

**PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI EM4 PADA FERMENTASI
PUPUK ORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL
TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.) SECARA
HIDROPONIK**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagai persyaratan
Guna memperoleh derajat Sarjana Pertanian
di Fakultas Pertanian
Universitas Sebelas Maret**

Jurusan/Program Studi Agronomi



Oleh :

Eka Jumiati

H 0104015

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2009

**PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI EM4 PADA FERMENTASI
PUPUK ORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL
TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.) SECARA
HIDROPONIK**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

EKA JUMIATI

H 0104015

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada Tanggal 20 Mei 2009

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Ketua

Anggota I

Anggota II

Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, MS.
NIP 131 569 205

Ir. Trijono DS., MP.
NIP 131 415 222

Dr. Ir. Supriyadi, MS.
NIP 131 475 687

Surakarta, Juni 2009

Universitas Sebelas Maret

Fakultas Pertanian

Dekan

Prof. Dr. Ir. H. Suntoro, MS.
NIP 131 724 609

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji hanya untuk Allah SWT yang telah melimpahkan kenikmatan yang tak terhingga sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Berbagai Konsentrasi EM4 pada Fermentasi Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Secara Hidroponik”.

Penulis menyadari bahwa selama penyusunan skripsi ini tak lepas dari bantuan dan motivasi dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. Suntoro, MS., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir. Sri Nyoto, MS., selaku Pembimbing Akademik penulis
3. Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, MS., sebagai Pembimbing Utama, atas bimbingan dan pengarahannya selama penyusunan skripsi.
4. Ir. Trijono DS., MP., sebagai Pembimbing Pendamping, atas bimbingan dan pengarahannya selama penyusunan skripsi.
5. Dr. Ir. Supriyadi, MS., sebagai Dosen Penguji, atas bimbingan dan pengarahannya.
6. Bapak dan (alm) Ibu tercinta, adek-adek tersayang: Ahmad, Khoryyah, Nurul Fauzi dan Bana Isykarima, serta keluarga besar atas dukungannya selama ini.
7. Sahabat-sahabat tercinta, Nia, Ochy, Rani, Laili, Mary, Ai, Evi, Ery, dan Ansiti atas bantuan serta motivasinya
8. Keluarga besar Agronomi, terkhusus Agronomi 2004, KAMDA, NOVITA, dan QQTd serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga sangat mengharapkan masukan dari pembaca semua. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, Juni 2009

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Proses Fermentasi Pupuk dan Latar Belakang Penggunaannya	3
B. Taksonomi, Syarat tumbuh dan Manfaat Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.)	5
C. Pengertian dan Macam Media Hidroponik Substrat	8
III. METODE PENELITIAN	9
A. Waktu dan Tempat Penelitian	9
B. Bahan dan Alat	9
C. Perancangan Penelitian dan Analisis Data	9
D. Pelaksanaan Penelitian	10
E. Variabel Penelitian	11
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
A. Pertumbuhan Tanaman	15
1.	Ting
gi Tanaman	15

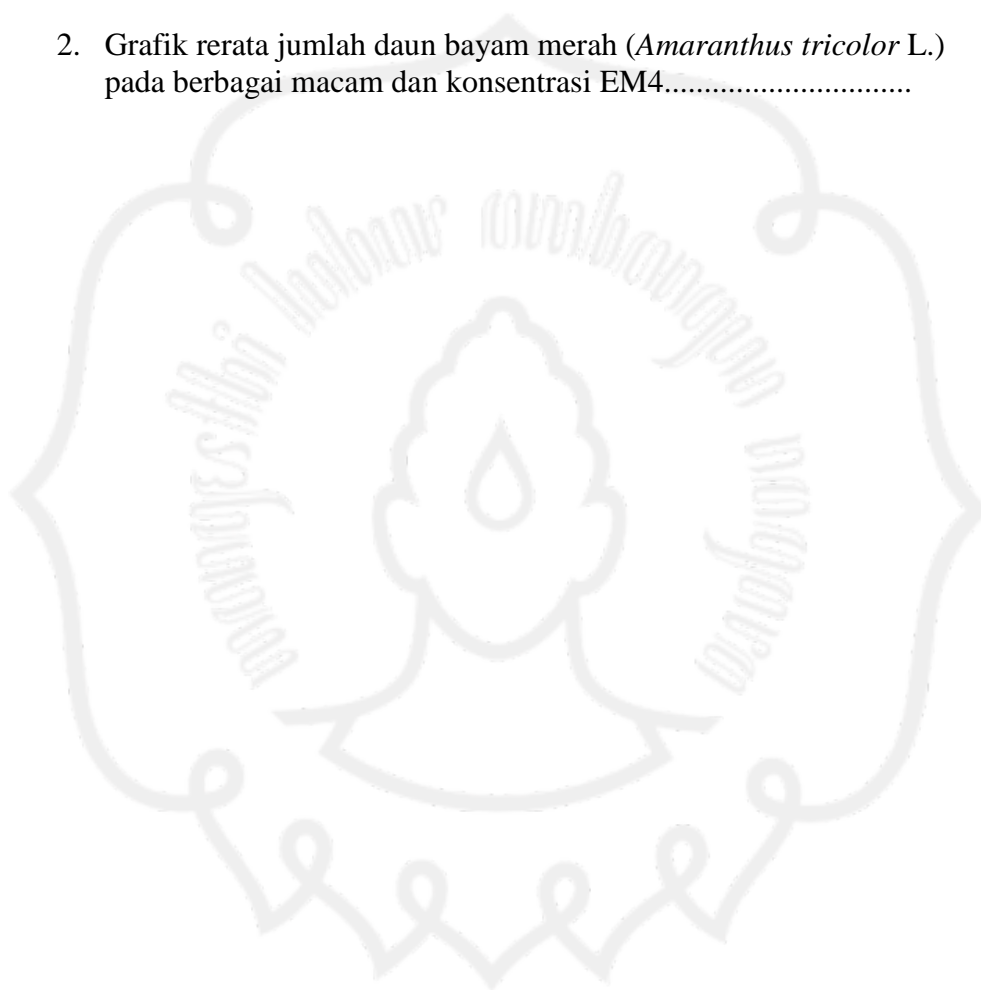
2.....	Juml
ah Daun	15
3.....	Luas
Daun	20
B. Hasil Tanaman	23
1. Berat Segar Tajuk Tanaman.....	23
2. Berat Kering Tajuk Tanaman.....	24
3. Berat Segar Akar Tanaman.....	26
4. Berat Kering Akar Tanaman.....	28
V. KESIMPULAN DAN SARAN	30
A. Kesimpulan	30
B. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
1.	Rerata tinggi tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) perlakuan macam pupuk.....	15
2.	Rerata jumlah daun bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) pada perlakuan macam pupuk	18
3.	Rerata luas daun tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) pada perlakuan macam pupuk	21
4.	Rerata berat segar tajuk tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) pada perlakuan macam pupuk kandang.....	23
5.	Rerata berat kering tajuk tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	25
6.	Rerata berat segar akar tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) pada perlakuan macam pupuk.....	27
7.	Rerata berat kering akar tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) pada perlakuan macam pupuk.....	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1.	Grafik rerata tinggi tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) pada berbagai macam dan konsentrasi EM4.....	16
2.	Grafik rerata jumlah daun bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) pada berbagai macam dan konsentrasi EM4.....	19



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1.	Analisis ragam variabel tinggi tanaman bayam merah	34
2.	Hasil rerata tinggi tanaman bayam merah.....	34
3.	Analisis ragam variabel jumlah daun tanaman bayam merah.....	34
4.	Hasil rerata jumlah daun tanaman bayam merah	34
5.	Analisis ragam variabel luas daun tanaman bayam merah	35
6.	Hasil rerata luas daun tanaman bayam merah.....	35
7.	Analisis ragam variabel berat segar tajuk tanaman bayam merah	35
8.	Hasil rerata berat segar tajuk tanaman bayam merah.....	35
9.	Analisis ragam variabel berat segar akar tanaman bayam merah	36
10.	Hasil rerata berat segar akar tanaman bayam merah	36
11.	Analisis ragam variabel berat kering tajuk tanaman bayam merah.....	36
12.	Hasil rerata berat kering tajuk tanaman bayam merah.....	36
13.	Analisis ragam variabel berat kering akar tanaman bayam merah.....	37
14.	Hasil rerata berat kering tajuk tanaman bayam merah.....	37
15.	Rata – rata pemantauan pH dan EC pada lautan nutrisi	37
16.	Hasil analisis kandungan unsur hara larutan macam pupuk	37
17.	Foto penelitian penampilan akar tanaman bayam merah	38
18.	Foto penelitian penampilan bayam merah	38
19.	Foto penelitian fermentasi anaerob	38
20.	Deskripsi Bayam Varietas Red Tropika Monako (bayam merah)	39

**PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI EM4 PADA FERMENTASI
PUPUK ORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL
TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.) SECARA
HIDROPONIK**

