

**Pengaruh Variasi Konsentrasi Pupuk Organik Anaerob dan  
Aerob Dari Biomassa Kotoran Ayam Terhadap  
Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea.L*)**

TESIS

Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar  
Magister Sains Program Studi Biosain



Diajukan oleh :

Heru Yudi Purwanto

NIM S900809007

**PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2011**

*commit to user*

**Pengaruh Variasi Konsentrasi Pupuk Organik Anaerob dan Aerob Dari  
Biomassa Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi  
(*Brassica juncea.L*)**

TESIS

Oleh :

HERU YUDI PURWANTO

NIM. S900809007

Telah disetujui oleh pembimbing  
pada tanggal .. 2011

Komisi	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
pembimbing			
Pembimbing I.	Dr. Edwi Mahajoen, M.Si	.....	.. 2011
Pembimbing II.	Dr. Sunarto MS	.....	.. 2011

Mengetahui

Ketua Program Studi Biosains

Program Pascasarjana

Prof. Dr. Sugiyarto, M.Si

NIP. 196704301992031002

*commit to user*

**Pengaruh Variasi Konsentrasi Pupuk Organik Anaerob dan Aerob Dari  
Biomassa Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi  
(*Brassica juncea. L*)**

**TESIS**

**Oleh**

**HERU YUDI PURWANTO**

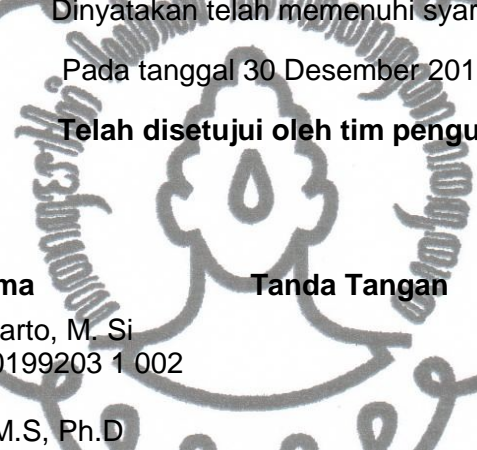
**NIM. S900809007**

Telah dipertahankan di depan penguji

Dinyatakan telah memenuhi syarat

Pada tanggal 30 Desember 2011

**Telah disetujui oleh tim penguji**

<b>Jabatan</b>	<b>Nama</b>	<b>Tanda Tangan</b>	<b>Tanggal</b>
Ketua	Prof. Dr. Sugiyarto, M. Si NIP. 19670430199203 1 002		.....
Sekretaris	Drs. Marsusi, M.S, Ph.D NIP. 19500701198103 1 003		.....
Anggota	Dr. Edwi Mahajoeno, M. Si NIP. 19601025199702 1 001		.....
Anggota	Dr. Sunarto, M.S NIP. 19540605199103 1 002		.....

Mengesahkan

Direktur Program Pasca Sarjana

Ketua Program Studi Biosain

Prof. Dr. Ir .Ahmad Yunus, MS  
NIP. 19610717 198601 1 001

Prof. Dr. Sugiyarto, M.Si  
NIP. 19670430199203 1 002

*commit to user*

## PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Tesis yang berjudul : **“Pengaruh Variasi Konsentrasi Pupuk Organik Anaerob dan Aerob Dari Biomassa Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea. L*)”** adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur- unsur jiplakan, maka saya bersedia Tesis beserta gelar **MAGISTER** saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).
2. Tesis ini merupakan hak milik Prodi Biosains PPs-UNS. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seijin Ketua Prodi Biosains PPs-UNS dan minimal satu kali publikasi menyertakan tim pembimbing sebagai *author*. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya satu semester (6 bulan sejak pengesahan Tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Tesis ini, maka Prodi Biosains PPs-UNS berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Prodi Biosains PPs-UNS. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, 20 Desember 2011

Mahasiswa

Heru Yudi Purwanto

S. 900809007

*commit to user*

**Pengaruh Variasi Konsentrasi Pupuk Organik Anaerob dan Aerob  
Dari Biomaassa Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman  
Sawi (*Brassica juncea. L*)**

Heru Yudi Purwanto, Edwi Mahajoeno, Sunarto  
Program Studi Magister Biosains, Program Pasca Sarjana  
Universitas Sebelas Maret Surakarta

**Abstrak**

Penggunaan pupuk di dunia terus meningkat sesuai dengan bertambah luasnya areal pertanian. Penggunaan pupuk kimia secara terus menerus menyebabkan pengerasan tanah yang berakibat tanah sulit diolah. Kotoran ayam merupakan biomassa limbah peternakan ayam yang pemanfaatannya belum optimal, penggunaannya sebagai pupuk tanaman tanpa melalui pengelolaan terlebih dahulu. Oleh karena itu aplikasi pupuk fermentasi anaerob dan aerob terhadap suatu tanaman perlu dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Mengetahui kandungan unsur pada pupuk organik kotoran ayam sistem pengolahan fermentasi secara anaerob dan aerob, (2) Mengetahui ada tidaknya perbedaan kandungan nutrisi dalam pupuk organik, melalui pengolahan fermentasi aerob dan anaerob, (3) Mengetahui perbedaan pertumbuhan tanaman sawi dengan perlakuan interaksi antara pemberian berbagai konsentrasi pupuk organik kotoran ayam dengan sistem pengolahan fermentasi anaerob dan aerob

Penelitian menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor yaitu: jenis fermentasi dan konsentrasi pupuk. Parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun diamati perminggu. Biomassa, berat basah, berat akar, berat tajuk, volume akar dan luas daun diamati pada akhir penelitian. Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis varian (ANOVA). Apabila terjadi perbedaan di uji lanjut menggunakan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf uji 5%.

Hasil penelitian diperoleh kandungan makro nutrient (N, P, K) pada pupuk yang difermentasi secara aerob lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk yang difermentasi secara anaerob yaitu 1,32%, 1,32 % dan 1,80 %. Penggunaan pupuk dengan fermentasi secara aerob mampu meningkatkan berat basah, biomassa, berat akar, berat tajuk, volume akar, dan luas daun jika dibandingkan dengan penggunaan pupuk anaerob yaitu 76,8 gr, 3,740 gr, 3,75, 73,00 gr, 3,35 gr, 128,41 cm<sup>2</sup>. Pemberian dosis 300 gr pada tanaman sawi mampu meningkatkan berat basah tanaman 75,67 gr, berat tajuk 72,33 gr, dan luas daun 133,43 cm<sup>2</sup>. dibandingkan dengan pemberian dosis 100 gr dan 500 gr pada pemakaian pupuk aerob.

Kata kunci : *fermentasi, aerob, anaerob, tanaman sawi, pertumbuhan*

## **Effect Variation of Fertilizer Concentration Variation of Anaerobic and Aerobic Biomass Chicken Manure Against Plant Growth Mustard (*Brassica juncea. L*)**

**Heru Yudi Purwanto, Edwi Mahajoeno and Sunarto**  
**Bioscience Program, School of Graduates**  
**Sebelas Maret University of Surakarta**

### **Abstract**

The use of fertilizers in the world continues to increase in accordance with the increase of agricultural area. The use of chemical fertilizers are constantly causing hardening of the soil resulting in soil difficult to unravel. Chicken manure is a chicken farm waste biomass utilization is not optimal, its consumer as a fertilizer plant without going through management first. Therefore, fertilizer application of anaerobic and aerobic fermentation of a plant needs to be done. The purpose of this study were (1) Knowing the nutrient content of organic fertilizer chicken manure anaerobic treatment systems and aerobic fermentation, (2) Determine whether there is a difference in the nutrient content of organic fertilizer through aerobic and anaerobic fermentation processing. (*Brassica juncea*), (3) Knowing the differences in the growth of mustard plants in the treatment of interaction between the provision of various concentrations of organic fertilizer chicken manure treatment system with anaerobic and aerobic fermentation.

The research used Completely Randomized Design patterns (CRD) consisting of two factors: the type of fermentation and the concentration of fertilizer. Parameters include the observation of plant height and leaf number were observed weekly. Biomass, wet weight, wet weight, root weight, canopy weight, root volume and leaf area were observed at the end of the study. Quantitative data were analyzed using analysis of variance (ANOVA). Further test using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) with 5% test level.

The result obtained by macro-nutrient (N,P,K) in the fermented manure is higher in aerobic compared with anaerobic fermented fertilizer that is 1.32 %; 1,32 %; and 1,80 %. The use of fertilizer by aerobic fermentation can improve the wet weight biomass, root weight, canopy weight, root volume and leaf area when compare with the use of anaerobic manure is 76,8 gram; 3,740 grams; 3.75 grams, 73.00 grams; 3,35 gram; 128,41 cm<sup>2</sup>. Dosing at 300 g mustard plants can improve plant wet weight 75.67 grams, 72.33 grams heavy canopy, and leaf area 133.43cm<sup>2</sup>. Compare by administering a dose of 100 g and 500 gon fertilizer use aerobic

Key words: *fermentation, aerobic, anaerobic, anaman mustard, growth*



## PERSEMBAHAN

KARYA TULIS INI KU PERSEMBAHKAN KEPADA :

1. ISTRIKU, ANAK-ANAKKU, CUCU-CUCUKU DENGAN PETUAH DARI YANGKUNG SEBAGAI BERIKUT : BELAJARLAH UNTUK TETAP TEGUH DIKALA YANG LAIN RAPUH, TETAPLAH RENDAH HATI DIKALA YANG LAIN ANGKUH, TETAPLAH SABAR DIKALA YANG LAIN EMOSI, TETAP SEMANGAT DIKALA YANG LAIN PUTUS ASA, DAN TETAPLAH MENGAMPUNI DIKALA YANG LAIN MENYAKITI, SELAMAT BERJUANG, RAIHLAH CITA-CITAMU SETINGGI LANGIT SEMOGA ALLOH SWT MERIDLOI. AMIN
2. IBU Dr. SITI CHALIMAH, M.Pd DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA DAN SAHABATKU DODIK LUTHFIANTO TIDAK AKAN KULUPAKAN JASA DAN BUDI BAIK BELIAU BERDUA, DENGAN IKHLAS MENEMANI DAN MEMBERI MOTIVASI ATAS TERSELESAINYA TESIS INI
3. TEMAN-TEMAN SMA SE-KABUPATEN NGAWI YANG IKUT MEMBERI SEMANGAT BELAJAR WALAU USIA SUDAH TIDAK MUDA LAGI
4. SEMUA ORANG YANG TIDAK DAPAT KAMI SEBUTKAN SATU PERSATU YANG BERJASA TERHADAP TESIS INI DENGAN PERMOHONAN SEMOGA AMAL KEBAIKAN DI BALAS OLEH ALLOH SWT DENGAN AMALAN YANG LUHUR...AMIN

TERIMA KASIH

*commit to user*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil`alamin dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis dengan judul **“Pengaruh Variasi Konsentrasi Pupuk Anaerob dan Aerob Dari Biomassa Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea. L*)”** . Tulisan ini disajikan dalam upaya meningkatkan produksi pupuk organik, karena pupuk jenis ini dapat memperbaiki struktur tanah dan ramah lingkungan.

Nilai penting penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil optimal dari pupuk organik yang ramah lingkungan, memanfaatkan limbah produksi biogas terbaik (dari penelitian sebelumnya) dalam biodigester anaerob dari limbah peternakan ayam dan sampah organik (enceng gondok), sehingga dapat memberikan kontribusi bagi khasanah ilmu pengetahuan dan implementasi tepat guna di daerah-daerah .

Disadari oleh penulis, walaupun telah berupaya dengan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kelemahan dan kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini, menjadi lebih baik dan bermanfaat..

Ngawi, 20 Desember 2011

Penulis

*commit to user*



## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah hirobil'alamin puji syukur atas segala rahmat dan inayah Allah SWT berkat rahmat dan hidayahNya yang telah **“Pengaruh Variasi Konsentrasi Pupuk Anaerob dan Aerob Dari Biomaassa Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea. L*)”**. Dalam penyusunan tesis ini penulis telah memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rektor Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan ijin untuk mengadakan penelitian ini.
2. Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan kesempatan yang seluas-luasnya mengikuti pendidikan pascasarjana ini.
3. Prof. Dr. Sugiyarto, M.Si selaku Ketua Program Studi BIOSAIN yang telah membimbing dan memotivasi dalam menyelesaikan program pembelajaran.
4. Dr. Edwi Mahajoeno, M.S selaku pembimbing pertama dan Dr Sunarto MS, selaku pembimbing kedua yang telah berkenan membimbing dengan penuh kesabaran dan ketelitian sehingga tesis ini dapat penulis selesaikan.
5. Ibu Dr. Siti Chalimah M.Si., Dosen Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu dan membimbing serta memberikan dukungan sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
6. Semua dosen Progdi Biosain yang telah memberikan bantuan dan pengarahannya serta dorongan
7. Kepala Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret yang telah berkenan mengijinkan dan membantu penulis dalam melakukan penelitian.
8. Teman-teman Biosain angkatan 2009 yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan dan selalu memberikan dukungan.
9. Teman-Teman SMA Se-Kabupaten Ngawi Yang Ikut Memberi Semangat Belajar Walau Usia Sudah Tidak Muda Lagi

*commit to user*

10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Semoga amal baik beliau-beliau senantiasa mendapatkan balasan pahala, rahmat dan hidayah dari Allah, SWT.

