0	6,13	50,67	85,59	44	2,65	1,64	1,01
2 G2P0	6,15	54,81	40,16	29	2,23	1,95	1,00
3 G2P0	6,20	51,54	54,74	45	2,43	1,73	0,97
1 G2P1	6,22	62,44	59,68	44	2,46	1,69	0,96
2 G2P1	6,21	65,52	62,94	24	1,35	1,78	0,55
3 G2P1	6,23	67,83	49,92	43	2,5	1,37	0,80
1 G2P2	6,25	70,21	75,93	60	3,7	1,51	1,30
2 G2P2	6,23	72,32	53,12	67	3,86	1,37	1,24
3 G2P2	6,26	68,66	38,49	72	3,42	1,68	1,33
1 G3P0	6,15	61,78	46,59	61	2,71	2,04	1,27
2 G3P0	6,2	61,66	72,69	61	3,06	1,91	1,35
3 G3P0	6,18	55,24	66,09	65	3,02	1,77	1,24
1 G3P1	6,25	77,78	76,01	41	2,35	1,78	0,96
2 G3P1	6,3	72,88	61,39	50	2,89	2,14	1,42
3 G3P1	6,29	77,58	49,91	46	2,45	1,87	1,05
1 G3P2	6,31	87,78	85,11	104	5,02	2,12	2,46
2 G3P2	6,3	77,72	56,49	59	5,99	2,05	2,82
3 G3P2	6,4	73,45	54,64	77	5,43	1,86	2,33

Lampiran 9. Gambar Rumah Plastik



Lampiran 10. Gambar Denah Percobaan



DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, 1977. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley and Sons, Inc. New York. 128
- Agustina, L. 2004. Dasar Nutrisi Tanaman. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Baharudin dan Mey. 2005. Kajian Penggunaan Bahan Organik Dalam Peningkatan Produktifitas Lahan dan Tanaman Di Daerah Beriklim Kering. Soil Environment Volume 3 No.2. Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulagi. Manado: 14.51
- Balai Penelitian Tanah. 2005. *Pupuk Organik Tingkatkan Produksi Pertanian*. Available online on <http://202.158.78.180/publication/wr276057.pdf> diakses pada tanggal 30 April 2007 06:30
- Buckman and Brady, 1982, Buckman, H. O. dan N. C Brady,. 1982. Ilmu Tanah. Diterjemahkan oleh Soegiman. Penerbit Bhratara Karya Aksara. Jakarta
- Eswaran, H., Kimble, J., Cook, T. and Beinroth, F. H. 1992. Soil Diversity in The Tropic: Implications for Agricultural Development. Myths and Science of Soils of The Tropics, SSSA Special Publication No.29. pp:1-16.
- Foth, H.D. 1994. Dasar-Dasar Ilmu Tanah; Terjemahan : Endang D P., Dwi R L., Rahayuning T. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Jamilah. 2003. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Kelengasan Terhadap Perubahan Bahan Organik Dan Nitrogen Total Entisol. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Saul, M.R., Diha, M.A., Hong, G.B., dan Bailey, H.H. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. Lampung
- Hardjowigono, S. 2003. IL.Tanah. Akademik Presindo, Jakarta. 2.33 Hal
- Lingga, Pinus dan Marsono. 2002. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta
- Manglayang Farm. 2008. *Hijauan Pakan Ternak: Rumput Gajah*. [jejaringberkala] <http://manglayang.blogsome.com/2008/12/31/hijauan-pakanternak-rumput-gajah-pennisetum-purpureum/> (5 Mei 2008)
- Murbando, L.H.S. 2000. *Membuat Kompos Edisi Revisi*. Penebar Swadaya. Depok.
- Otsukan H., A.A. Briones, N. P. Daquyado, and F.A. Evangelio. 1988. Characteristic and genesis of volcanic ash soil in the Philippines. Tech Bull. Of Tropical Agriculture Research center
- Parfitt, R. L. 1978. Chemical properties of Variable Charge Soil. In : B.K.G Research Lower Hutt. New Zealand Society of Soil Science. P.167-193
- Puslittanak, 1990. Penuntun Fisika Tanah. Bogor
- Rukmana, Rahmat. 1994. Bertanam Petsai dan Sawi. Kanisius. Yogyakarta
- Rusmarkam, A., dan Yuwono, N. W. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius Yogyakarta

- Sanchez, P.A. 1976 Properties and Management Of Soil in the Tropic. John Willey and Soil, New york
- Siefferman, 1992, Siefferman, U. 1992. Mineralogi Lem-pung. (Tidak dipublikasikan) Fakultas Pascasarjana UGM. Yogyakarta
- Soil Survey Staff. 1999. Kunci Taksonomi Tanah. Edisi Kedua. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor
- Sutejo 1999. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sutanto, R. 2002 Pertanian Organik, Penerbit Kanisius Yogyakarta : 219.hal
- Sudrajat, R. 1998. *Pedoman Teknis Penggunaan EM-4 Untuk Pembuatan Kompos Dari Daun dan Seresah Pohon Di Kawasan Hutan*. BTP DAS. Surakarta
- Supari D.H, 1994 Tuntutan Membangun Agribisnis : edisi pertama. PT. Elev Media Komputindo. Jakarta
- Suryaningsih, E. dan Hadisoeganda, W. W., 2004. Pestisida Botani Untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit pada Tanaman Sayuran. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang Bandung.
- Stewart, J. 1999. Calculus, Fourth Edition. International Thomson Publishing Inc.
- Stevenson, T.S. 1982. Humus Chemistry, Genesis Composition, and Reaction John Wiley and Sons. New York. 433pp
- Syukur, Abdal. 2005. Pengaruh Pemberian B.O Terhadap Sifat- Sifat Tanah dan Pertumbuhan Calsin di Tanah Pasir Pantai. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan
- Tan, K. H. 1995. Dasar-Dasar Kimia Tanah. Edisi Keempat. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Penerbit Gaya Media. Yogyakarta