EKA JUMIATI

H 0104015

RINGKASAN

Bayam merah merupakan tanaman sayuran yang mengandung gizi yang tinggi, untuk mendapatkan produk yang lebih bermutu maka harus dibudidayakan dengan pupuk organik. Pupuk organik dapat dibuat dengan fermentasi bahan organik yang tersedia di alam. Untuk mempercepat proses fermentasi maka perlu ditambahkan EM4 sebagai bioaktivator. Bahan organik yang digunakan adalah ampas tahu dan kotoran ayam yang mempunyai kandungan N yang tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi EM4 pada fermentasi ampas tahu dan kotoran ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah. Selain itu untuk mengetahui jenis pupuk organik yang lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah. Penelitian ini dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta pada bulan Februari 2009 sampai April 2009. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara faktorial, terdiri atas dua faktor perlakuan dengan 3 ulangan. Faktor pertama yaitu macam pupuk (P) terdiri atas 2 taraf, yaitu P1 (kotoran ayam) dan P2 (ampas tahu). Faktor kedua yaitu konsentrasi EM4 (K), terdiri dari 3 taraf, yaitu K₁ (6 ml), K₂ (12 ml) dan K₃ (18 ml), sehingga diperoleh 6 kombinasi perlakuan. Variabel penelitian meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar tajuk tanaman, berat kering tajuk tanaman, berat segar akar tanaman, dan berat kering akar tanaman. Data hasil penelitian dianalisis berdasarkan uji F taraf 5%. Apabila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berbagai konsentrasi EM4 pada fermentasi kotoran ayam memberikan pengaruh beda nyata terhadap fermentasi ampas tahu pada pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah secara hidroponik yang ditunjukkan dengan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar tajuk tanaman, berat kering tajuk tanaman, berat segar akar tanaman, berat kering akar tanaman; terjadi interaksi antara perlakuan macam pupuk dengan konsentrasi EM4 pada variabel luas daun; dan pemberian larutan nutrisi hasil fermentasi kotoran ayam dengan konsentrasi EM4 12 ml/1 liter campuran bahan pupuk sudah dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan luas daun tanaman bayam merah secara hidroponik.

**THE INFLUENCE OF VARIOUS EM4 CONCENTRATION ON
ORGANIC FERTILIZER FERMENTATION TOWARD THE GROWTH
AND YIELDS OF RED SPINACH (*Amaranthus tricolor* L.)
BY HIDROPONIC SYSTEM**

EKA JUMIATI
H 0104015

SUMMARY

Red spinach (*Amaranthus tricolor* L.) is a kind of vegetable contains high nutrition, to get higher quality products should be cultivated with organic fertilizer. Organic fertilizer can be made from the fermentation of organic material that can be found freely in the nature. The fermentation process can be accelerated by using EM4 as the bio activator. Organic material can be used are ampas tahu (the waste of tahu, a kind of food made of soy been) and chicken manure, because they have a high level of nitrogen content.

The research aims to know the influence of the various concentration of EM4 of ampas tahu fermentation and chicken manure fertilizer to the growth and yields of red spinach (*Amaranthus tricolor* L.) and also to know what kind of organic fertilizer which have more influence to the growth and yields of red spinach (*Amaranthus tricolor* L.). This research was conducted in the Green House of Agriculture Faculty, Sebelas Maret University in Surakarta at an altitude of ± 95 meters above sea level; begin at February until April 2009. This research used factorially Completely Randomized Design (CRD). It consisted of two factors with three repetitions. The first factor was the category of fertilizer (P) that consisted of two levels, i.e P1 (chicken manure fertilizer), P2 (ampas tahu). The second factor was concentration of EM 4 (K) that consisted of three levels, i.e K₁ (6 ml), K₂ (12 ml) and K₃ (18 ml), so that it was found 6 combinations of treatment. The research variable were height of plant, amount of leaves, wide of leaves, fresh weight of shoot and root, and dry weight of shoot and root. The data was analyzed by F test at 5% level significant, and if the treatment had significant effect, it would be continued with Duncan Multiple Range Test (DMRT) at 5% level significant.

The result of this research showed that the various EM4 concentration of chicken manure fermentation gave significant effect toward ampas tahu fermentation to growth and yields of red spinach by hydroponic system showed by some variables, like height of plants, amount of leaves, wide of leaves, wide of leaves, fresh weight of shoot, dry weight of shoot, fresh weight of root, and dry weight of root; there was an interaction between the treatment of various fertilizer with EM4 concentration on the variable of leaves wide; and the given of nutrition liquid fermentation of chicken manure with EM4 concentration 12 ml/1 liters mixture material of fertilizer showed an effect toward the growth of wide of leaves of red spinach by hydroponic system.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bayam merah merupakan salah satu tanaman sayuran yang memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi. Di beberapa negara berkembang, bayam dipromosikan sebagai sumber protein nabati, karena berfungsi ganda bagi pemenuhan kebutuhan gizi maupun pelayanan kesehatan masyarakat. (Anonim, 2007^b). Tanaman ini banyak mengandung protein, lemak, karbohidrat, kalium, amarantin, rutin, purin dan vitamin (A, B dan C), sedangkan kandungan paling kaya dalam bayam adalah zat besi.

Bayam merah harus dibudidayakan secara organik, agar produk yang dihasilkan lebih bermutu. Budidaya tanaman secara organik salah satunya dengan pemberian pupuk organik. Pupuk organik sebelumnya harus difermentasikan agar unsur haranya dapat diserap oleh akar tanaman. Untuk mempercepat proses fermentasi dan meningkatkan kualitas nutrisi, maka perlu ditambahkan EM4. Bahan organik yang dapat difermentasikan, antara lain kotoran ternak, ampas tahu, dan jerami. Bahan organik yang digunakan pada penelitian ini ialah ampas tahu dan kotoran ayam.

Ampas tahu merupakan salah satu limbah industri yang biasa dimanfaatkan untuk makanan ternak dan sebagai bahan pembuatan tempe *gembus*. Ampas tahu mengandung bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pertanian. Sedangkan dalam kotoran ayam kandungan haranya 3 kali lebih besar daripada kandungan hara dalam kotoran mamalia lain (Parnata, 2004). Kandungan hara yang tinggi diharapkan dapat memberikan produksi yang lebih tinggi, berupa daun yang luas, jumlah daun yang tinggi, tajuk tanaman yang sehat dan besar serta perakaran yang sehat. Produk tanaman sayuran yang mempunyai tajuk yang sehat dan besar mempunyai nilai jual yang lebih tinggi.

Penelitian ini dilakukan secara hidroponik di rumah kaca pada akhir musim hujan pada dataran rendah, sehingga suhu sekitar tanaman cukup

tinggi. Untuk itu perlu adanya strategi agar tanaman dapat tumbuh dengan baik, yaitu dengan menggunakan media tanam berupa batu bata. Adapun sifat-sifat batu bata, antara lain porous, dapat menyerap panas, dan dapat menahan air lebih lama, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik.

B. Perumusan Masalah

Tanaman bayam merah merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang mempunyai kandungan gizi yang cukup tinggi. Tanaman ini dapat menjadi produk yang lebih bermutu dengan budidaya organik, yaitu dengan pemberian pupuk organik yang berasal dari fermentasi ampas tahu dan kotoran ayam. Untuk mempercepat fermentasi perlu ditambahkan EM4. Permasalahan selanjutnya, ialah:

1. Pada konsentrasi berapa EM4 yang diberikan pada fermentasi ampas tahu dan kotoran ayam yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah?
2. Jenis pupuk organik apa yang lebih berpengaruh (ampas tahu atau kotoran ayam) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh pemberian berbagai konsentrasi EM4 pada fermentasi ampas tahu dan kotoran ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah.
2. Mengetahui jenis pupuk organik yang lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

B. Proses Fermentasi Pupuk dan Latar Belakang Penggunaannya

Pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari sisa – sisa makhluk hidup yang diolah melalui proses pembusukan oleh bakteri pengurai. Kandungan unsur hara yang terdapat di dalam pupuk organik jauh lebih kecil daripada yang terdapat dalam pupuk buatan. Cara aplikasinya juga lebih sulit karena pupuk organik dibutuhkan dalam jumlah yang lebih besar daripada pupuk kimia dan tenaga kerja yang diperlukan juga lebih banyak. Namun pupuk organik dapat menyediakan unsur makro dan mikro meski dalam jumlah kecil; memperbaiki kondisi tanah dan tidak menyebabkan polusi (Novizan, 2005).

Pupuk anorganik adalah jenis pupuk yang dibuat oleh pabrik dengan cara meramu berbagai bahan kimia sehingga memiliki persentase kandungan hara tinggi (Novizan, 2005). Penggunaan pupuk kimia dan pestisida terus menerus dapat menurunkan kesehatan tanah. Beberapa sifat pupuk anorganik lainnya, antara lain hanya mengandung satu atau beberapa unsur hara tetapi dalam jumlah banyak, tidak dapat memperbaiki struktur tanah, tetapi justru penggunaan dalam jangka waktu panjang dapat membuat tanah menjadi keras dan sering membuat tanaman manja sehingga rentan terhadap penyakit (Djuarnani, *et al.*, 2005).