Ngawi, 20 Desember 2011

Penulis



## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS.....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka .....	6
1. Pengertian pupuk .....	6
2. Fermentasi .....	6
3. Pertumbuhan.....	7

4. Tanaman sawi .....	7
B. Kerangka Berpikir .....	8
C. Hipotesis Penelitian .....	11

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	12
1. Waktu penelitian .....	12
2. Tempat penelitian .....	12
B. Bahan dan Alat .....	12
1. Alat penelitian.....	12
2. Bahan penelitian .....	12
C. Jenis dan Rancangan Penelitian .....	12
1. Penelitian skala laboratorium.....	12
D. Cara Kerja .....	13
1. Persiapan pembenihan tanaman sawi .....	13
2. Pembuatan media tanam .....	13
3. Penanaman bibit.....	14
4. Pemeliharaan .....	14
E. Pengamatan/ Pengambilan Data .....	14
1. Pengambilan data penelitian .....	14
F. Analisis data .....	15

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi Pupuk organik fermentasai Aerob dan Anaerob campuran kohe ayam dan limbah organik eceng gondok untuk efisiensi dan pupuk organik lebih berkualitas .....	18
B. Hasil Interaksi antara faktor Jenis Fermentasi dan Konsentrasi Pupuk Terhadap Indiator yang diamati.....	24
1. Tinggi tanaman .....	28
2. Jumlah daun.....	31
3. Berat basah.....	34
4. Biomassa .....	35

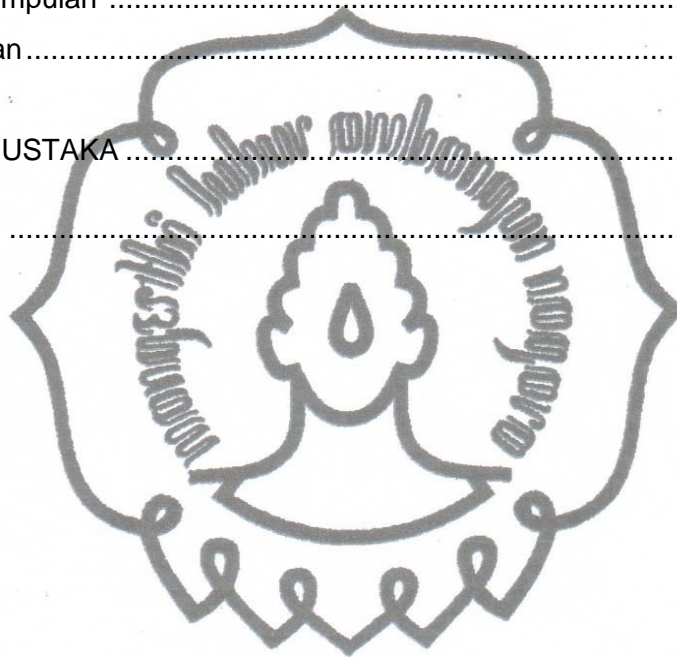
5. Berat akar.....	37
6. Berat tajuk.....	40
7. Volume akar.....	42
8. Luas daun.....	43

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan .....	45
B. Saran.....	46

DAFTAR PUSTAKA .....	47
----------------------	----

LAMPIRAN .....	51
----------------	----



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik pupuk aerob dan anaerob limbah kotoran ayam sebelum diaplikasikan .....	18
Tabel 2. Hasil analisis kandungan nutrisi media tanah setelah ditanami sawi dan pupuk organik fermentasi aerob dan anaerob dengan beda konsentrasi.....	24
Tabel 3 Rerata Pertambahan Perubahan Tinggi Tanaman selama 5 minggu pengamatan.....	28
Tabel 4. Rerata pertambahan jumlah daun (pembulatan) selama 5 minggu pengamatan.....	31
Tabel 5. Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata berat basah tanaman sawi.....	34
Tabel 6. Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata biomassa tanaman sawi .....	36
Tabel 7. Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata berat akar tanaman sawi .....	38
Tabel 8. Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata berat tajuk tanaman sawi.....	40
Tabel 9. Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata volume akar tanaman sawi.....	42
Tabel 10. Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata luas daun tanaman sawi .....	43



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 1. Rerata Pertambahan Tinggi Tanaman selama 5 minggu.....	30
Grafik 2. Rerata pertambahan jumlah daun selama 5 minggu .....	32



## DAFTAR GAMBAR

Gambar1. Skema kerangka berpikir .....	10
--	----



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang Masalah

Penggunaan pupuk di dunia terus meningkat sesuai dengan bertambahnya konsumsi produksi pertanian, penambahan penduduk, kenaikan tingkat intensifikasi serta makin beragamnya penggunaan pupuk sebagai usaha peningkatan hasil pertanian. Para ahli lingkungan hidup khawatir dengan pemakaian pupuk anorganik akan menambah tingkat polusi tanah, dan akhirnya dapat berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Lingga dan Marsono, 2000). Penggunaan pupuk kimia secara berkelanjutan menyebabkan pengerasan tanah. Kerasnya tanah disebabkan oleh penumpukan sisa atau residu pupuk kimia, yang berakibat tanah sulit terurai. Sifat bahan kimia adalah relatif lebih sulit terurai atau hancur dibandingkan dengan bahan organik. Semakin kerasnya tanah dapat mengakibatkan, tanaman semakin sulit menyerap unsur hara, penggunaan konsentrasi pupuk lebih tinggi untuk mendapat hasil sama dengan hasil panen sebelumnya, dan proses penyebaran perakaran dan aerasi (pernafasan) akar terganggu, dan berakibat akar tidak dapat berfungsi optimal, sehingga hal ini akan menurunkan produksi tanaman (Notohadiprawiro, 2006).

Berdasarkan hal tersebut makin berkembang alasan untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia. Salah satu solusi pengurangan pupuk kimia adalah melakukan pembudidayaan tanaman dengan sistem pertanian organik. Pada sistem ini diharapkan tanaman dapat hidup tanpa ada penambahan pupuk

anorganik dari luar sehingga dalam kehidupan tanaman terdapat suatu siklus hidup tertutup (Budianta, 2004).

Salah satu jenis pupuk organik adalah pupuk kandang. Menurut Syekhfani (2000) bahwa pupuk kandang memiliki sifat yang alami dan tidak merusak tanah, menyediakan unsur makro (nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, dan belerang) dan mikro (besi, seng, boron, kobalt, dan molibdenum). Selain itu pupuk kandang berfungsi meningkatkan daya menahan air, aktivitas mikroorganisme tanah, nilai kapasitas tukar kation dan memperbaiki struktur tanah. Setiawan (2002) menyatakan bahwa pengaruh pemberian pupuk kandang secara langsung memudahkan tanah untuk menyerap air.

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar wilayahnya terdiri atas lahan pertanian. Peningkatan harga pupuk anorganik dan terjadinya kelangkaan, berdampak keberadaan pupuk organik menjadi primadona untuk meningkatkan produksi pertanian, yang aman dan sehat bagi manusia. Selain itu di satu sisi, kesadaran masyarakat untuk hidup sehat semakin meningkat, sehingga nilai jual produk pertanian menjadi meningkat pula.

Tanaman sawi merupakan salah satu jenis sayuran yang umum dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Sawi hijau sangat berpotensi sebagai penyedia unsur gizi penting yang dibutuhkan oleh tubuh. Tanaman sawi dapat sebagai sumber vitamin A, sehingga berdaya guna dalam upaya mengatasi masalah kekurangan vitamin A yang menyebabkan penyakit rabun ayam yang sampai kini menjadi masalah di kalangan anak balita (Margiyanto, 2007).

Pertumbuhan tanaman sawi dipengaruhi oleh jenis pupuk yang digunakan, pupuk organik dapat digunakan dalam bentuk padat maupun cair,

untuk mendapatkan pertumbuhan yang maksimal, cepat dan sehat, salah satu alternative adalah digunakannya pupuk organik.

Penelitian tentang pengaruh pemberian pupuk digestat terhadap pertumbuhan tanaman sawi telah banyak dilakukan, seperti akhir-akhir ini, penelitian yang dilakukan oleh Kelik Wijaya (2010), perbandingan konsentrasi dan frekuensi pemberian pupuk organik hasil perombakan anaerob limbah makanan terhadap pertumbuhan tanaman sawi dengan penambahan pupuk organik cair komersial dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun. Dalam penelitian Yoga Maulana (2010), pemberian pupuk N dan pupuk organik berpengaruh terhadap daya serap hara tanah oleh tanaman sawi. Sangat banyak penelitian tertarik pada penggunaan teknologi pengolahan lumpur limbah dan terutama teknologi pencernaan anaerob dengan memanfaatkan langsung biomassa limbah dan pemanfaatan biogas..Pemanfaatan biomassa limbah untuk menghasilkan energi dapat mengurangi bahan bakar fosil, mengurangi gas rumah kaca dan pencemaran lingkungan serta masalah pengolahan limbah peternakan lainnya (Marshall 2007; Inderwildi & King, 2009 dalam Adeleken *et al.*, 2010), tetapi tidak banyak dilaporkan dalam hal ini penggunaan biomassa digestat (tercerna) untuk produksi pertanian (Greebrezgabher, *et al.*, 2009 Lazor, M., *et al.*, 2010).

Kotoran ayam merupakan salah satu jenis kotoran hewan yang pemanfaatannya belum optimal. Masyarakat biasanya langsung menggunakan kotoran sebagai pupuk untuk tanaman tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu, Biomassa limbah sebagai produk samping peternakan unggas semakin melimpah, seiring kebutuhan produksi daging dan telur sebagai sumber protein di Indonesia, Tidak perlu diragukan lagi, jumlah produk samping yang sangat besar

ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi pada pencernaan anaerob dan lumpur digestat sebagai pupuk organik tak dapat diabaikan lagi untuk meningkatkan nilai tambah biomassa limbah industri ini (Kelleher, B.P *et al.*, 2002. Baby J., *et al.*, 2011.

## B. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah kandungan nutrisi pupuk organik kotoran ayam dengan campurannya limbah Enceng gondok (*Ekhornia crassipes*), melalui proses fermentasi aerob ?
2. Bagaimanakah perbedaan kandungan nutrisi pupuk organik kotoran hewan (kohe) ayam dengan campuran limbah enceng gondok, hasil proses fermentasi secara aerob dan anaerob ?
3. Bagaimanakah perbedaan pertumbuhan tanaman sawi dengan pemberian pupuk organik kohe ayam dengan campuran limbah enceng gondok, hasil proses fermentasi secara aerob dan anaerob dengan berbagai dosis?

## D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kandungan nutrisi pupuk organik kotoran ayam dengan campurannya limbah Enceng gondok (*Ekhornia crassipes*), melalui proses fermentasi aerob ?
2. Mengetahui perbedaan kandungan nutrisi pupuk organik kotoran hewan (kohe) ayam dengan campuran limbah enceng gondok, hasil proses fermentasi secara aerob dan anaerob ?



3. Mengetahui perbedaan pertumbuhan tanaman sawi dengan perlakuan interaksi antara pemberian berbagai konsentrasi pupuk organik kohe ayam dengan sistem pengolahan fermentasi anaerob dan aerob

#### **E. Manfaat Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut,:

1. Memberikan informasi pada masyarakat bahwa pupuk kotoran ayam dengan berbagai campuran dapat diolah menjadi pupuk organik baik sistem fermentasi aerob maupun anaerob.
2. Menambah pengetahuan bagi masyarakat petani dalam pengelolaan limbah organik serta cara pembuatan pupuk organik yang lebih berkualitas .
3. Menambah pengetahuan masyarakat tentang budidaya tanaman sawi menggunakan pupuk organik sistem fermentasi aerob maupun anaerob
4. Menambah wawasan tentang pemanfaatan pupuk organik digester anaerob limbah kotoran ayam.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

##### **1. Pengertian pupuk**

Pupuk merupakan bahan yang mengandung sejumlah nutrisi yang diperlukan bagi tanaman. Pemupukan adalah upaya pemberian nutrisi kepada tanaman guna menunjang kelangsungan hidup tanaman. Pupuk dapat dibuat dari bahan organik ataupun anorganik. Pemberian pupuk perlu memperhatikan kebutuhan tanaman, kebutuhan nutrisi tanaman dapat terpenuhi. Pupuk dapat diberikan lewat media tanaman atau disemprotkan melalui daun. Sejak zaman purba sampai saat ini pupuk organik diketahui banyak dimanfaatkan sebagai pupuk dalam sistem usahatani (Sutejo, 2002).

##### **2. Fermentasi**

Hasil fermentasi berupa gas yang terbentuk diantaranya karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Fermentasi terbagi dua tipe berdasarkan kebutuhan akan oksigen yaitu tipe aerobik dan anaerobik. Tipe aerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya memerlukan oksigen. Semua organisme untuk hidupnya memerlukan sumber energi yang diperoleh dari hasil metabolisme bahan pangan, dimana organisme itu berada. Sedangkan tipe anaerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya tidak memerlukan oksigen. Beberapa mikroorganisme dapat mencerna energi tanpa adanya oksigen. Jadi hanya sebagian bahan energi itu dipecah, yang dihasilkan adalah sebagian dari energi, karbondioksida dan air, termasuk sejumlah asam laktat, asam asetat, etanol, asam volatile, alcohol dan ester (Anonim 2010)

### 3. Pertumbuhan

Menurut Suwasono (2001), pertumbuhan adalah suatu perubahan yang terjadi pada suatu dimensi waktu dan juga dapat dinyatakan secara hidup atau ada. Pertumbuhan juga dapat dimaksudkan sebagai perubahan

Menurut Lakitan (1996), bahwa pertumbuhan merupakan proses kehidupan tanaman yang mengakibatkan perubahan ukuran dan bentuk pada tanaman, pengertian perkembangbiakan atau tingkat struktur kehidupan. Pertumbuhan yang sebenarnya adalah konsep yang universal dalam bidang biologi dan merupakan resultan fisik dan proses fisiologis yang berinteraksi dalam tubuh tanaman bersama faktor luar.

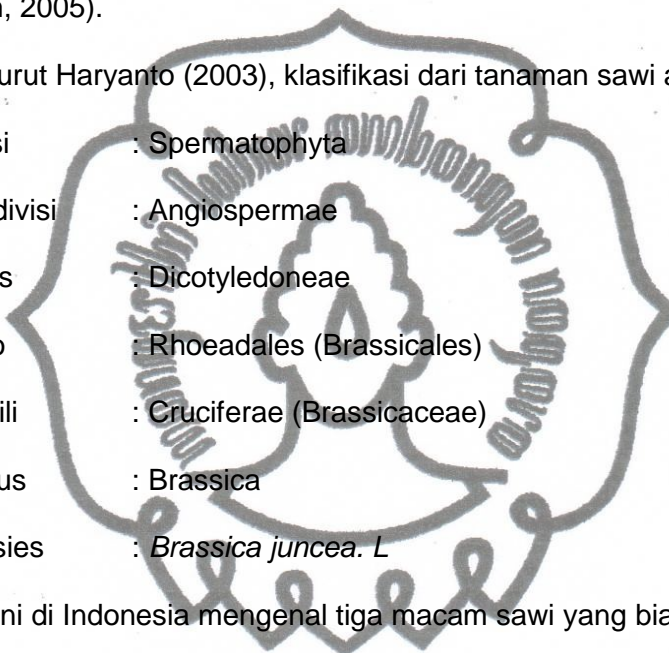
Menurut Yulianti (2009) Pertumbuhan (*Growth*) adalah dapat diartikan sebagai perubahan secara kuantitatif selama siklus hidup tanaman yang bersifat tak terbalikkan (*Irreversible*). Bertambah besar ataupun bertambah berat tanaman atau bagian tanaman akibat adanya penambahan unsur-unsur struktural yang baru. Peningkatan ukuran tanaman yang tidak akan kembali sebagai akibat pembelahan dan pembesaran sel. Misalnya, dalam ukuran sel, jaringan, organ perkembangan (*development*) diartikan sebagai: Proses perubahan secara kualitatif atau mengikuti pertumbuhan tanaman/bagian-bagiannya. Proses hidup yang terjadi di dalam tanaman yang meliputi pertumbuhan, diferensiasi sel, dan morfogenesis. Misalnya, perubahan dari fase vegetatif ke generatif.

### 4. Tanaman sawi

Sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan tanaman semusim yang berdaun lonjong, halus, tidak berbulu, dan tidak berkrup. Sawi dapat di tanam di dataran tinggi maupun di dataran rendah. Akan tetapi, umumnya sawi diusahakan di

dataran rendah, yaitu di pekarangan, ladang, atau sawah. Sawi termasuk tanaman sayuran yang tahan terhadap hujan. Sehingga ia dapat ditanam di sepanjang tahun, asalkan pada saat musim kemarau disediakan air yang cukup untuk penyiraman. Keadaan tanah yang dikehendaki adalah tanah gembur, banyak mengandung humus, dan drainase baik dengan derajat keasaman (pH) 6-7 (Anonim, 2005).

Menurut Haryanto (2003), klasifikasi dari tanaman sawi adalah :



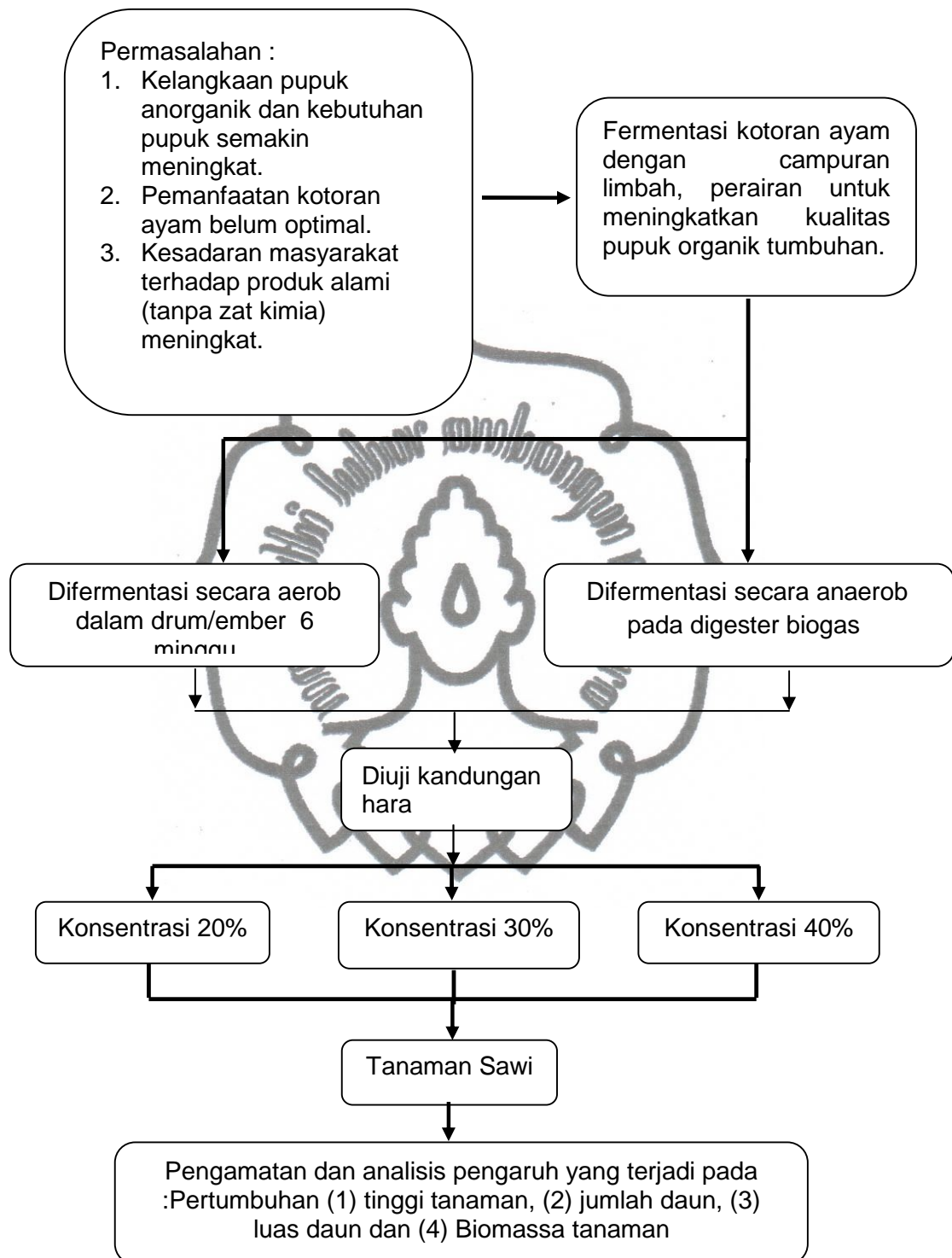
Divisi : Spermatophyta  
Subdivisi : Angiospermae  
Class : Dicotyledoneae  
Ordo : Rhoeadales (Brassicales)  
Famili : Cruciferae (Brassicaceae)  
Genus : Brassica  
Spesies : *Brassica juncea*. L

Petani di Indonesia mengenal tiga macam sawi yang biasa dibudidayakan yaitu sawi putih, sawi hijau, dan sawi huma. Menurut Rukmana (1994), tanaman sawi memiliki ciri-ciri morfologi sistem perakaran tunggang dan bercabang-cabang, akar yang bentuknya bulat panjang menyebar kesemua arah pada kedalaman 30-50 cm. Batang sawi pendek dan beruas-ruas berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang : perakaran, batanng, daun, bunga, buah/ biji.

## B. Kerangka Penelitian

Penggunaan pupuk kimia/anorganik berlebihan mengakibatkan rusaknya komposisi struktur tanah dan residu yang terakumulasi pada tanaman yang kemudian dapat mengganggu kesehatan manusia dan lingkungan, sehingga anjuran untuk menggunakan pupuk organik kembali digalakkan. Kebutuhan akan

pupuk meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk serta pemenuhan kebutuhan pangan dan sayuran. Pemanfaatan kotoran ayam dari limbah peternakan ayam sebagai salah satu pupuk organik ditambah dengan limbah organik dari gulma perairan dimanfaatkan menjadi pupuk organik yang lebih berkualitas dengan cara difermentasi secara aerob maupun anaerob untuk meningkatkan pengomposan dan efisiensi pengolahan limbah. Penambahan limbah organik gulma perairan yaitu enceng gondok (*Euchernia crassipens*) dicampur dengan kohe ayam baik melalui proses aerob (komposter) maupun proses anaerob (digester anaerob). Tanaman sawi (*Brassicca juncea. L*), banyak diminati masyarakat selain tingkat konsumsi yang tinggi juga masa tanam relatif cepat. Pemberian dosis pupuk organik campuran hasil fermentasi anaerob maupun aerob sebanyak 100 gr, 300 gr, 500 gr per 5 kg media tanam dan kontrol terhadap pertumbuhan biomassa sayuran sawi seperti tinggi tanaman, biomassa, berat akar, berat tajuk, volume akar, luas daun dan jumlah daun. Untuk tinggi dan jumlah daun pengamatan dilakukan tiap minggu, sedangkan untuk pengukuran biomassa, berat akar, volume akar dan luas daun pengamatan dilakukan pada akhir penelitian.

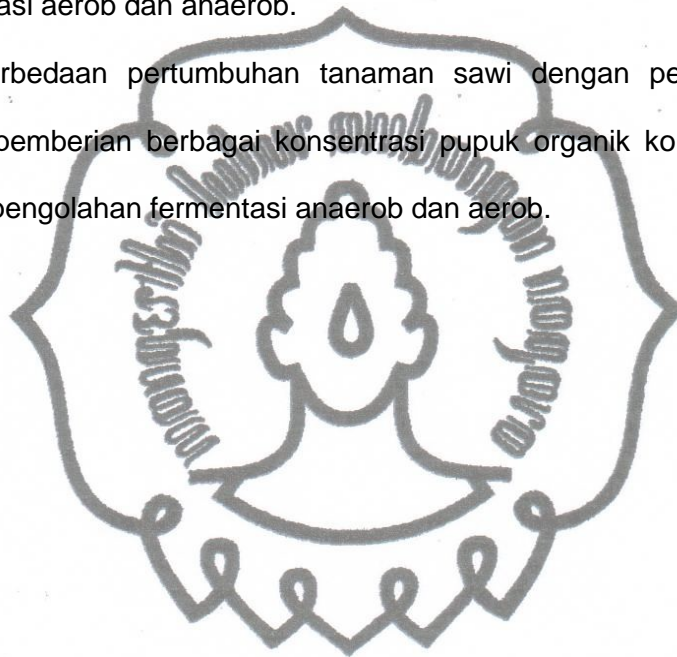


Gambar 1. Skema kerangka berpikir



### C. Hipotesis

1. Ada perbedaan kandungan nutrisi pupuk organik kotoran ayam dengan sistem pengolahan fermentasi secara aerob antara kotoran ayam murni dibandingkan kotoran ayam dengan campuran eceng gondok.
2. Ada perbedaan kandungan nutrisi dalam pupuk organik, melalui pengolahan fermentasi aerob dan anaerob.
3. Ada perbedaan pertumbuhan tanaman sawi dengan perlakuan interaksi antara pemberian berbagai konsentrasi pupuk organik kohe ayam dengan sistem pengolahan fermentasi anaerob dan aerob.



### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### A. Tempat dan Waktu Penelitian

###### 1. Waktu penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan Mei sampai dengan bulan September 2011.

###### 2. Tempat penelitian

Penelitian dilakukan di desa Demakan Mojolaban Sukoharjo Solo.

##### B. Alat dan Bahan Penelitian

###### 1. Alat penelitian

Alat yang digunakan adalah ember, timbangan 5 kg, timbangan digital, cetok, bambu, kertas label, semprotan tanaman/sprayer, gelas air mineral, botol 1,5 L, pengaduk, saringan, alat tulis, penggaris, timbangan, alat hitung, gelas ukur, baki kertas millimeter dan oven.

###### 2. Bahan penelitian

Bahan yang digunakan adalah tanah, benih sawi, polybag 5 kg, arang sekam, benih sawi pupuk aerob dan anaerob, air, kertas label, eceng gondok sebagai penambah rasio C/N.

##### C. Rancangan Penelitian

###### 1. Penelitian skala laboratorium

Rancangan percobaan dengan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor yaitu:

###### a. Jenis fermentasi pupuk

###### 1.1. Fermentasi secara aerob (A1)

## 1.2. Fermentasi secara anaerob (A2)

### b. Konsentrasi pupuk.

1. Kontrol (T0)
2. Konsentrasi 100 gr (T1)
3. Konsentrasi 300 gr (T2)
4. Konsentrasi 500 gr (T3)

Masing-masing dengan 3 ulangan.

### D. Cara Kerja

#### 1. Persiapan pembenihan tanaman sawi

Pembibitan dilakukan menggunakan tempat dengan ukuran yaitu lebar 20 cm, panjangnya 30 cm dan tinggi 10 cm. Media dan pupuk yang digunakan adalah campuran tanah, sekam yang dibakar telah menjadi arang, dan pupuk kandang dengan perbandingan 1: 1: 1 kemudian didiamkan selama 1 minggu. Cara melakukan pembibitan ialah sebagai berikut : benih ditabur pada media yang telah dipersiapkan, lalu ditutupi tanah setebal 1 - 2 cm, lalu dilakukan penyiraman air dengan *sprayer*, kemudian diamati 3 - 5 hari benih akan tumbuh. Setelah berumur 2-3 minggu sejak disemaikan atau sampai berdaun 3-4 helai tanaman sawi siap dipindahkan kedalam polibag.

#### 2. Pembuatan media tanam

Media yang digunakan adalah tanah yang berasal dari kabupaten Ngawi. Media tanah sebanyak 5 kg di campur dengan berbagai dosis pupuk dan jenis pupuk. Dosis pupuk ditentukan berdasarkan standar pemberian pupuk kandang yang biasa digunakan untuk penanaman sawi, yaitu sebesar 300 gr/polibag 5 kg dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm. Berdasarkan standar tersebut, maka dalam penelitian ini digunakan 3 dosis pupuk sebagai pembanding untuk melihat hasil

terbaik dari masing-masing dosis. Dosis pupuk yang digunakan yaitu sebesar 100 gr/polibag, 300 gr/polibag, dan 500 gr/polibag. Kemudian media tanam dicampur rata dengan pupuk tersebut dan dimasukkan ke dalam polybag ukuran 5 kg.

### 3. Penanaman bibit

Bibit yang telah berumur 2 minggu (berdaun 4 helai) dipindahkan ke media tanam dalam polibag dengan ukuran 21 cm x 10 cm. Bibit yang dipilih adalah bibit yang sehat, baik dan seragam.

### 4. Pemeliharaan

Meliputi : penyiraman, dilakukan setiap hari sekali yaitu pada pagi hari, penyulaman dilakukan untuk mengganti bibit yang mati yaitu 3 -7 hari, setelah tanam (penyulaman pada penelitian kami tidak dilakukan karena hidup semua). Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut gulma secara hati hati agar tidak merusak tanaman. Gulma yang ada termasuk dalam gulma berdaun lebar dan rerumputan

## E. Pengamatan/ Pengambilan Data

### 1. Pengambilan data penelitian

#### a. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur mulai dari pangkal batang sampai titik tumbuh. Pengukuran dilakukan seminggu sekali.

#### b. Jumlah daun

Jumlah daun dihitung dengan menghitung jumlah daun tanaman. Daun yang dihitung yaitu daun yang sudah terbentuk sempurna. Penghitungan dilakukan seminggu sekali.

#### c. Berat basah

*commit to user*

Berat basah diukur dengan menimbang seluruh bagian tanaman sawi. Pengukuran dilakukan pada akhir pengamatan

d. Biomassa

Biomassa merupakan total berat kering dari suatu tanaman. Untuk mengukur biomassa tanaman dioven pada suhu 70° C hingga berat konstan. Pengukuran biomassa dilakukan pada akhir pengamatan.

e. Berat akar

Berat akar diperoleh setelah panen ditimbang dengan menggunakan timbangan. Akar dicuci bersih sebelum ditimbang

f. Berat tajuk

Berat tajuk dihitung dengan menimbang tajuk tanaman yang masih segar. Diukur dengan menggunakan timbangan

g. Volume akar

Volume akar diukur dengan memasukkan akar dalam gelas ukur yang telah diketahui volume awalnya. Penambahan volume air dalam gelas ukur adalah volume akar tersebut.

h. Luas daun

Luas daun diukur dengan menggunakan kertas millimeter. Pengukuran dilakukan setelah akhir masa tanam pada daun ke 3, 5 dan 7 yang diambil dari bawah

## F. Analisis Data

Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis varian (ANOVA). Apabila terjadi perbedaan di uji lanjut menggunakan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf uji 5%.

*commit to user*

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terbagi menjadi dua bagian yaitu karakterisasi limbah kotoran ayam yang dicampur dengan limbah organik gulma perairan yakni eceng gondok difermentasi secara anaerob dan aerob yang disajikan dalam tabulasi dengan data baku mutu limbah organik (pupuk) SNI dan beberapa hasil penelitian pemanfaatan pupuk kandang (langsung/tidak mengalami fermentasi) yang tersedia (telah dilakukan). Tabulasi data pupuk organik campuran hasil fermentasi aerob dan anaerob serta baku mutu pupuk SNI diperbandingkan karakteristiknya. Tabulasi ketiga yaitu hasil uji pupuk kotoran ayam campuran biomassa limbah organik perairan difermentasi secara anaerob dan aerob terhadap pertumbuhan tanaman sawi, keseluruhan disajikan dalam tabel analisis multivariat.

#### **Karakterisasi pupuk organik fermentasi aerob dan anaerob campuran kohe ayam dan limbah organik eceng gondok untuk efisiensi dan pupuk organik lebih berkualitas**

Kotoran ayam merupakan jenis pupuk organik yang berasal dari bahan-bahan organik, pupuk ini biasanya digunakan sebagai pupuk dasar yaitu dicampurkan ke tanah pada saat masa tanam, meskipun hanya menyediakan unsur-unsur dalam jumlah sedikit tetapi pupuk ini sangat baik untuk memperbaiki sifat tanah menjadi gembur dan dapat ditembus akar dengan mudah serta dapat menyimpan udara atau air yang cukup. Menurut Widodo, (2008:05) kotoran ayam atau bahan organik merupakan sumber nitrogen tanah yang utama, serta berperan cukup besar dalam memperbaiki sifat fisik kimia dan biologi tanah serta



lingkungan. Di dalam tanah, pupuk organik akan dirombak oleh organisme menjadi humus atau bahan organik tanah.

Bahan organik berfungsi sebagai “pengikat” butiran primer tanah menjadi butiran sekunder dalam pembentukan agregat yang mantap. Keadan ini berpengaruh besar terhadap porositas, penyimpanan dan penyediaan air serta aerasi dan temperatur tanah. Bahan organik dengan C/N tinggi seperti jerami dan sekam memberikan pengaruh yang lebih besar pada perubahan sifat-sifat fisik tanah dibanding bahan organik yang telah terdekomposisi seperti kompos. Hasil penelitian mengenai penambahan pupuk organik pernah dilakukan oleh Fitirana (2003), menunjukkan bahwa pupuk organik memberikan pertumbuhan tanaman yang terbaik dan berat buah tertinggi. Gulma yang tumbuh pada media tumbuh tanaman pupuk kandang kotoran ayam lebih sedikit daripada pupuk kandang kotoran sapi.

Pengolahan limbah kotoran ayam berguna untuk mengurangi pencemaran terhadap lingkungan dan mengendalikan mutu limbah yang dihasilkan. Pencemaran lingkungan di peternakan timbul akibat kotoran hewan ternak, dampaknya terhadap lingkungan menyebabkan tercemarnya udara oleh bau kotoran ayam dan banyaknya lalat yang berkeliaran dikandang dan lingkungan sekitar. Pemanfaatan limbah peternakan ayam disamping dapat mengurangi tingkat pencemaran juga diproses menjadi produksi biogas. Hasil limbah proses fermentasi dapat digunakan sebagai pupuk organik sebagai pengganti pupuk kimia.

Pengomposan merupakan salah satu alternatif terpilih dalam upaya mengatasi masalah sampah baik yang berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri, maupun limbah peternakan. Pengomposan adalah proses penguraian

bahan organik secara biologis, khususnya oleh mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi.

Hasil karakterisasi kotoran ayam yang diproses secara aerob dan anaerob dari proses instalasi digester biogas disajikan pada tabel 1

Tabel 1. Karakter pupuk aerob dan anaerob limbah kotoran ayam sebelum di aplikasikan

No	Kandungan hara makro dan mikro	Kotoran ayam (kandang)	Fermentasi campuran kohe ayam dan ecengondok		Baku mutu pupuk organik**
			Anaerob	Aerob	
1.	C organik(%)	23,91	7,91	15,29	≥ 12
2.	Bahan organik(%)	41,22	13,64	-	< 25
3.	N (%)	1,35	0,6	1,32	<6
4.	Rasio C/N (%)	17,71	13,18	11,58	10-25
5.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ((%)	1,15	0,74	1,32	< 5
6.	K <sub>2</sub> O (%)	2,40	1,51	1,80	< 5
7.	Ca (%)	0,97	2,52	4,25	-
8.	Mg (%)	1,32	0,82	0,67	<0,63
9.	Kadar air (%)	44,40	57,72	68,59	13 – 20
10.	Fe (%)	-	0,2	0,5	0,4 %
11.	Mn (%)	-	0,04	-	0,5 %
12.	pH	-	7	7	4 – 8

\*\*Peraturan Mentan , No 2/Pert/HK.060/2/2006

Dari hasil karakterisasi kandungan unsur hara pada kotoran ayam murni dengan kotoran ayam dengan campuran eceng gondok dengan proses secara aerob serta pemrosesan secara anaerob disajikan pada tabel 1. Parameter yang diamati adalah unsur-unsur makro (N, P, K) , unsure mikro (Ca, mg, Fe, Mn) nutrient, rasio C/N , C organik dan bahan organik.

Kandungan hara pada kotoran ayam murni jika dibandingkan dengan kotoran ayam campuran dengan proses aerob memiliki kandungan yang berbeda, pada kotoran ayam murni unsur N memiliki kandungan yang lebih tinggi

dibandingkan dengan kotoran ayam dengan campuran eceng gondok karena penambahan eceng gondok dapat menambah rasio C/N, yaitu 1,35%. Unsur P pada kotoran ayam murni justru lebih rendah yaitu 1,15 % jika dibandingkan dengan kotoran ayam dengan campuran eceng gondok yaitu 1,32 %, dan unsur K memiliki kandungan yang lebih tinggi yaitu 2,40 %.

Kandungan unsur mikro pada kotoran ayam murni lebih rendah (0,97 %) jika dibandingkan dengan kotoran ayam dengan campuran eceng gondok yaitu 4,25%. Kandungan unsur Mg pada kotoran ayam murni lebih tinggi (1,32 %) jika dibandingkan dengan kotoran ayam dengan campuran eceng gondok yaitu 0,67 %.

Pupuk kotoran ayam umumnya mengandung kadar hara P yang tinggi (Hartatik dan Widiowati, 2005) tingginya kadar hara dipengaruhi jenis konsentrat yang diberikan serta tercampurnya sisa-sisa makanan ke dalam kotoran sehingga dapat meningkatkan kandungan hara. Kandungan unsur N pada kotoran ayam murni lebih tinggi dibandingkan dengan kotoran ayam campuran eceng gondok, fungsi unsur N pada tanaman adalah unsur esensial pembentuk sel tanaman, berperan dalam pembentukan klorofil, asam amino, protein dan senyawa lainnya (Anonimus, 2009b).