Pupuk anorganik memiliki kelebihan di antaranya pemberiannya mudah dilakukan dan dapat diukur dengan takaran yang tepat. Memiliki sifat higroskopis sehingga mudah larut dalam air dan mudah diangkut karena jumlahnya tidak terlalu banyak. Penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dapat menyebabkan efisiensi pupuk. Selain itu akan menyebabkan keseimbangan hara di dalam tanah terganggu. Keadaan ini disebabkan pemberian pupuk anorganik sering tidak mengandung hara yang seimbang sehingga menyebabkan pertumbuhan terganggu dan produktivitas menurun (Parnata, 2004).

Penyimpanan limbah tahu cair mempunyai pengaruh yang baik terhadap komposisi unsur hara. Penguraian menyebabkan jasad renik dapat berkembang karena terjadi proses dekomposisi bahan organik (Mulyani, 1990 *cit.* Triyanto, 2008). Kandungan hara dalam kotoran ayam 3 kali lebih besar daripada kandungan hara dalam kotoran mamalia. Pupuk kandang dapat dibedakan menjadi dua yaitu pupuk panas dan pupuk dingin. Pupuk dingin adalah yang berasal dari kotoran hewan yang diuraikan secara perlahan oleh mikroorganisme sehingga tidak menimbulkan panas, yaitu dari kotoran sapi, kerbau dan babi. Pupuk panas adalah pupuk dari kotoran hewan yang diuraikan mikroorganisme secara cepat sehingga menimbulkan panas, yaitu dari kotoran kambing, kuda dan ayam (Parnata, 2004).

Menurut Surjadi (2006) agar teknik perubahan bahan organik menjadi pupuk bisa dilaksanakan, sedikit tanah pada awalnya ditambahkan di dalam tanki penuh air kurang lebih lima gram tanah untuk satu liter air untuk menginokulasi mikroorganisme. Metode ini menarik perhatian bagaimana teknologi memberi kontribusi pada masyarakat yang melaksanakan daur ulang dengan menumbuhkan tanaman dan memanfaatkan limbah organik sisa, seperti ragi bir dan sisa pembuatan tahu.

Pupuk organik agar dapat segera dimanfaatkan untuk perkembangan tanaman perlu difermentasikan dengan bantuan EM4. EM Pertanian dan pupuk bokashi ternyata sangat populer di tengah kehidupan para petani, terutama bagi petani sayur dan buah di kota Batu, Malang, Jawa Timur. Untuk mendapatkan hasil sayur dan buah yang bagus, petani mengandalkan bokashi sebagai pupuknya. Sedangkan untuk membuat pupuk bokashi, para petani langsung aplikasikan cairan EM Pertanian untuk mempercepat proses pembuatan pupuk secara alami. Fakta ini ikut mendongkrak permintaan EM Pertanian di daerah Malang dibanding daerah lain (Wigunaningsih, 2007).

Fermentasi merupakan aktivitas mikroorganisme baik aerob maupun anaerob yang mampu mengubah atau mentransformasikan senyawa kimia ke substrat organik. Selanjutnya Winarno (1990) *cit.* Naswir (2008) mengemukakan bahwa fermentasi dapat terjadi karena ada aktivitas

mikroorganisme penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai, proses ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan tersebut.

Pengomposan merupakan proses dekomposisi terkendali secara biologis terhadap limbah padat organik dalam kondisi aerobik (terdapat oksigen) atau anaerobik (tanpa oksigen). Dalam proses pengomposan secara aerobik banyak koloni bakteri yang berperan dan ditandai dengan adanya perubahan temperatur. Proses pengomposan secara anaerobik akan menghasilkan metana (alkohol), CO₂, dan senyawa lain seperti asam organik yang memiliki berat molekul rendah (Djuarnani, *et al.*, 2005).

Menurut Joo (1990) *cit.* Naswir (2008), ada dua tipe bakteri yang terlibat dalam proses fermentasi yaitu bakteri fakultatif yang mengkonversi sellulosa menjadi glukosa selama proses dekomposisi awal dan bakteri obligate yang respon dalam proses dekomposisi akhir dari bahan organik yang menghasilkan bahan yang sangat berguna dan alternatif energi pedesaan.

Effective Mikroorganism (EM4) merupakan bahan yang mengandung beberapa mikroorganisme yang sangat bermanfaat dalam proses pengomposan. Mikroorganisme yang terdapat dalam EM4 terdiri dari *Lumbricus* (bakteri asam laktat) serta sedikit bakteri fotosintetik, *Actinomycetes*, *Streptomyces* sp dan ragi. Effective Mikroorganism (EM4) dapat meningkatkan fermentasi limbah dan sampah organik, meningkatkan ketersediaan unsur hara untuk tanaman, serta menekan aktivitas serangga, hama dan mikroorganisme patogen (Djuarnani, *et al.*, 2005).

Mikroorganisme efektif (EM) merupakan inokulum yang dapat meningkatkan keragaman mikroorganisme tanah yang bermanfaat bagi kesuburan tanah dan tanaman. EM bukan pupuk tetapi merupakan bahan yang dapat mempercepat proses pembuatan pupuk organik dan meningkatkan kualitas pupuk (Parnata, 2004).

C. Taksonomi, Syarat Tumbuh dan manfaat Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.)

Taksonomi tanaman Bayam Merah dalam Wikipedia Indonesia dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Caryophyllales
Famili : Amaranthaceae
Subfamili : Amaranthoideae
Genus : Amaranthus L.
Species : A. tricolor

Bayam merupakan tumbuhan herba tegak tingginya 80 - 120 cm, daun berbentuk jantung terbalik, pada setiap ruas terdapat 2 daun berhadapan (oposita), ada yang berdaun hijau berurat, kemerah - merahan, lebar 5 - 7 kali, 3 - 4 cm dan bertangkai, bunga kecil-kecil, bermahkota seperti selaput, membentuk mayang pada ketiak daun dan di puncak batang. Buah bulat panjang kecil berbiji satu. Habitat 1-1400 m dpl (Anonim, 2007^b).

Tanaman ini berasal dari Amerika tropis. Di Indonesia herba ini dapat tumbuh sepanjang tahun pada ketinggian 5 hingga 2.000 m dpl. Tingginya mencapai 0,4 – 1 m dan bercabang. Batangnya lemah dan berair. Daun bertangkai berbentuk bulat telur, lemas dengan panjang 2 - 8 cm. Ujungnya tumpul, pangkal runcing dan berwarna hijau, merah atau hijau keputihan. Bunganya berbentuk bulir. Kandungan besi pada bayam relatif lebih tinggi dari pada sayuran daun lain (besi merupakan penyusun sitokrom, protein yang terlibat dalam fotosintesis) sehingga berguna bagi penderita anemia (Magdalena, 2006).

Pusat penanaman bayam di Indonesia adalah Jawa Barat (4.273 hektar), Jawa Tengah (3.479 hektar), dan Jawa Timur (3.022 hektar). Propinsi lainnya berada pada kisaran luas panen antara 13.0-2.376 hektar. Di Indonesia total luas panen bayam mencapai 31.981 hektar atau menempati urutan ke-11 dari 18 jenis sayuran komersial yang dibudidayakan dan dihasilkan oleh Indonesia. Produk bayam nasional sebesar 72.369 ton atau rata-rata 22,63 kuintal per hektar (Anonim, 2007^b).

Di beberapa negara berkembang, bayam dipromosikan sebagai sumber protein nabati, karena berfungsi ganda bagi pemenuhan kebutuhan gizi maupun pelayanan kesehatan masyarakat. Manfaat lainnya adalah sebagai bahan obat tradisional, dan juga untuk kecantikan. Akar bayam merah dapat digunakan sebagai obat penyembuh sakit disentri. Daun dan bunga bayam duri berkhasiat untuk mengobati penyakit asma dan eksim. Bahkan sampai batas tertentu, bayam dapat mengatasi berbagai jenis penyakit dalam. Untuk tujuan pengobatan luar, bayam dapat dijadikan bahan kosmetik (kecantikan). Biji bayam digunakan untuk bahan makanan dan obat-obatan. Biji bayam dapat dimanfaatkan sebagai pencampur penyeling terigu dalam pembuatan roti atau dibuat bubur biji bayam. Ekstrak biji bayam berkhasiat sebagai obat keputihan dan pendarahan yang berlebihan pada wanita yang sedang haid (Anonim, 2007^c).

Salah satu kandungan paling kaya dalam bayam adalah zat besi. Inilah zat yang diperlukan tubuh untuk merangsang pembentukan sel-sel darah merah. Menyantap sayur bayam sama artinya dengan melindungi diri dari gejala-gejala penyakit kurang darah yang membuat tubuh menjadi lemas. Daun bayam baik untuk ginjal dan organ pencernaan oleh karena kandungan seratnya yang cukup tinggi sehingga dapat mengatasi sembelit dan melancarkan buang air besar. Kandungan nutrisi yang ada di bayam dapat menurunkan kolesterol, gula darah, melancarkan peredaran darah dan menurunkan tekanan darah yang berlebihan. Bayam juga dapat menyapu bersih sisa darah kotor (Magdalena, 2006).

Tanaman ini banyak mengandung protein, lemak, karbohidrat, kalium, zat besi, amarantin, rutin, purin dan vitamin (A, B dan C). Secara umum, tanaman ini dapat meningkatkan kerja ginjal dan melancarkan pencernaan. Akar bayam merah memiliki khasiat sebagai obat untuk disentri. Selain itu, bayam dapat digunakan untuk membantu melancarkan proses buang air besar karena kandungan seratnya cukup banyak. Makanan berserat seperti bayam, baik bagi penderita kanker usus besar, kencing manis, kolesterol tinggi dan untuk menurunkan berat badan. Kegunaan bayam merah antara lain dapat

meningkatkan kerja ginjal dan membersihkan darah sehabis bersalin (Anonim, 2006).

D. Pengertian dan Macam Media Hidroponik Substrat

Hidroponik adalah teknik penanaman dengan media tanam tanpa tanah, bisa berupa kerikil, pasir kasar, atau sabut kelapa (Utami, 2004). Hidroponik substrat adalah metode budidaya tanaman dimana akar tanaman tumbuh pada media porus selain tanah yang dialiri larutan nutrisi sehingga memungkinkan tanaman memperoleh air, nutrisi, dan oksigen secara cukup. Media tanam yang baik mempunyai karakteristik dapat menyerap dan menghantarkan air, tidak mempengaruhi pH air, tidak berubah warna, tidak mudah lapuk. Media tanam yang digunakan dapat berasal dari bahan organik maupun anorganik. Contoh media tanam anorganik: pasir, kerikil alam, batu kali, pecahan bata atau genting, dan spons. Contoh media tanam organik: potongan kayu, serbuk gergaji, sabut kelapa, batang pakis dan arang sekam (Falah, 2004).

Pecahan batu bata juga dapat dijadikan sebagai media tanam. Seperti halnya anorganik lainnya, media jenis ini juga berfungsi untuk melekatkan akar. Sebaiknya ukuran batu bata yang akan digunakan sebagai media tanam dibuat kecil, seperti kerikil, dengan ukuran sekitar 2-3 cm. Semakin kecil ukurannya, kemampuan daya serap batu bata terhadap air maupun unsur hara akan semakin baik. Selain itu ukuran yang semakin kecil juga akan membuat sirkulasi udara dan kelembaban di sekitar tanaman berlangsung baik (Anonim, 2007^a).

Larutan nutrisi sebagai sumber pasokan air dan mineral nutrisi merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan kualitas hasil tanaman hidroponik, sehingga harus tepat dari segi jumlah, komposisi ion nutrisi dan suhu. Unsur hara ini dibagi dua, yaitu unsur makro (C, H, O, N, P, S, K, Ca, dan Mg) dan mikro (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, dan Zn). Pada umumnya kualitas larutan nutrisi ini diketahui dengan mengukur electrical conductivity (EC) larutan tersebut. Semakin tinggi konsentrasi larutan semakin tinggi arus listrik yang dihantarkan (karena pekatnya kandungan garam dan akumulasi ion mempengaruhi kemampuan untuk menghantarkan listrik larutan nutrisi

tersebut). Larutan nutrisi dapat dibuat sendiri dengan melarutkan pupuk yang diramu khusus untuk tanaman hidroponik (Falah, 2004).

Larutan hara dengan konsentrasi tertentu digunakan untuk menyiram tanaman. Penyiraman secara manual biasanya menggunakan gayung. Pada awal pertumbuhan setiap polibag disiram dengan 100 ml larutan hara. Frekuensi penyiraman dilakukan 1- 2 kali/hari (Karsono *et al.*, 2002).

Berdasarkan hasil analisis Lab. Kimia dan Kesuburan Tanah FP UNS bahwa ampas tahu mengandung unsur N, P, dan K yang dibutuhkan oleh tanaman dalam melakukan pertumbuhan. Kandungan N, P, dan K masing-masing sebesar 2,035%; 0,25% dan 1,085%. Kandungan unsur hara ini lebih tinggi daripada kandungan hara yang terdapat pada beberapa kotoran ternak Ayam. Lingga, (1991) melaporkan bahwa jenis dan kandungan hara yang terdapat pada beberapa kotoran ternak Ayam padat dan cair mengandung unsur N : 1,00 %, P : 0,80%, K : 0,40% dan air : 55%.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan mulai bulan Februari 2009 sampai April 2009 di Laboratorium Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta pada ketinggian 95 m dpl.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain : benih *Amaranthus tricolor* L., ampas tahu, kotoran ayam, pecahan batu bata dan air bersih.

Alat yang digunakan adalah gelas cup, penggaris, timbangan digital, cutter, kamera, alat tulis, peralatan fermentasi, kertas, mesin pemecah bata, saringan, gelas ukur, EC meter, pH meter, dan oven.

C. Perancangan Penelitian dan Analisis Data

1) Perancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor yang diuji ada 2 yaitu : macam pupuk organik (P) dan konsentrasi EM4 (K).

- a. Faktor I : bahan organik terdiri atas 2 taraf yaitu = (P₁) ampas tahu dan (P₂) kotoran ayam
- b. Faktor II : konsentrasi EM4 terdiri atas 3 taraf, yaitu = (K₁) 6 ml, (K₂) 12 ml dan (K₃) 18 ml

Dari kedua faktor tersebut diperoleh 6 kombinasi perlakuan sebagai berikut:

- P₁K₁ : perlakuan ampas tahu konsentrasi EM4 sebanyak 6 ml
P₁K₂ : perlakuan ampas tahu konsentrasi EM4 sebanyak 12 ml
P₁K₃ : perlakuan ampas tahu konsentrasi EM4 sebanyak 18 ml
P₂K₁ : perlakuan kotoran ayam konsentrasi EM4 sebanyak 6 ml
P₂K₂ : perlakuan kotoran ayam konsentrasi EM4 sebanyak 12 ml

P₂K₃ : perlakuan kotoran ayam konsentrasi EM4 sebanyak 18 ml

Masing-masing kombinasi perlakuan tersebut diulang sebanyak 4 kali dengan tiga tanaman sampel, sehingga diperoleh 72 unit percobaan

2) Analisis Data

Data kuantitatif dari variabel (pertumbuhan tanaman) tinggi tanaman jumlah daun dan luas daun yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis dengan Uji F taraf 1% dan 5%. Hasil anova menunjukkan, perlakuan (macam pupuk) yang diberikan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5%.

Data kuantitatif dari variabel (hasil) berat segar tajuk tanaman, berat kering tajuk tanaman, berat segar akar dan berat kering akar yang diperoleh kemudian dianalisis dengan Uji F taraf 1% dan 5%. Hasil anova menunjukkan, perlakuan (macam pupuk) yang diberikan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5%.

D. Pelaksanaan Penelitian

a. Pembuatan Nutrisi

Membuat nutrisi dari bahan organik berupa ampas tahu dan kotoran ayam yang difermentasikan dengan bantuan EM4 selama 15 hari. Larutan bahan difermentasikan dalam botol plastik yang dibuat sedemikian rupa sehingga proses fermentasi berlangsung secara anaerob.

Larutan nutrisi dibuat dengan cara mengekstraksi larutan fermentasi menggunakan saringan kain halus, kemudian sisa endapan yang tidak terlarut diperas agar partikel kasar yang terdapat dalam larutan pertama tidak tercampur dalam larutan nutrisi yang telah disaring.

b. Penyemaian

Penyemaian dilakukan sebelum penanaman, dengan tujuan menyiapkan bibit yang akan ditanam pada gelas cup dan untuk menyeleksi tanaman yang bagus. Sehingga tanaman dapat tumbuh dengan lebih baik. Media untuk penyemaian berupa kompos : arang sekam = 1 : 1

c. Penyiapan media

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah pecahan batu bata dengan ukuran 2 - 4,75 mm. Batu bata diperkecil dengan mesin kemudian disaring agar didapat ukuran yang sesuai dan kemudian dicuci. Media yang telah dibersihkan dimasukkan dalam gelas cup.

d. Penanaman

Hasil semaian bayam merah yang sudah berdaun 3 helai atau berumur 14 hari dipindahkan ke gelas cup. Gelas cup yang telah di beri media, ditanami bayam merah kemudian ditata dengan jarak tanam 15 cm x 15 cm.

e. Penyulaman

Penyulaman dilakukan untuk mengganti tanaman yang telah mati, dilakukan sampai tanaman berumur 2 minggu setelah tanam.

f. Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan dan pengendalian hama dan penyakit. Penyiraman dilakukan bersamaan dengan pemberian nutrisi, dua hari sekali pada umur dua minggu awal penyiraman dan satu hari sekali pada tiga minggu aplikasi sampai panen sebanyak 100ml/tanaman. Umur penyiangan dilakukan saat gulma muncul dan pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan cara manual.

g. Pemanenan

Panen dilakukan pada umur 32 hari setelah tanam. Tanaman yang sudah berumur 35 hari harus dipanen seluruhnya, karena bila melampaui umur tersebut kualitasnya menurun atau rendah; daun-daunnya menjadi kasar dan tanaman telah berbunga. Panen hanya dilakukan satu kali, karena umur tanaman tidak terlalu panjang.

E. Variabel Penelitian

Pertumbuhan Tanaman

Variabel pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun. Tinggi tanaman merupakan indikator pertumbuhan yang paling mudah dilihat dan sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan.