Berdasarkan hasil karakterisasi pada pengolahan kotoran ayam secara anaerob memiliki kandungan C organik lebih rendah dibandingkan melalui pengolahan aerob yaitu 7,91 % dan 15,29 %, tetapi masih termasuk dalam standart baku mutu pupuk. Hal yang sama pada kandungan unsur N, pada fermentasi pupuk secara aerob kandungan unsur N lebih tinggi dibanding pengolahan secara anaerob yaitu 1,32% dan 0,6 %. Menurut Sulaeman (2006), setiap bahan organik yang akan dikomposkan memiliki karakteristik yang

berlainan. Karakteristik terpenting bahan organik dan berguna untuk mendukung proses pengomposan adalah kadar karbon (C) dan nitrogen (N), hal ini karena karbon akan digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi sementara nitrogen untuk sintesis protein.

Penggunaan limbah ternak untuk pupuk dalam hal ini kotoran ayam secara umum minimal syarat utama kandungan rasio C/N. standart baku mutu telah menetapkan untuk kandungan rasio C/N pupuk antara 10-25 %. Sedangkan menurut Hartutik *et al.*, 2005 ,bahan yang ideal untuk dikomposkan memiliki rasio C/N sekitar 30-40, pada rasio C/N tersebut mikroba mendapatkan cukup karbon untuk energi dan nitrogen untuk sintesis protein. Pada fermentasi secara anaerob kandungan rasio C/N 13,18 % sedangkan pada fermentasi secara aerob adalah 11,58 %. Bahan organik yang mempunyai rasio C/N tinggi, maka mikroba akan kekurangan nitrogen sebagai sumber makanan sehingga proses dekomposisinya akan berjalan lambat, sebaliknya jika rasio C/N rendah maka akan kehilangan nitrogen karena penguapan selama proses perombakan berlangsung (Isroi, 2004).

Kematangan kompos dapat dilihat dari kandungan karbon dan nitrogen melalui rasio C/N. Prinsip pengomposan adalah menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah yaitu 10-12, kompos yang memiliki rasio C/N mendekati rasio C/N tanah lebih dianjurkan untuk digunakan (Indriani, 2002). penurunan rasio C/N dari bahan kompos disebabkan karena adanya aktivitas mikroorganisme untuk mendekomposisikan bahan, karbon akan dirombak oleh mikroorganisme dan digunakan sebagai sumber energi.

Untuk kandungan unsur-unsur makro seperti  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , pada proses fermentasi aerob lebih tinggi dibandingkan dengan fermentasi anaerob yaitu 1,32

% dan 1,80 % serta 0,74% dan 1,51%. Fungsi unsur fosfat adalah untuk merangsang pertumbuhan akar, khususnya benih tanaman yang masih muda, membantu asimilasi dan pernafasan, mempercepat pembungaan dan pemasakan biji dan buah. Sedangkan unsur kalium berfungsi memperkuat tanaman, agar daun, bunga dan buah tidak mudah gugur, meningkatkan ketahanan tanaman menghadapi kekeringan dan penyakit. Kalium terdapat di dalam tubuh tanaman sebagai garam anorganik pada bagian-bagian tanaman yang menyelenggarakan pertumbuhan, peranan penting sebagai katalisator dalam pengubahan protein dan asam amino. Kekurangan kalium berakibat terhambatnya fotosintesis dan bertambahnya respirasi (Dwidjoseputro, 1994). Fungsi K yang lain adalah untuk pengembangan sel dan pengaturan tekanan osmosis. (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Kekurangan unsur K terjadi akumulasi karbohidrat, menurunnya kadar pati, dan akumulasi senyawa nitrogen dalam tanaman

Unsur-unsur mikro seperti Ca, Mg, Fe dan Mn pada fermentasi aerob relatif lebih tinggi dibandingkan fermentasi secara anaerob kecuali pada kandungan unsur Mg. Kandungan pada fermentasi aerob berturut-turut yaitu 4,25%; 0,67%; dan 0,5% sedang pada fermentasi secara anaerob berturut-turut yaitu 2,52%; 0,82%; 0,2%; dan 0,04 %. Jika dibandingkan pada kedua tahapan proses fermentasi kandungan unsur mikro pada unsur Mg berada di atas standar baku mutu pupuk, sedangkan pada kandungan unsur lain berada di bawah standar baku mutu pupuk.

Penggunaan pupuk kandang segar secara langsung ke tanaman selalu tidak menguntungkan dan menimbulkan masalah karena kandungan, gulma, organisme penyebab penyakit dan senyawa toksik dikandung ekskresi.



Penggunaan pupuk kandang segar secara langsung kemungkinan besar timbul panas selama proses dekomposisi dan juga tanaman kekurangan unsur tertentu. Terlepas dari masalah polusi, proses fermentasi kemungkinan dihasilkan bahan pupuk yang lebih baik daripada bahan yang segar, limbah kotoran ayam setelah terfermentasi secara anaerob pemanfaatan dapat digunakan sebagai pupuk tanaman. Kotoran ayam yang digunakan untuk pupuk sering mengandung koksidiostat yang berfungsi sebagai herbisida. Apabila pupuk kandang yang mengandung bahan kimia seperti koksidiostat dimanfaatkan untuk pupuk dengan dosis tinggi secara terus menerus, maka kemungkinan besar dapat berfungsi sebagai zat alelopati yang dapat menghambat pertumbuhan benih maupun bibit. Penggunaan pupuk kandang dalam jumlah banyak, akan mendorong perkembangan lalat dan menimbulkan bau yang menyengat. Berkenaan dengan masalah pencemaran, bau busuk merupakan pencemaran udara yang paling besar mendapatkan perhatian.

Fermentasi terbagi dua tipe berdasarkan kebutuhan akan oksigen yaitu tipe aerob dan anaerob. Tipe aerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya memerlukan oksigen. Pengomposan secara fermentasi aerob oksigen mutlak dibutuhkan oleh mikro organisme perombak untuk merombak bahan organik. Mikroorganisme yang terlibat membutuhkan oksigen dan air untuk merombak bahan organik dan mengasimilasikan sejumlah karbon, nitrogen, fosfor, belerang dan unsur lainnya untuk sintesis protoplasma sel tubuhnya (Simamora dan Salundik, 2006). Semua organisme untuk hidupnya memerlukan sumber energi yang diperoleh dari hasil metabolisme bahan pangan, dimana organisme itu berada.



Sedangkan tipe anaerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya tidak memerlukan oksigen. Pengomposan secara anaerob memanfaatkan mikroorganisme yang tidak membutuhkan udara dalam mendegradasi bahan organik. Pengomposan dengan cara ini akan dihasilkan gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan asam organik dengan bobot molekul yang rendah. Pengomposan secara anaerob menghasilkan gas metan yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif (biogas). Sisanya berupa lumpur yang mengandung bagian padatan dan cairan. Bagian padatan ini yang disebut kompos. Namun, kadar airnya masih tinggi sehingga sebelum digunakan harus dikeringkan terlebih dahulu

Dalam proses fermentasi anaerob beberapa mikroorganisme dapat mencerna energi tanpa adanya oksigen. Jadi hanya sebagian bahan energi itu dipecah, yang dihasilkan adalah sebagian dari energi, karbondioksida dan air, termasuk sejumlah asam laktat, asam asetat, etanol, asan volatile, alkohol dan ester (Anonim 2010). Menurut Riadi (2007), fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik, akan tetapi, terdapat definisi yang lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal.

Secara umum penggunaan pupuk hasil proses fermentasi aerob dan anaerob limbah peternakan ayam memiliki kandungan unsur makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman telah termasuk dalam standart baku mutu pupuk yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri, No 2/Pert/HK.060/2/2006. Namun ada beberapa kandungan unsur baik pada fermentasi aerob dan anaerob terdapat kandungan diatas baku mutu pupuk, perbedaan kandungan kemungkinan

disebabkan pada perbedaan proses fermentasi. Perbedaan kandungan unsur akan memberikan respon berbeda pada tanaman, sehingga untuk melihat pengaruhnya maka penelitian dilanjutkan pada penelitian ke dua yaitu melihat pengaruh kandungan pupuk pada tanaman hortikultura dalam penelitian ini menggunakan sawi (*Brassicca juncea L.*).

#### A. Hasil Interaksi Antara Faktor Jenis Fermentasi dan Konsentrasi Pupuk Terhadap Indikator Yang Diamati

Aplikasi pupuk fermentasi anaerob dan aerob dengan beda dosis konsentrasi terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman hortikultura, dalam penelitian ini menggunakan tanaman sawi (*Brassicca juncea. L.*). Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, biomassa, berat akat, berat tajuk, volume akar, dan luas daun. Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun diamati pada tiap minggu selama 5 minggu. Untuk berat basah, biomassa, berat akar, berat tajuk, volume akar dan luas daun diamati pada pemanenan akhir penelitian yaitu pada minggu ke-5 .

Tabel 2. Hasil analisis kandungan nutrisi media tanah setelah ditanami sawi dan pupuk organik fermentasi aerob dan anaerob dengan beda konsentrasi.

Parameter	Tanah kontrol	konsentrasi 100 gr		konsentrasi 300 gr		konsentrasi 500 gr	
		Anaerob	Aerob	Anaerob	Aerob	Anaerob	Aerob
C organik(%)	2,75	2,14	2,73	2,53	3,51	3,70	4,09
Bahan organik(%)	4,43	3,69	4,70	4,37	6,05	6,38	7,05
N (%)	0,25	0,60	0,74	0,56	0,86	0,70	0,94
Rasio C/N (%)	10,28	3,57	3,69	4,52	4,08	5,29	4,35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ((%)	14,58	0,47	0,85	0,29	0,18	0,76	0,32
K <sub>2</sub> O (%)	0,29	0,16	0,30	0,17	0,13	0,12	0,34
Ca (%)	2,65	1,01	1,20	1,06	1,25	1,08	1,27
Mg (%)	1,19	1,68	1,76	1,85	1,92	1,95	2,34
Fe (ppm)	-	12,52	15,22	12,64	15,47	12,32	15,71

Interaksi antara jenis fermentasi pupuk dengan konsentrasi pupuk memberikan hasil kandungan hara yang berbeda pada media setelah tanam. Secara umum kandungan nutrisi pada pemakaian pupuk secara aerob pada berbagai konsentrasi menunjukkan hasil yang tinggi. Pada penambahan 100 gr pupuk semua parameter yang diamati menunjukkan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan pemakaian pupuk anaerob. Pada penambahan konsentrasi 300 gr, rasio C/N unsur P dan K tertinggi pada penggunaan pupuk anaerob yaitu 4,52%, 0,29 % dan 0,17 %. Sedangkan pada penambahan konsentrasi 500 gr parameter rasio C/N dan P tertinggi pada penggunaan pupuk anaerob yaitu 5,29 % dan 0,76 %.

Hasil analisis pada media setelah tanam diketahui terdapat perbedaan kandungan nutrisi pada media setelah tanam dengan penambahan pupuk aerob dan anaerob pada masing-masing pemberian konsentrasi. Pada penambahan pupuk aerob kandungan unsur C yang lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan pupuk anaerob pada semua konsentrasi, yaitu berturut-turut dari pemberian konsentrasi paling rendah ke paling tinggi berturut-turut 2,73%, 3,51%, 4,09% pada aerob dan pada anaerob 2,14%, 2,53%, 3,70%. Hasil yang sama pada unsure N. Penambahan pupuk aerob lebih tinggi kandungannya dibanding penambahan pupuk anaerob yaitu 0,74%, 0,86%, 0,94% pada aerob dan 0,60%, 0,56%, 0,70% untuk anaerob. Sedangkan pada unsure P dan K terdapat kesamaan yaitu pada penambahan konsentrasi 300 gr hasil yang diperoleh pada penambahan pupuk aerob lebih rendah dibandingkan dengan penambahan pupuk anaerob, yaitu 0,18% dan 0,13 % sedang pada pupuk anaerob 0,29% dan 0,17%. Sedangkan pada konsentrasi 100 gr dan 500 gr pada penambahan pupuk aerob lebih tinggi dibandingkan pupuk anaerob.

Pada unsure mikro Ca, Fe, Mg hasil analisis diperoleh pada penambahan pupuk aerob memiliki kandungan Ca, Fe dan Mg lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan pupuk anaerob pada semua konsentrasi (tabel 2). Sedangkan untuk rasio C/N pada penambahan pupuk aerob dengan konsentrasi 300 gr dan 500 gr hasil yang diperoleh lebih rendah dibandingkan pada penambahan pupuk anaerob dengan konsentrasi yang sama yaitu 4,08 % dan 4,35 % pada pupuk aerob; 4,52 % dan 5,29 % pada pupuk anaerob. Bahan organik pada penambahan pupuk aerob lebih tinggi dibandingkan pada penambahan pupuk anorganik pada semua pemberian konsentrasi.