Pengamatan daun dapat didasarkan atas fungsi daun sebagai penerima cahaya dan alat fotosintesis. (Sitompul dan Guritno, 1995). Pertumbuhan jumlah daun seiring dengan pertumbuhan tinggi tanaman, semakin tinggi suatu tanaman maka semakin banyak jumlah daunnya. Produk tanaman diharapkan mempunyai tinggi dan jumlah daun yang optimal.

a) Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur setiap minggu dengan cara mengukurnya dari permukaan atas media sampai dengan ujung tunas daun.

b) Jumlah Daun

Dihitung jumlah daun yang tumbuh sempurna, dilakukan seminggu sekali mulai dari minggu pertama setelah penanaman sampai panen.

c) Luas daun

Luas daun dihitung dengan metode gravimetri. Sampel daun diambil dari sejumlah daun, maka luas daun dapat ditaksir dengan persamaan sebagai berikut :

$$LD = \frac{BDT}{BDS} \times n \times L$$

Keterangan :

LD :Luas Daun

BDT :Berat kering daun total

BDS :Berat kering daun sampel

n :Jumlah daun sampel

L :Luas daun sampel (1 cm x 1 cm)

(Sitompul dan Guritno, 1995).

Hasil Tanaman

Hasil tanaman meliputi berat segar tajuk, berat kering tajuk, berat segar akar dan berat kering akar yang diamati setelah panen. Variabel ini menggambarkan hasil akhir suatu tanaman, produk sayuran yang

berkualitas mempunyai berat tajuk dan berat akar yang maksimal, sehingga mempunyai nilai jual yang tinggi.

a) Berat segar tajuk

Setelah panen brangkasan tajuk (daun dan batang) semua tanaman ditimbang dengan menggunakan timbangan digital.

b) Berat kering tajuk

Berat segar tajuk (daun dan batang) yang sudah ditimbang kemudian dibungkus dengan kertas dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 80 °C. selama 2 x 24 jam sampai suatu berat kering konstan dicapai (Sitompul dan Guritno, 1995).

c) Berat segar akar

Setelah panen akar dipisahkan dari batang kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan digital.

d) Berat kering akar

Akar yang sudah ditimbang kemudian dibungkus dengan kertas dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 80 °C selama 2 x 24 jam sampai suatu berat kering konstan dicapai (Sitompul dan Guritno, 1995).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan Tanaman

1. Tinggi Tanaman

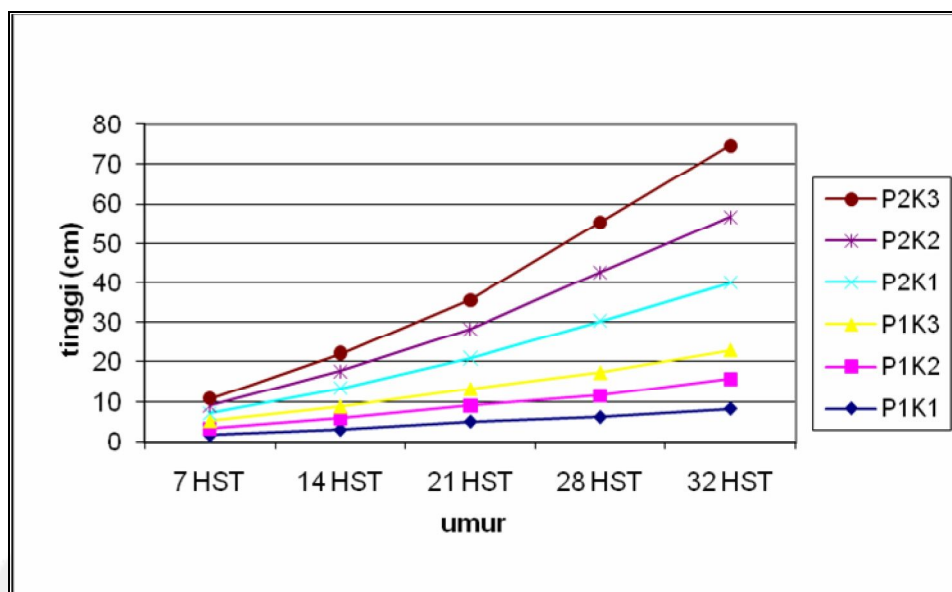
Tinggi tanaman banyak dipengaruhi oleh unsur nitrogen. Nitrogen adalah komponen utama dari berbagai substansi penting di dalam tanaman. Nitrogen dibutuhkan dalam jumlah relatif besar pada setiap pertumbuhan tanaman, khususnya pada tahap pertumbuhan vegetatif, seperti pembentukan tunas atau perkembangan batang dan daun. Jika tanaman kekurangan nitrogen maka tanaman akan mengalami pertumbuhan yang lambat dan kerdil (Novizan, 2005). Produk sayuran yang berkualitas mempunyai tinggi tanaman yang optimal. Semakin tinggi suatu tanaman maka semakin tinggi jumlah daun yang dihasilkan, harga jualnya semakin tinggi.

Tabel 1. Rerata tinggi tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada perlakuan macam pupuk.

Macam Pupuk	Tinggi
Ampas tahu	9,76b
Kotoran Ayam	16,97a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata pada DMRT 5 %.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi dari kedua faktor perlakuan. Perlakuan macam pupuk memberikan pengaruh sangat nyata terhadap variabel tinggi tanaman, sedangkan konsentrasi EM4 tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Tabel 1. menunjukkan bahwa pupuk kotoran ayam memberikan rerata lebih tinggi pada pertumbuhan tinggi tanaman daripada pupuk ampas tahu. Hal ini terjadi karena kandungan N yang tersedia pada larutan pupuk kotoran ayam lebih banyak daripada kandungan N larutan pupuk ampas tahu (Lampiran 16). Menurut Sutejo (2002), bahwa semakin tinggi pemberian N maka semakin cepat pula sintesis karbohidrat yang diubah menjadi protein dan protoplasma yang merupakan penyusun organ tanaman, termasuk dalam hal ini adalah batang.



Ket : P₁K₁ (ampas tahu konsentrasi EM4 6 ml); P₁K₂ (ampas tahu konsentrasi EM4 12 ml); P₁K₃ (ampas tahu konsentrasi EM4 18 ml); P₂K₁ (konsentrasi EM4 6 ml); P₂K₂ (pupuk kotoran ayam konsentrasi EM4 12 ml); P₂K₃ (pupuk kotoran ayam konsentrasi EM4 18 ml).

Gambar 1. Grafik rerata tinggi tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada berbagai macam pupuk dan konsentrasi EM4.

Berdasarkan Gambar 1. tampak bahwa pemberian pupuk kotoran ayam memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan semakin tinggi konsentrasi EM4 yang diberikan, semakin bertambah tinggi tanaman. Hal ini terjadi karena ada banyaknya kandungan unsur hara terlarut pada larutan pupuk hasil fermentasi kotoran ayam. Berdasarkan hasil analisis Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah FP UNS, bahwa kandungan hara pada hasil fermentasi kotoran ayam, yaitu: N 2,8%, P 0,56% dan K 0,42% dan ampas tahu N 1,12%, P 0,10% dan K 0,12%. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan N pupuk kotoran ayam lebih tinggi daripada ampas tahu, sehingga dapat meningkatkan pembentangan sel dan pembelahan sel, dengan demikian tanaman dapat mencapai pertambahan tinggi yang optimal (Gardner *et.al.*, 1991 *cit.* Ariyanti, 2002). Tanaman bayam merah yang diberi larutan pupuk kotoran ayam tampak lebih tinggi daripada yang diberi larutan pupuk ampas tahu (Lampiran 18).

Tinggi tanaman semakin meningkat dengan meningkatnya pemberian konsentrasi EM4. Hal ini terjadi karena semakin banyak EM4 yang diberikan pada larutan fermentasi, maka semakin banyak mikroorganisme yang merombak senyawa makro menjadi mikro yang tersedia bagi tanaman. Menurut subhan dan Asandhi (1998) *cit.* Purwanti (2007), bahan organik yang terdekomposisi sempurna memiliki ketersediaan unsur hara lebih cepat diserap oleh akar tanaman.

Daya serap akar terhadap hara juga dipengaruhi oleh pH (tingkat keasaman) dan tingkat kepekatan (EC) larutan. Nilai pH didalam larutan yang optimal kurang lebih 5,2 sebab dengan tingkat pH tersebut semua unsur hara dapat diserap oleh akar tanaman (Agung, 2008). Sedangkan larutan fermentasi ampas tahu mempunyai pH larutan 4,6 - 4,9. Sehingga akar tanaman tidak dapat menyerap unsur hara secara optimal dalam larutan. Pada kondisi asam, penyerapan hara nitrat dan fosfor akan terhambat. Kondisi asam juga mendorong bebasnya besi dan aluminium yang justru merupakan racun bagi tanaman (Agung, 2008).

Nilai EC larutan nutrisi kotoran ayam sebesar 3,48 - 3,66 mS/cm, sehingga mampu meningkatkan kualitas produksi. Pada EC yang terlampau tinggi, tanaman tidak mampu menyerap hara lagi karena jenuh. Aliran larutan hara hanya lewat tanpa diserap akar tanaman. Batasan jenuh untuk sayuran daun ialah EC 4,2. Nilai EC di atas angka tersebut, pertumbuhan tanaman akan stagnan. Bila EC jauh lebih tinggi lagi maka akan terjadi toksisitas atau keracunan dan sel – sel akan mengalami plasmolisis (Sutiyoso, 2004).