Karbon merupakan bahan organik yang utama. Karbon ditangkap tanaman berasal dari CO<sub>2</sub> udara. Bahan organik di dekomposisikan menghasilkan air dan CO<sub>2</sub> sejumlah kecil CO<sub>2</sub> bereaksi dalam tanah membentuk asam karbonat Ca, Mg, K karbonat atau bikarbonat. Garam-garam ini mudah larut dan hilang atau diserap ke dalam tanaman (Hakim, dkk., 1986).

Bahan organik tanah merupakan timbunan binatang dan jasad renik yang sebagian telah mengalami perombakan. Bahan organik ini biasanya berwarna coklat dan bersifat koloid yang dikenal dengan humus. Bahan organik adalah semua sisa jasad hidup dalam tanah, baik yang masih segar maupun yang telah terdekomposisi, senyawa sederhana maupun kompleks. Ini termasuk akar tanaman, sisa tanaman dan hewan dalam semua tingkat dekomposisi, humus, mikrobial dan beberapa senyawa organik (Kohnke, 1968). Bahan organik merupakan salah satu indikator kesehatan tanah yang dapat menjamin produktivitas pertanian. Fungsi-fungsi bahan organik tanah ini saling berkaitan satu dengan yang lain. Sebagai contoh bahan organik tanah menyediakan nutrisi untuk aktivitas mikroba yang juga dapat meningkatkan dekomposisi bahan

organik, meningkatkan stabilitas agregat tanah, dan meningkatkan daya pulih tanah

Nitrogen yang merupakan unsur yang utama untuk tanaman tidak terdapat pada batuan-batuan dan hanya berasal dari bahan organik, jadi erat hubungannya dengan bahan organik tanah. Banyak faktor yang menyebabkan penambahan/pengurangan N pada tanaman. Penambahan N antara lain oleh pupuk, air hujan, bahan organik, fiksasi N sedangkan kehilangannya oleh absorpsi oleh tanaman, pencucian, penguapan/denitrifikasi (Simatupang, 1970). Fungsi unsur N adalah meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan kadar protein dalam tanah, meningkatkan mikroorganisme dalam tanah serta meningkatkan tanaman penghasil dedaunan seperti sayuran dan rerumputan.

Proses fermentasi anaerob dalam produksi biogas telah “matang” dan siap digunakan sebagai pupuk organik. Kandungan rata-rata nutrisi dalam kotoran ternak hasil fermentasi anaerob untuk nitrogen, pospor ( $P_2O_5$ ), dan kalium ( $K_2O$ ) masing-masing adalah 1,60 %; 1,55 %; dan 1,00% (FAO,1996). Kandungan nutrisi tanaman hasil fermentasi anaerob lebih tinggi 50-100% daripada pengomposan secara aerob. Selain itu, fermentasi anaerob juga akan mematikan benih-benih gulma dan penyakit yang ada dalam kotoran ternak atau biomassa lainnya. Penggunaan pupuk organik dan pupuk sintetis dengan takaran yang tepat akan melipat gandakan hasil pertanian.

Dalam pemupukan, pemberian dosis pupuk mempunyai peranan yang penting. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk semakin tinggi pupuk yang diberikan pada tanaman maka kandungan unsur hara tanaman akan semakin tinggi, begitu pula pada frekuensi pemberian pupuk yang



diaplikasikan pada tanaman maka kandungan unsur hara juga semakin tinggi. (Rizqiani., *et al.* 2007). Namun pemberian dengan dosis berlebihan justru akan mengakibatkan timbulnya gejala kelayuan pada tanaman. (Suwandi & Nurtika, 1987). Rendahnya unsur N,P, dan K pada pemberian dosis 300 gr berhubungan dengan tingginya berat basah tanaman sawi. Hal ini berarti pada dosis 300 gr merupakan dosis yang tepat untuk diaplikasikan pada tanaman sawi

### 1. Tinggi tanaman

Tinggi merupakan salah satu parameter pertumbuhan tanaman. Tanaman setiap waktu terus tumbuh yang menunjukkan telah terjadi pembelahan dan pembesaran sel. Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, fisiologi dan genetika tanaman. Pada sawi tinggi tanaman adalah pencerminan panjang batang yang beruas. Tinggi tanaman merupakan parameter pertumbuhan yang sering diamati karena dapat menunjukkan pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diberikan (Sitompul dan Guritno, 1995). Berikut ini adalah rerata perkembangan tinggi tanaman dari minggu ke-0 (awal) tanam sampai minggu ke-5 :

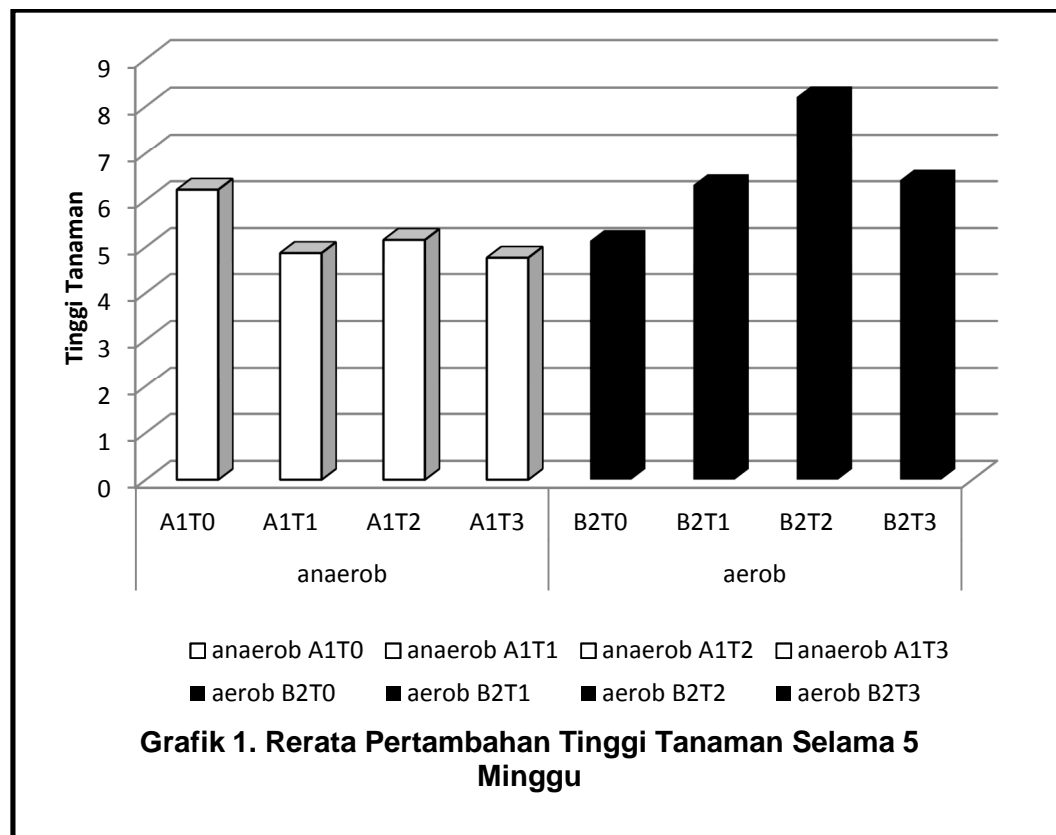
Tabel 3. Rerata Pertambahan Perubahan Tinggi Tanaman selama 5 minggu pengamatan

perlakuan	tinggi tanaman (cm)					Rerata perubahan pertumbuhan
	I	II	III	IV	V	
A1T0	2	2.6	5.5	24.2	26.9	6.22
A1T1	1	2.1	7.7	24.2	25.5	4.87
A1T2	2	3	6	19.8	22.5	5.15
A1T3	1	2.5	8	19.3	22.1	4.77
B2T0	2	2.3	6	21.33	22.53	5.13
B2T1	2	2.4	6.7	24.3	29.7	6.32
B2T2	1	2.2	5.5	25.2	33.8	8.2
B2T3	2	2.6	4.3	19.8	27.8	6.42

A1 = pupuk anaerob  
B2 = pupuk aerob



Hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa pada minggu ke-2 tanaman yang paling tinggi adalah pada perlakuan A1T2 dengan rerata tinggi tanaman 3 cm dan tanaman yang paling rendah adalah pada perlakuan A1T1 dengan rerata 2,1 cm. Pada minggu ke-3 tanaman yang paling tinggi adalah pada perlakuan A1T1 dengan rerata tinggi tanaman 7,7 cm dan tanaman yang paling rendah adalah pada perlakuan B2T3 dengan rerata tinggi tanaman 4,3 cm. Pada minggu ke-4 tanaman yang paling tinggi adalah pada perlakuan B2T2 dengan rerata tinggi tanaman 25,2 cm dan tanaman yang paling rendah adalah pada perlakuan A1T3 dengan rerata tinggi tanaman 19,3 cm. Pada minggu ke-5 tanaman yang paling tinggi adalah pada perlakuan B2T2 dengan rerata tinggi tanaman 33,8 cm dan tanaman yang paling rendah adalah pada perlakuan A1T3 dengan rerata tinggi tanaman 22,1 cm. Secara keseluruhan tanaman yang paling tinggi adalah perlakuan B2T2 (Pupuk aerob dengan konsentrasi pemberian 300 gr) dengan rerata 13,5 cm dan tanaman paling rendah adalah pada perlakuan A1T3 (Pupuk anaerob dengan konsentrasi pemberian 500 gr) dengan rerata tinggi tanaman 10,6 cm. Rerata perkembangan tinggi tanaman dari minggu ke-1 sampai minggu ke-5 dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Tinggi tanaman sawi berkaitan erat dengan jumlah daun. Hal ini karena daun merupakan organ yang terletak pada buku batang sawi. Semakin tinggi tanaman maka jumlah daun yang terbentuk juga semakin banyak. Pemberian pupuk organik terhadap parameter tinggi tanaman memberikan hasil yang berbeda tidak nyata. Penambahan tinggi tanaman mula-mula lambat, kemudian berangsur-angsur menjadi lebih cepat sampai tercapai suatu laju pemanjangan batang yang maksimum yaitu pada minggu kelima. Baloch *et. al* (2008) menyatakan pemberian pupuk daun dapat meningkatkan tinggi tanaman cabai hingga konsentrasi 8ml/liter. Menurut Premsekhar dan Rajashree (2009) pertambahan tinggi tanaman mungkin disebabkan oleh peningkatan pembelahan dan pemanjangan sel pada pemberian dosis N yang meningkat.

## 2. Jumlah Daun

Daun merupakan organ tanaman tempat mensintesis makanan untuk kebutuhan tanaman maupun sebagai cadangan makanan. Daun memiliki klorofil yang berperan dalam melakukan fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun, maka tempat untuk melakukan proses fotosintesis lebih banyak dan hasilnya lebih banyak juga.

Tabel 4. Rerata pertambahan jumlah daun (pembulatan) selama 5 minggu pengamatan.