2. Jumlah Daun

Daun secara umum merupakan organ penghasil fotosintat utama. Jumlah daun yang banyak akan menyediakan tempat fotosintesis lebih banyak, sehingga akan diperoleh fotosintat yang lebih banyak. Fotosintat digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan sisanya disimpan dalam organ tanaman dalam bentuk biomassa. Gardner (1991) menambahkan, organ tanaman yang utama dan yang menyerap radiasi

matahari ialah daun. Untuk memperoleh laju pertumbuhan tanaman budidaya yang maksimum harus terdapat cukup banyak daun dalam tajuk untuk menyerap sebagian besar radiasi matahari yang jatuh ke atas tajuk tanaman. Pada produk sayuran, jumlah daun yang tinggi sangat diperlukan, karena semakin tinggi jumlah daun maka semakin tinggi kualitas sayuran tersebut.

Tabel 2. Rerata jumlah daun tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada perlakuan macam pupuk.

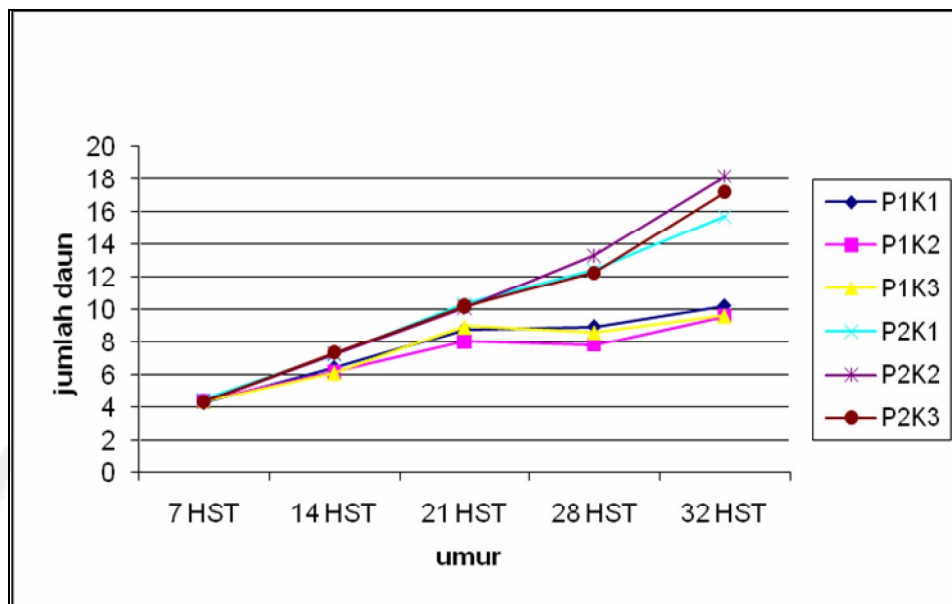
Macam Pupuk	Jumlah Daun
Ampas tahu	7,62b
Kotoran Ayam	17,25a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata pada DMRT 5 %.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi dari kedua faktor perlakuan. Perlakuan macam pupuk memberikan pengaruh sangat nyata terhadap variabel jumlah daun, sedangkan konsentrasi EM4 tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman. Tabel 2. memperlihatkan bahwa pupuk kotoran ayam memberikan rerata lebih tinggi daripada pupuk ampas tahu. Hal ini karena pengaruh nilai pH dan EC larutan yang digunakan sebagai nutrisi cukup optimal (Lampiran 15). Nilai pH pada larutan pupuk kotoran ayam 5,3 – 5,4 lebih optimal daripada larutan pupuk ampas tahu, yaitu 4,6 – 4,9. Pada pH yang sangat asam nutrisi cenderung mengendap, sehingga tidak dapat diserap secara optimal oleh tanaman. Pada pH optimal semua unsur berada dalam kondisi kelarutan yang baik, sehingga hara mudah diserap akar (Sutiyoso, 2004).

Nilai EC nutrisi kotoran ayam 3,48 – 3,66 mS/cm, sedangkan EC nutrisi ampas tahu hanya sekitar 1,41 - 1,74 mS/cm. EC yang biasa untuk budidaya tanaman bayam merah 1,4 – 1,8 mS/cm (Untung, 2004). EC yang tersedia semakin tinggi, maka semakin tinggi kualitas hasil tanaman. EC dapat mempengaruhi metabolisme dalam tubuh tanaman, antara lain kecepatan fotosintesis, aktivitas enzim dan potensi penyerapan ion – ion dalam larutan oleh akar (Suhardiyanto, 2002). Pada EC yang terlampaui tinggi, tanaman tidak akan mampu menyerap hara karena jenuh. Batasan

jenuh bayam merah adalah 4,2 mS/cm, apabila lebih daripada itu maka tanaman akan mengalami plasmolisis (Sutiyoso, 2004).



Ket : P₁K₁ (ampas tahu konsentrasi EM4 6 ml); P₁K₂ (ampas tahu konsentrasi EM4 12 ml); P₁K₃ (ampas tahu konsentrasi EM4 18 ml); P₂K₁ (konsentrasi EM4 6 ml); P₂K₂ (pupuk kotoran ayam konsentrasi EM4 12 ml); P₂K₃ (pupuk kotoran ayam konsentrasi EM4 18 ml).

Gambar 2. Grafik rerata jumlah daun tanaman Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada berbagai macam pupuk dan konsentrasi EM4.

Gambar 2. menunjukkan pertumbuhan tanaman terjadi normal dan tampak bahwa semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi jumlah daun. Tetapi pada analisis ragam perlakuan konsentrasi EM4 tidak berpengaruh nyata. Apabila ada penurunan jumlah daun, disebabkan karena adanya defisiensi unsur. Pemberian larutan pupuk kotoran ayam dapat meningkatkan pertumbuhan jumlah daun. Kotoran ayam mengandung unsur – unsur makro dan unsur mikro. Urin ayam dapat bekerja cepat dan mengandung hormon tertentu yang dapat merangsang perkembangan tanaman. Dalam kotoran cair mengandung N dan K yang besar, sedang dalam kotoran padat terdapat cukup unsur P. Komposisi unsur yang lengkap dapat memacu pertumbuhan, terutama unsur N kandungannya tinggi pada pupuk kotoran ayam (Lampiran 16).

Tingkat penyerapan hara oleh akar sangat dipengaruhi oleh kondisi kestabilan ion dalam larutan. Menurut Wididana *et al.* (1996), senyawa organik hasil fermentasi mengikat ion – ion yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Ion – ion tersebut dalam kondisi stabil, sehingga mudah diserap akar tanaman.

3. Luas Daun

Luas daun menjadi parameter utama karena laju fotosintesis pertumbuhan per satuan tanaman dominan ditentukan oleh luas daun. Fungsi utama daun adalah sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Pengamatan daun didasarkan pada fungsinya sebagai penerima cahaya dan tempat terjadinya fotosintesis (Sitompul dan Guritno, 1995).

Luas daun dapat digunakan untuk menggambarkan tentang kandungan total klorofil daun tiap individu tanaman. Permukaan daun yang semakin luas diharapkan mengandung klorofil lebih banyak. Semakin luas lamina daun berarti semakin luas permukaan tanaman yang dapat melakukan proses fotosintesis. Atas dasar ini, luas daun dapat dijadikan sebagai salah satu parameter pengamatan karena laju fotosintesis sebagian besar ditentukan oleh luas daun. Jumlah radiasi yang diintersepsikan tanaman tergantung pada luas daun total dan jumlah cahaya yang diterima setiap luasan daun atau individu daun. Pati diakumulasi pada kloroplas selama fotosintesis berlangsung merupakan cadangan karbohidrat yang pada daun hampir semua spesies.

Variabel luas daun selain sebagai parameter utama pertumbuhan, pada produk sayuran dapat menggambarkan kualitas dari sayuran. Semakin tinggi luas daun maka semakin berkualitas suatu tanaman dan semakin tinggi nilai jualnya.

Tabel 3. Rerata luas daun tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada perlakuan macam pupuk dan konsentrasi EM4.

Macam Pupuk	Konsentrasi EM4 (ml)		
	6	12	18
Ampas tahu	75,5c	34,25c	71,5c
Kotoran Ayam	207,75b	258a	260,25a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata pada DMRT 5 %.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ada interaksi dari kedua faktor perlakuan. Perlakuan macam pupuk memberikan pengaruh sangat nyata terhadap variabel luas daun, sedangkan perlakuan konsentrasi EM4 tidak memberikan pengaruh nyata. Luas daun paling tinggi dihasilkan oleh pupuk kotoran ayam dengan konsentrasi EM4 12 ml dan 18 ml berbeda nyata terhadap pupuk ampas tahu dengan konsentrasi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian EM4 dengan konsentrasi 12 ml sudah dapat mempengaruhi fermentasi kotoran ayam.