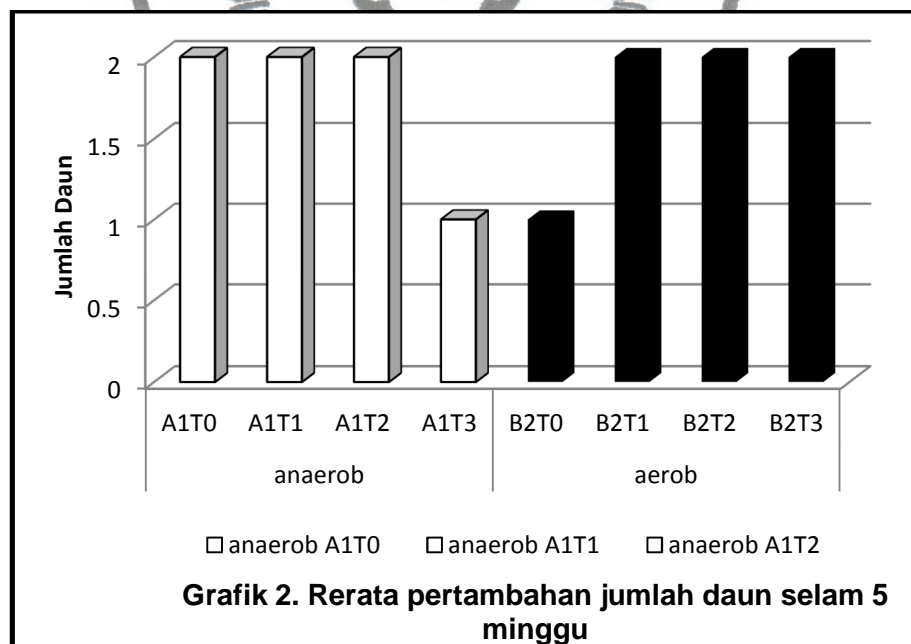
perlakuan						Rerata pertambahan jumlah daun
jumlah daun						jumlah daun
minggu						
	I	II	III	IV	V	
A1T0	3	6	8	13	12	2
A1T1	3	5	8	10	13	2
A1T2	3	6	8	10	12	2
A1T3	3	5	7	9	10	1
B2T0	3	5	6	8	9	1
B2T1	3	6	7	10	14	2
B2T2	3	5	6	10	14	2
B2T3	3	5	6	9	13	2

A1 = pupuk anaerob

B2 = pupuk aerob

Hasil penelitian pada pengamatan jumlah daun diatas menunjukkan bahwa pada minggu ke-2 tanaman yang memiliki jumlah daun paling banyak adalah pada perlakuan A1T0, A1T2 , dan B2T1 dengan rerata jumlah daun sebanyak 6 helai dan tanaman yang memiliki jumlah daun paling sedikit adalah pada perlakuan A1T1, A1T3, A1T3, B2T0, B2T2 dan B2T3 dengan rerata jumlah daun 5 helai. Pada minggu ke-3 tanaman yang memiliki jumlah daun paling banyak adalah pada perlakuan A1T0, A1T1, A1T2 dengan rerata jumlah daun 8 helai dan tanaman yang memiliki jumlah daun

paling sedikit adalah pada perlakuan B2T0, B2T2 dan B2T3 dengan rerata jumlah daun 6 helai. Pada minggu ke-4 tanaman yang memiliki jumlah daun paling banyak adalah pada perlakuan A1T0 dengan rerata jumlah daun sebanyak 13 helai dan tanaman yang memiliki jumlah daun paling sedikit adalah pada perlakuan B2T0 dengan jumlah daun sebanyak 8 helai. Pada minggu ke-5 tanaman yang memiliki jumlah daun paling banyak adalah pada perlakuan B2T1 dan B2T2 dengan rerata jumlah daun sebanyak 14 helai dan tanaman yang memiliki jumlah daun paling sedikit adalah pada perlakuan B2T0 dengan rerata jumlah daun sebanyak 9 helai. Perkembangan jumlah daun tanaman dari minggu ke-1 (awal penanaman) sampai dengan minggu ke-5 dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Dari gambar grafik 2 diatas dapat diketahui bahwa tanaman dengan rerata jumlah daun terbanyak dari minggu perlakuan B2T2 yaitu pupuk aerob dengan konsentrasi pemberian 300 gr, sedangkan tanaman dengan jumlah daun paling sedikit adalah pada perlakuan A1T3 yaitu dengan penambahan pupuk anaerob 500 gr.

Daun merupakan organ utama tempat berlangsungnya fotosintesis. Kedudukan batang sawi pada poros utamanya menyebar secara merata. Oleh karena itu jumlah daun yang optimum memungkinkan distribusi (pembagian) cahaya antar daun lebih merata. Distribusi cahaya yang lebih merata antar daun mengurangi kejadian saling menaungi antar daun. Daun dengan jumlah yang lebih banyak memungkinkan pupuk lebih banyak yang menempel pada daun, serta penyerapan hara yang lebih optimum.

Pupuk organik yang digunakan mempunyai nilai nitrogen tinggi sehingga sangat sesuai untuk memacu proses pembentukan daun tanaman sawi, karena nitrogen merupakan unsur hara membentuk asam amino dan protein sebagai bahan dasar tanaman dalam menyusun daun (Haryanto, 2002). Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa perlakuan frekuensi pemberian pupuk yang berbeda menyebabkan hasil produksi jumlah daun yang berbeda pula dan frekuensi yang tepat akan mempercepat laju pembentukan daun. Menurut Suwandi dan Nurtika (1997), pupuk organik akan mempercepat pembentukan daun jika diaplikasikan dalam konsentrasi rendah namun dengan pemberian secara rutin. Pupuk organik akan memberikan hasil budidaya tanaman yang rendah apabila diberikan dengan konsentrasi tinggi namun beberapa kali pemupukan dalam masa tanam.

### 3. Berat basah

Berat basah tanaman merupakan berat tanaman pada saat tanaman masih hidup dan ditimbang secara langsung setelah panen, sebelum tanaman menjadi layu akibat kehilangan air (Lakitan, 1996).

Berat basah sawi terdiri atas batang dan daun. Semakin banyak jumlah daun maka berat basah tanaman juga akan meningkat. Berdasarkan hasil analisis, pemberian konsentrasi pupuk anaerob berpengaruh nyata terhadap berat basah tanaman sawi. Berdasarkan hasil uji DMRT 5% hasil tertinggi berat basah pada pemberian pupuk anaerob 100 gr dan terendah pada pemberian pupuk anaerob 500 gr berturut-turut yaitu 53,67 gr dan 22,33 gr

Tabel 5. Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata berat basah tanaman sawi

Konsentrasi pupuk	Rerata berat basah (gr)	
	anaerob	aerob
Kontrol	44,67 a	44,33 a
100 gr	53,67 b	88,67 ab
300 gr	36,33 a	115,00 b
500 gr	22,33 c	59,00 a

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %.

Berdasarkan hasil analisis korelasi, pemberian berbagai variasi dosis pupuk aerob tidak berbeda nyata terhadap berat basah pada tanaman sawi. Dari uji DMRT 5 %, pemberian pupuk aerob pada tanaman sawi terbaik pada pemberian pupuk 300 gr hasil terendah pada pemberian pupuk 500 gr yaitu dengan rata-rata 115,00 gr dan 59,00 gr. Sedangkan pada pemberian pupuk anaerob pemberian dosis pupuk 100 gr, 300 gr dan 500 gr , hasil terbaik pada penambahan pupuk dengan dosis 100 gr yaitu 53,67 gr, pada pemberian dosis 300 gr memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan



kontrol yaitu 36,33 gr. . pemberian dosis 500 gr pupuk memberikan hasil berat basah paling rendah yaitu 22,33 gr.

Pemberian pupuk organik dapat memacu metabolisme pada tanaman sawi. Nitrogen yang terkandung dalam pupuk organik baik anaerob maupun aerob berperan sebagai penyusun protein sedangkan fosfor dan kalsium berperan dalam memacu pembelahan jaringan meristem dan merangsang pertumbuhan akar dan perkembangan daun. Akibatnya tingkat absorpsi unsur hara dan air oleh tanaman sampai batas optimumnya yang akan digunakan untuk pembelahan, perpanjangan dan diferensiasi sel.

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman sawi akan baik jika jumlah unsur hara yang diberikan sesuai dengan kebutuhan. Hal ini disebabkan karena pemberian pupuk dengan dosis yang tidak sesuai akan berpengaruh terhadap hasil tanaman. Pemberian dosis pupuk yang tidak sesuai akan berpengaruh terhadap hasil tanaman .Pemberian dosis pupuk berlebihan justru akan mengakibatkan timbulnya gejala kelayuan pada tanaman. (Suwandi & Nurtika ,1987). Menurut Gardner *et al.*, (1991), pemupukan di zona defisien akan meningkatkan bobot kering tanaman, sedangkan pemupukan di zona berlebihan akan mengakibatkan peningkatan kandungan unsur hara tertentu di dalam jaringan tanaman. Apabila hal ini terjadi, maka efisiensi pemupukan tidak tercapai. Dengan demikian, diperlukan adanya pengujian-pengujian untuk mendapatkan suatu rekomendasi pemupukan yang sesuai tentang dosis dan frekuensi pemberian pupuk yang dianjurkan.

#### **4. Biomassa**

Biomassa pada umumnya digunakan sebagai petunjuk yang memberikan ciri pertumbuhan. Biomassa merupakan akumulasi hasil fotosintat yang berupa

protein, karbohidrat dan lipida (lemak). Semakin besar biomassa suatu tanaman, maka kandungan hara dalam tanah yang terserap oleh tanaman juga besar. Biomassa merupakan akumulasi fotosintat yang berada di batang dan daun.

Tabel 6. Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata biomassa tanaman sawi

Konsentrasi pupuk	Rerata berat biomassa (gr)	
	anaerob	Aerob
Control	3,47333 a	1,94500 a
100 gr	3,44267 a	4.41167 ab
300 gr	2,15733 ab	5.63267 b
500 gr	1,44733 b	2,97067 a

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %.

Berdasarkan hasil analisis ragam, pemberian variasi pupuk anaerob pada pemberian dosis 100 gr dan 500 gr menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf uji DMRT taraf 5 %, yaitu 3,44267 gr dan 1,44733 gr, sedangkan pada pemberian 300 gr dengan 500 gr menunjukkan hasil tidak berbeda nyata, hal yang sama antara pemberian dosis 300 gr dengan 100 gr . pada pemberian pupuk aerob hasil berbeda nyata pada pemberian dosis pupuk 300 gr dengan 500 gr yaitu 5,63267 gr dan 2,97067 gr. Dari hasil analisis ragam, pada pemberian variasi pupuk aerob tidak memberikan hasil yang nyata pada parameter biomassa tanaman sawi. Hasil variasi pemberian pupuk aerob terbaik pada konsentrasi 300 gr yaitu 5,63 gr dan hasil terendah pada kontrol yaitu tanpa pemberian konsentrasi pupuk yaitu 1,95 gr.

Dalam pertumbuhan tanaman, parameter yang digunakan untuk mengetahuinya adalah dengan biomassa tanaman. Biomassa tanaman tidak dapat diukur dengan melihat berat segar tanaman, sebab berat segar menunjukkan besarnya kandungan air yang terkandung dalam jaringan

tanaman. Biomassa tanaman dipengaruhi juga oleh jumlah daun tanaman, semakin banyak jumlah daun tanaman maka akan semakin berat juga biomassa tanaman. Biomassa tanaman merupakan selisih perhitungan dari bobot kering tanaman setelah dipanen dengan berat basah diawal tanam, sehingga biomassa tanaman menunjukkan pengaruh perlakuan terhadap kualitas tanaman yang dihasilkan setelah perlakuan.

Biomassa tanaman merupakan resultan dari tiga proses yaitu penumpukan asimilat melalui fotosintesa, penurunan asimilat akibat respirasi dan akumulasi ke bagian cadangan makanan (Anonim, 2007). Gardner (1991) mengatakan bahwa berat kering tumbuhan adalah keseimbangan antara pengambilan CO<sub>2</sub> (fotosintesis) dan pengeluaran CO<sub>2</sub> (respirasi). Apabila respirasi lebih besar dibanding fotosintesis tumbuhan itu akan berkurang berat keringnya. Menurut Gardner et al. (1991), pemupukan di zona defisien akan meningkatkan bobot kering tanaman, sedangkan pemupukan di zona berlebihan akan mengakibatkan peningkatan kandungan unsur hara tertentu dalam jaringan tanaman. Apabila hal ini terjadi maka efisiensi pemupukan tidak tercapai.

## 5. Berat akar

Akar merupakan organ vegetatif utama yang memasok air, mineral dan bahan-bahan yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sistem perakaran tanaman lebih dikendalikan oleh sifat genetik dari tanaman yang bersangkutan, kondisi tanah atau media tanam. Faktor yang mempengaruhi pola sebaran akar antara lain: penghalang mekanis, suhu tanah, aerasi, ketersediaan hara dan air. Kualitas hidup tanaman juga sangat bergantung dari ketercukupan hara dari lingkungannya. Selain ditentukan

oleh kemampuan tanaman dalam menyerap, perolehan hara juga tergantung dari tingkat ketersediaan hara di tanah. Tingkat kebutuhan hara antar tanamannya-pun berbeda-beda (Fitter dan Hay, 1992: 91).

Berdasarkan hasil analisis ragam pemberian variasi pupuk anaerob tidak memberikan pengaruh pada berat akar tanaman sawi. Pemberian dosis pupuk anaerob berlebih dapat menurunkan berat akar tanaman sawi, rerata hasil variasi pemberian pupuk terbaik pada dosis 100 gr yaitu 4 gr, sedangkan hasil terendah pada dosis 500 gr yaitu 1,67 gr.

Tabel 7 Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata berat akar sawi

Konsentrasi pupuk	Rerata berat akar (gr)	
	anaerob	aerob
Kontrol	3,33 a	4,00 a
100 gr	4,00 a	4,00 a
300 gr	2,33 a	4,33 a
500 gr	1,67 a	2,67 a

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %.

Hasil analisis pada pemberian variasi dosis pupuk aerob tidak berpengaruh terhadap berat akar tanaman sawi. Tetapi penambahan dosis pupuk aerob dapat menurunkan berat akar tanaman sawi. Hasil terbaik pemberian pupuk aerob pada dosis 100 gr dan kontrol yaitu 4 gr, sedangkan hasil terendah pada dosis 500 gr yaitu 2,67 gr.