Fermentasi ditujukan untuk merombak komposisi makro pada bahan agar menjadi mudah diserap oleh tanaman dalam waktu cepat. Menurut Naswir (2008), proses fermentasi lebih cepat pada kondisi kedap udara (anaerob) (Lampiran 19). Jauhari (2008) menambahkan bahwa fermentasi dapat menghasilkan sejumlah senyawa organik seperti asam laktat, asam nukleat, biohormon, karbohidrat, protein, dan lain-lain yang dapat diserap oleh perakaran tanaman. Senyawa organik ini juga dapat membentengi tanaman dari serangan penyakit. Maka dari itu daun yang terbentuk tampak sehat dan tidak terserang penyakit (Lampiran 18).

Keunggulan penggunaan teknologi EM4 adalah pupuk organik dapat dihasilkan dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan cara konvensional. EM4 sendiri mengandung *Azotobacter* sp., *Lactobacillus* sp., ragi, bakteri fotosintetik dan jamur pengurai selulosa (Anonim, 2008^a). Anonim (2008^b) menambahkan bahwa EM mengandung banyak mikroorganisme, terutama asam laktat, bakteri serta ragi untuk mempercepat penguraian bahan organik. Hasil dari proses ini akan meningkatkan ketersediaan unsur hara sehingga mudah diserap tanaman.

Hal ini menunjukkan bahwa pemberian EM4 dengan konsentrasi 12 ml sudah dapat memberikan pengaruh terhadap fermentasi kotoran ayam.

Pemberian EM4 pada fermentasi ampas tahu dengan konsentrasi yang sama pada fermentasi kotoran ayam, tidak dapat meningkatkan efektifitas fermentasi. Hal ini karena proses fermentasi dipengaruhi oleh faktor rasio C/N. Rasio C/N yang efektif berkisar 30 : 1 atau 40 : 1. Mikroba adalah senyawa C (carbon) sebagai sumber energi dan menggunakan N (nitrogen) untuk sintesis protein. Dekomposisi atau penguraian akan berjalan lambat bila mikroba kekurangan N untuk sintesis protein (Banie, 2007). Kandungan C bahan yang semakin tinggi akan memperlama proses fermentasi yang sedang berlangsung. Kandungan C ampas tahu lebih tinggi daripada kotoran ayam.

Ampas tahu merupakan sisa pembuatan tahu berupa kulit kedelai dan bagian kedelai yang tidak tersaring dalam proses pembuatan tahu, partikelnya masih lebih besar daripada kotoran ayam yang telah mengalami proses pencernaan dalam tubuh ayam. Lagipula makanan ayam pedaging yang digunakan dalam penelitian ini, berupa konsentrat dan dedak jagung yang lebih kecil ukuran partikelnya, sehingga lebih mudah merombaknya. Perbedaan ukuran partikel bahan sangat mempengaruhi proses dekomposisi oleh bakteri.

Waktu 15 hari yang digunakan untuk proses fermentasi ampas tahu belum mampu merombak senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang dapat diserap tanaman. Berdasarkan hasil uji laboratorium, kadar NPK fermentasi ampas tahu sebelum dan sesudah fermentasi tidak terlalu berbeda (Lampiran 16). Sebelum fermentasi kadar N 0,67%, P 0,10% K 0,12%, sedangkan setelah fermentasi kadar N 1,12 %, P 0,10% K 0,12%. Kadar P dan K tidak berubah. Menurut Banie (2007) bahwa kandungan posfor dan kalium juga penting dalam proses fermentasi dan akan dimanfaatkan oleh mikroba selama fermentasi.

B. Hasil Tanaman

1. Berat Segar Tajuk Tanaman

Tajuk berfungsi untuk menyediakan karbohidrat melalui fotosintesis. Berat segar tajuk tanaman dapat digunakan untuk menggambarkan biomassa tanaman, biomassa tanaman merupakan ukuran yang paling sering digunakan untuk menggambarkan dan mempelajari pertumbuhan tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995). Berat brangkasan segar tanaman merupakan gabungan dari perkembangan dan penambahan jaringan tanaman seperti jumlah daun, luas daun, dan tinggi tanaman. Berat brangkasan segar tanaman dipengaruhi oleh kadar air dan kandungan unsur hara yang ada di dalam sel-sel jaringan tanaman. Variabel berat segar tajuk tanaman menjadi parameter pertumbuhan dan berperan dalam menentukan kualitas hasil secara ekonomis terutama pada produk tanaman sayuran.

Tabel 4. Rerata berat segar tajuk tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada perlakuan macam pupuk.

Macam Pupuk	Berat Segar Tajuk
Ampas tahu	2,01b
Kotoran Ayam	11,98 a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata pada DMRT 5 %.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi dari kedua faktor perlakuan. Perlakuan macam pupuk memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap variabel berat segar tajuk tanaman. Sedangkan konsentrasi EM4 tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat segar tajuk tanaman. Tabel 4. memperlihatkan bahwa pupuk fermentasi kotoran ayam memberikan rerata berat segar tajuk lebih tinggi daripada pupuk fermentasi ampas tahu.

Menurut Hardjowigeno (1987) *cit.* Soegiarto *et al.* (2002) bahwa pupuk kandang ayam mengandung kadar nitrogen lebih besar daripada pupuk kandang lain. Pendapat ini didukung dengan hasil analisis Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah FP UNS (2009), bahwa

kandungan hara pada hasil fermentasi kotoran ayam, yaitu: N 2,8%, P 0,56% dan K 0,42% dan ampas tahu N 1,12%, P 0,10% dan K 0,12%.

Kadar nitrogen yang tinggi sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Lakitan (2007) dalam jaringan tumbuhan nitrogen merupakan komponen penyusun dari banyak senyawa esensial bagi tumbuhan, misalnya asam – asam amino. Setiap molekul protein tersusun dari asam amino dan setiap enzim adalah protein, maka nitrogen juga merupakan unsur penyusun protein dan enzim.

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca dengan suhu mencapai 42°C, suhu yang sangat tinggi untuk perkembangan tanaman. Bayam merah merupakan jenis tanaman C-4 yang mempunyai suhu optimum yang lebih tinggi dibanding tanaman C-3, dimana perbedaan ini terutama disebabkan oleh rendahnya fotorespirasi pada tanaman C-4. Selain itu tanaman C-4 mempunyai laju maksimum fotosintesis lebih dari 2x tanaman C-3 (Salisbury dan Ross, 1995). Pendapat ini didukung oleh Lakitan (2007), bahwa tanaman C-4 dapat melakukan fotosintesis dengan lebih efisien pada intensitas cahaya tinggi dan lebih banyak biomassa dibanding tanaman C-3. Hal ini menunjukkan bahwa laju fotosintesis bayam merah sangat tinggi, semakin tinggi laju fotosintesisnya maka semakin tinggi hasil fotosintat yang digunakan untuk pertumbuhan.

2. Berat Kering Tajuk Tanaman

Pengamatan berat kering lebih baik digunakan dari berat segar untuk menghindari keragaman berat daun akibat kandungan air daun yang tidak merata diantara individu daun atau tanaman dari perlakuan dan waktu pengamatan yang berbeda (Sitompul dan Guritno, 1995). Berat kering merupakan akibat dari proses perkembangan dan hasil asimilasi fotosintat. Gardner (1991) menambahkan, hasil berat kering total merupakan akibat efisiensi penyerapan dan pemanfaatan radiasi matahari yang tersedia sepanjang musim pertumbuhan oleh tajuk tanaman budidaya. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, proses fotosintesis harus efisien,

serta menyediakan nutrisi yang diperlukan dalam proporsi yang benar dan tepat (Novizan, 2005).

Tabel 5. Rerata berat kering tajuk tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada perlakuan macam pupuk.

Macam Pupuk	Berat Kering Tajuk
Ampas tahu	0,26b
Kotoran Ayam	1,15 a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata pada DMRT 5 %.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi dari kedua faktor perlakuan. Perlakuan macam pupuk memberikan pengaruh sangat nyata terhadap variabel berat kering tajuk, sedangkan konsentrasi EM4 tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering tajuk tanaman. Berdasarkan tabel 5. menunjukkan bahwa pupuk kotoran ayam memberikan rerata tertinggi terhadap variabel ini. Hal ini karena hasil fermentasi pupuk kotoran ayam mengandung unsur N dan P yang lebih tinggi (Lampiran 16). Unsur N penting untuk aktivitas pembelahan dan pembentangan sel, aktivitas pembelahan dan pembentangan sel yang meningkat akan meningkatkan berat kering. Unsur P sebagai penyusun senyawa berenergi (ATP, NADP) yang sangat diperlukan untuk sintesis karbohidrat, protein dan senyawa organik lain yang merupakan penyusun berat kering tumbuhan (Ariyanti, 2002).

Menurut Harahap (2003) *cit.* Naswir (2008), nutrisi organik dari hasil fermentasi sudah seimbang dalam jumlah dan komposisi unsur-unsur yang dikandung nutrisi tersebut. Sehingga unsur – unsur yang tersedia dalam larutan sangat mendukung pertumbuhan tanaman. Fotosintat hasil metabolisme tanaman digunakan untuk pertumbuhan dan disimpan dalam organ tanaman, dalam hal ini tajuk tanaman. Banyaknya hasil fotosintat yang disimpan dapat mempengaruhi besar kecilnya berat kering tajuk tanaman. Berat kering yang tinggi mencerminkan tingginya hasil serapan hara selama proses pertumbuhan.