Berat segar akar berdasarkan perlakuan pemberian variasi dosis pupuk anaerob maupun aerob menunjukkan bertambahnya dosis yang diberikan maka berat segar akar semakin kecil. Hal ini karena unsur hara dalam pupuk anaerob dan aerob dengan dosis tinggi cukup tersedia sehingga akar tidak perlu jauh mencari hara. Semakin rendahnya berat akar selain alasan diatas juga karena tingginya kandungan nitrogen. Gardner *et al.*, (1991) menyatakan pasokan nitrogen yang lebih besar cenderung meningkatkan

auksin yang mungkin menghambat pertumbuhan akar. Menurut Salisbury dan Ross (1995) penghambatan pertumbuhan akar diduga disebabkan oleh etilen, sebab semua jenis auksin memacu berbagai jenis sel tumbuhan untuk menghasilkan etilen, terutama bila sejumlah besar auksin ditambahkan. Pada sebagian besar spesies tanaman, etilen memperlambat pemanjangan akar dan batang. Salisbury dan Ross (1985 : 114) menegaskan bahwa bentuk perakaran lebih banyak dikontrol oleh faktor genetik daripada faktor lingkungannya, walaupun lingkungan juga menentukan pembentukan akarnya.

Perkembangan sistem perakaran dipengaruhi oleh kondisi substrat atau tanah sebagai media tumbuh tanaman. Cawford (Hall, 1976 : 204) menyatakan bahwa akar mampu berkembang dalam merespons terhadap distribusi mineral dan air tanah. Saker dan Ashley (1976: 203) mengamati bahwa akar lateral Barley berkembang pada daerah tanah yang mengandung banyak nutrisi. Perkembangan sistem perakaran merupakan respons tanaman terhadap keberadaan hara tanah. Menurut Cawford (Hall, 1976: 204), akar mampu berkembang dalam merespons terhadap distribusi hara dan air tanah. Saker dan Ashley (Hall, 1976: 203) melaporkan bahwa akar mengalami perkembangan dengan tumbuhnya akar-akar lateral secara intensif pada daerah yang kaya akan hara. Menurut Irene Ridge (1991: 128), tanaman dapat merespon dalam tiga cara untuk meningkatkan kemampuan memperoleh hara, yaitu dengan 1) mengubah geometri akar, kaitannya dengan pertumbuhan akar, 2) meningkatkan kemampuan menyerap ion-ion dalam tanah, dan 3) membentuk asosiasi dengan organisme lain yang dapat membantu mensuplai nutrisi.



## 6. Berat tajuk

Tajuk melalui proses fotosintesis menyediakan karbohidrat untuk akar dan akar menyerap air dan hara dari dalam tanah untuk memenuhi kebutuhan tajuk. Jumlah air dan hara yang diserap oleh akar ditentukan oleh banyak faktor antara lain kebutuhan tanaman, ketersediaannya dalam tanah, kontak antara akar dengan tanah dan luas permukaan akar. Peningkatan berat kering tajuk akan diikuti oleh peningkatan serapan air dan hara. Akibatnya nilai nisbah tajuk: akar akan terus meningkat dengan meningkatnya kesuburan tanah, dan sampai tingkat tertentu akar tidak akan mampu lagi memenuhi kebutuhan tajuk dan nilai nisbah tajuk: akar akan kembali menurun

Tabel 8 .Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata berat tajuk sawi

Konsentrasi pupuk	Rerata berat tajuk (gr)	
	anaerob	Aerob
Control	41,33 ab	40,33 a
100 gr	49,67 a	84,67 a
300 gr	34,00 ab	110,67 ab
500 gr	20,67 b	56,33 a

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pemberian dosis 100 gr dengan 500 gr pupuk anaerob berpengaruh nyata terhadap berat tajuk tanaman sawi. Hasil uji DMRT menunjukkan rerata berat tajuk tanaman sawi paling tinggi pada pemberian dosis pupuk anaerob 100 gr yaitu 49,67 gr dan hasil paling rendah pada pemberian dosis 500 gr yaitu 20,67 gr.

Hasil analisis variasi pemberian pupuk aerob dengan variasi dosis tidak memberikan pengaruh terhadap berat tajuk tanaman sawi. Rerata hasil



terbaik berat tajuk pada pemberian dosis 300 gr yaitu 110,67 gr. Sedangkan hasil terendah yaitu 56,33 pada perlakuan dosis 500 gr.

Tinggi tanaman dan jumlah daun berpengaruh pada berat segar tajuk tanaman. Semakin besar tinggi tanaman dan semakin banyak jumlah daun, maka berat segar tajuk akan meningkat. Pada perlakuan pupuk kandang sapi, Syukur (2005) menyatakan pemberian pupuk kandang sapi 20 ton/ha berpengaruh nyata meningkatkan berat segar tajuk, namun apabila takaran pupuk kandang sapi ditingkatkan akan menyebabkan penurunan berat segar tajuk. Selain tinggi dan jumlah daun, meningkatnya berat segar tajuk juga karena luas daun dan klorofil. Kedua komponen tersebut berperan dalam meningkatkan proses fotosintesis tanaman. Semakin luas daun sawi dan semakin banyak jumlah klorofil maka fotosintesis akan berjalan lancar dengan adanya cahaya matahari yang mendukung. Pemberian pupuk organik dapat memicu metabolisme tanaman sawi, nitrogen yang terkandung dalam pupuk organik berperan sebagai penyusun protein sedangkan fosfor dan kalsium berperan dalam memacu pembelahan jaringan meristem dan merangsang pertumbuhan akar dan perkembangan daun yang. Akibatnya tingkat absorpsi unsur hara dan air oleh tanaman sampai batas optimumnya yang akan digunakan untuk pembelahan, perpanjangan dan diferensiasi sel. Kalium mengatur kegiatan membuka dan menutupnya stomata. Pengaturan stomata yang optimal akan mengendalikan transpirasi tanaman dan meningkatkan reduksi karbondioksida yang akan diubah menjadi karbohidrat. Unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium serta unsur mikro yang terkandung dalam pupuk organik cair akan meningkatkan aktivitas fotosintesis tumbuhan

sehingga meningkatkan karbohidrat yang dihasilkan sebagai cadangan makanan (Poerwowidodo, 1992).

## 7. Volume akar

Volume akar dipengaruhi oleh tingkat distribusi akar dan ketersediaan hara dan air. Akar yang tersebar dan didukung oleh air dan hara yang cukup akan meningkatkan volume akar. Volume akar dapat menjadi parameter untuk mengukur jangkauan akar dalam memperoleh hara dan air.

Hasil analisis sidik ragam variasi dosis pupuk anaerob tidak memberikan pengaruh terhadap volume akar tanaman sawi. rerata tertinggi volume akar pada pemberian dosis 100 gr yaitu 4,167 ml, sedangkan hasil terendah pada pemberian dosis pupuk anaerob 500 gr yaitu 2,667 ml.

Tabel 7 .Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata volume akar sawi

Konsentrasi pupuk	Rerata volume akar (ml)	
	anaerob	Aerob
Control	3,500 a	3,333 a
100 gr	4,167 a	4,000 a
300 gr	3,000 a	3,833 a
500 gr	2,667 a	2,667 a

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %.

Pada pemberian dosis pupuk aerob hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi dosis pupuk anaerob tidak berbeda nyata pada pemberian dosis pupuk terhadap berat akar tanaman sawi. Hasil rerata volume akar terbaik pada pemberian variasi dosis 100 gr yaitu 4 ml, sedangkan rerata terendah pada pemberian dosis 500 gr yaitu 2,667 ml.

Volume akar berhubungan erat dengan densitas akar (jumlah akar). Menurut Jamin (2002) akar yang *commit to user* kurus dan panjang mempunyai luas

permukaan yang lebih besar bila dibandingkan dengan akar yang tebal dan pendek, karena dapat menjelajah sejumlah volume yang sama. Penyerapan air dapat terjadi dengan perpanjangan akar ke tempat baru yang masih banyak air.

## 8. Luas daun

Selain jumlah daun, untuk mengetahui pertumbuhan suatu tanaman juga dilihat dari variabel luas daunnya yang juga merupakan komponen pertumbuhan yang penting. Daun merupakan organ penting tanaman yang berperan dalam proses fotosintesis karena terdapat klorofil. Luas daun dan jumlah klorofil yang tinggi akan menyebabkan proses fotosintesis berjalan dengan baik. Semakin besar luas daun tanaman maka penerimaan cahaya matahari akan juga lebih besar. Cahaya merupakan sumber energi yang digunakan untuk melakukan pembentukan fotosintat. Dengan luas daun yang tinggi, maka cahaya akan dapat lebih mudah diterima oleh daun dengan baik.

Hasil analisis ragam pemberian variasi dosis pupuk anaerob berpengaruh nyata terhadap luas daun tanaman sawi. Pada uji DMRT 5%, rerata tertinggi luas daun adalah pada pemberian dosis 100 gr yaitu 103,9 cm, sedangkan hasil rerata terendah pada pemberian dosis 500 gr yaitu 53 cm.

Tabel 10 .Pengaruh pupuk aerob dan anaerob terhadap rerata luas daun sawi

Konsentrasi pupuk	Rerata luas daun (cm <sup>2</sup> )	
	anaerob	Aerob
kontrol	49,900 a	74,333 a
100 gr	103,876 ab	141,333 ab
300 gr	73,433 bc	193,433 b
500 gr	53,000 c	104,567 ab

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %.

Hasil analisis pada pemberian variasi dosis pupuk aerob 100 gr, 300 gr dan 500 gr tidak berbeda nyata terhadap luas daun tanaman sawi. Hasil berbeda nyata pada pemberian dosis 300 gr dengan tanpa pemupukan yaitu  $193,433 \text{ cm}^2$  dan  $74,333 \text{ cm}^2$ . Rerata luas daun tertinggi pada pemberian dosis pupuk 300 gr yaitu  $193,6 \text{ cm}^2$ , sedangkan hasil rerata terendah  $74,3 \text{ cm}^2$  pada perlakuan kontrol. Pada pemberian pupuk anaerob hasil berbeda nyata pada dosis 500 gr dengan 100 gr yaitu dengan rata-rata luas daun  $53,00 \text{ cm}^2$  dan  $103,876 \text{ cm}^2$ .

Parameter luas daun ini dapat memberi gambaran tentang proses dan laju fotosintesis pada suatu tanaman, yang pada akhirnya berkaitan dengan pembentukan biomassa tanaman. Menurut Ratna (2002). Peningkatan luas daun merupakan upaya tanaman dalam mengefisiensikan penangkapan energi cahaya untuk fotosintesis secara normal pada kondisi intensitas cahaya rendah.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Fermentasi anaerob dapat memberi manfaat optimal dengan cara terintegrasi dan penggunaan pada kegiatan-kegiatan produktif, dapat memberikan dampak lebih luas dan meningkatkan produktivitas, efisiensi serta nilai tambah.:

1. Kandungan hara pupuk hasil fermentasi aerob campuran kotoran ayam dan eceng gondok tidak berbeda dengan pupuk kandang (kotoran ayam) dan baku mutu pupuk organik (SNI), bahkan pupuk (kompos) organik campuran memiliki bau dan kelembapan cukup serta emisi biogas (gas rumah kaca) berkurang.
2. Kandungan hara pupuk hasil fermentasi aerob campuran kotoran hewan dan eceng gondok secara kualitatif dan kuantitatif tidak berbeda dengan pupuk hasil fermentasi anaerob, bahkan aplikasi pupuk organik digestat anaerob sangat berkurang bau ataupun bebas patogen dan emisi biogas lebih lanjut.
3. Pemberian pupuk organik hasil fermentasi anaerob konsentrasi 300 gr mampu meningkatkan berat basah tanaman sawi sebesar 75,67 gr, berat tajuk, 72,33 gr, dan luas daun, 133,43 cm<sup>2</sup> selama 5 minggu, sedangkan pemberian pupuk kompos hasil fermentasi aerob konsentrasi 100 gr meningkatkan biomassa tanaman, 3,927 gr, berat akar, 4 gr dan volume akar 4,08 gr..

## B. Saran

Penggunaan pupuk anaerob dengan konsentrasi 300 gr/5 kg media tanah dapat diterapkan dalam pembudidayaan tanaman sawi, sekalipun penambahan senyawa kimia seperti urea, atau pupuk kimia NPK secara optimal kedalam aplikasi pupuk anaerob dapat dilakukan untuk memperoleh interaksi pupuk dan pertumbuhan tanaman terbaik.





4. mampu meningkatkan parameter pertumbuhan seperti berat basah (76,8 gr), biomassa (3,740 gr), berat akar (3,75), berat tajuk (73,00 gr), volume akar (3,35 gr), dan luas daun (128,41  $\text{cm}^2$ ) jika dibandingkan dengan penggunaan pupuk anaerob. Meskipun hasil anaerob lebih jelek dibandingkan aerob namun fermentasi secara anaerob memberikan keuntungan lain yaitu biogas.