Penyerapan hara oleh akar, pada budidaya hidroponik sangat dipengaruhi oleh kondisi pH dan EC. Nilai pH dan EC larutan pupuk

kotoran ayam yang optimal (Lampiran 15) sangat mendukung pertumbuhan tanaman. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca, dimana konsentrasi CO₂ lebih tinggi daripada di luar rumah kaca. Konsentrasi CO₂ yang tinggi dapat meningkatkan berat kering panen dan mempercepat perkembangan tanaman (Gardner, 1991).

3. Berat Segar Akar Tanaman

Air diserap tanaman melalui akar bersama-sama dengan unsur – unsur hara yang terlarut didalamnya, kemudian diangkut ke bagian atas tanaman, terutama daun, melalui pembuluh xilem (Lakitan, 2007). Sitompul dan Guritno (1995) menambahkan bahwa peranan akar dalam pertumbuhan tanaman yaitu menyediakan unsur hara dan air yang diperlukan dalam metabolisme tanaman. Jumlah unsur hara yang diserap tanaman tergantung pada kesempatan untuk mendapatkan nutrisi dalam media. Hal ini sering didekati melalui luas permukaan akar dan jumlah unsur hara yang tersedia dalam media, karena kebutuhan tanaman akan unsur hara yang tersedia dalam perakaran akan saling mengisi .

Akar pada banyak jenis tumbuhan hanya sebesar 20% - 50% dari bobot totalnya, pada beberapa tumbuhan yang hidup di lingkungan air berat akar sampai 90% dari bobot totalnya. Apabila tanaman ditumbuhkan secara hidroponik dengan cukup air dan nitrogen tinggi, berat akar hanya 3% - 5% dari biomassa tanaman tersebut (Salisbury dan Ross, 1995).

Produk sayuran bayam semua bagian tanaman dapat dimanfaatkan untuk kepentingan ekonomi, konsumsi atau pengobatan. Tanaman sayuran bayam biasa dipasarkan berupa tajuk dengan akarnya. Tajuk tanaman dapat dimanfaatkan untuk sayuran, sedangkan akar tanaman dapat dimanfaatkan untuk pengobatan. Semakin besar perakaran, maka semakin tinggi nilai jualnya.

Tabel 6. Rerata berat segar akar tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada perlakuan macam pupuk.

Macam Pupuk	Berat Segar Akar
Ampas tahu	0,94b
Kotoran Ayam	7,26a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata pada DMRT 5 %.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi dari kedua faktor perlakuan. Perlakuan macam pupuk memberikan pengaruh sangat nyata terhadap variabel berat segar akar, sedangkan konsentrasi EM4 tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat segar akar. Tabel 6. menunjukkan bahwa pupuk kotoran ayam memberikan rerata tertinggi terhadap berat segar akar daripada pupuk ampas tahu. Hal ini karena unsur P dan N lebih besar kadarnya daripada unsur P dan N pupuk ampas tahu (Lampiran 16). Unsur P berfungsi dalam mendorong pertumbuhan akar, sedangkan unsur N berfungsi dalam membantu pertumbuhan akar (Naswir, 2008).

Larutan nutrisi dibuat dengan cara melarutkan garam-garam mineral ke dalam air. Ketika dilarutkan dalam air, garam mineral ini akan memisahkan diri menjadi ion. Penyerapan ion-ion oleh tanaman berlangsung secara kontinyu, karena akar-akar tanaman selalu bersentuhan dengan larutan (Fadhil, 2008).

Nutrisi hidroponik dibuat dari hara makro dan hara mikro sesuai kebutuhan tanaman. Unsur hara makro adalah unsur hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah yang banyak, terdiri atas C, H, O, N, P, K, Ca, Mg dan S. Apabila tanaman kekurangan unsur hara makro akan berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman (Harjowigeno, 2003 *cit.* Fadhil, 2008). Unsur hara mikro adalah unsur hara yang diperlukan oleh tanaman tetapi dalam jumlah sedikit. Unsur hara mikro ini mutlak dibutuhkan oleh tanaman. Jika kekurangan unsur hara mikro ini maka tanaman tidak akan tumbuh dengan optimal (Lingga, 2002 *cit.* Fadhil, 2008).

Kondisi pH dan EC pupuk kotoran ayam yang optimal (Lampiran 15) sangat membantu proses penyerapan hara oleh akar, sehingga unsur yang tersedia dapat dimanfaatkan dalam proses metabolisme tanaman untuk membentuk organ tanaman termasuk akar. Sedangkan pH pupuk ampas tahu terlalu asam yang dapat meningkatkan keterlarutan aluminium, mangan dan besi yang dapat bersifat racun dan membatasi pertumbuhan akar (Gardner, 1991), sehingga akar tanaman dengan perlakuan ampas tahu tidak dapat tumbuh dengan baik (Lampiran 17). Media yang digunakan adalah batu bata dengan ukuran 2 - 4,75 mm yang mempunyai kemampuan daya serap yang tinggi terhadap air dan unsur hara. Selain itu sirkulasi udara dan kelembaban di sekitar tanaman berlangsung baik, sehingga mampu mendukung pertumbuhan akar.

4. Berat Kering Akar Tanaman

Berat kering akar berfungsi untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan akar, hal ini sesuai dengan pendapat Gardner *et al.* (1991) yang menyatakan bahwa definisi pertumbuhan sebagai peningkatan bahan kering. Definisi pertumbuhan ini meliputi proses diferensiasi, yang besar sumbangannya dalam hal penimbunan berat kering. Pertumbuhan akar yang kuat biasanya diperlukan untuk kekuatan dan pertumbuhan pucuk pada umumnya. Apabila akar mengalami kerusakan karena gangguan secara biologis, fisik atau mekanis dan menjadi kurang berfungsi, maka pertumbuhan pucuk akan kurang berfungsi.

Tabel 7. Rerata berat kering akar tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada perlakuan macam pupuk.

Macam Pupuk	Berat Kering Akar
Ampas tahu	0,11b
Kotoran Ayam	0,73a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata pada DMRT 5 %.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan macam pupuk memberikan pengaruh beda nyata terhadap variabel berat kering akar, sedangkan konsentrasi EM4 tidak memberikan pengaruh

nyata terhadap berat kering akar. Pada Tabel 7. menunjukkan bahwa pemberian pupuk kotoran ayam memberikan rerata tertinggi terhadap berat kering akar dari pada pupuk ampas tahu. Kondisi media tanam yang optimal, aerasi dan drainase yang lancar dapat mendukung pertumbuhan akar dengan baik.

Akar yang tumbuh pada bayam merah dengan pemberian larutan nutrisi kotoran ayam tampak lebih besar dan panjang (Lampiran 17). Hal ini diduga karena unsur P dan N lebih besar kadarnya dari pada unsur P dan N pupuk ampas tahu (Lampiran 16). Kadar P larutan nutrisi kotoran ayam sebesar 0,56% dan N 2,8% sedangkan kadar P larutan nutrisi ampas tahu sebesar 0,1% dan N 1,12%. Unsur P berfungsi dalam mendorong pertumbuhan akar, sedangkan unsur N berfungsi dalam membantu pertumbuhan akar (Naswir, 2008).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Perlakuan berbagai konsentrasi EM4 pada fermentasi kotoran ayam memberikan pengaruh terhadap peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar tajuk tanaman, berat kering tajuk tanaman, berat segar akar tanaman, dan berat kering akar tanaman.
2. Perlakuan berbagai konsentrasi EM4 pada fermentasi ampas tahu tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah secara hidroponik.
3. Terjadi interaksi antara perlakuan macam pupuk dengan konsentrasi EM4 pada variabel luas daun. Pemberian larutan nutrisi hasil fermentasi kotoran ayam dengan EM4 konsentrasi 12 ml/ 1 liter campuran bahan pupuk sudah dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan luas daun tanaman bayam merah secara hidroponik.

B. Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai perlakuan konsentrasi EM4 dengan bahan organik yang berbeda agar diperoleh larutan nutrisi yang dapat mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan hasil tanaman bayam merah secara hidroponik.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai lama fermentasi ampas tahu, sehingga diperoleh larutan nutrisi yang dapat mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan hasil tanaman bayam merah secara hidroponik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, L.S. 2008. Teknis fertisasi. <http://amazingfarm.com> Diakses pada tanggal 22 Mei 2008.
- Anonim. 2006. Bayam Merah Bagi Kesehatan. www.langitlangit.com. Diakses pada tanggal 22 Mei 2008.
- Anonim. 2007^a. *Media Tanam Untuk Tanaman Hias*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Anonim. 2007^b. Bayam. <http://www.wikipedia.com>. Diakses pada tanggal 22 Mei 2008.
- Anonim. 2007^c. Bayam. <http://www.transdigit.com/dictionary>. Diakses pada tanggal 22 Mei 2008.
- Anonim. 2008^a. Bokashi. www.bokashikotaku.com. Diakses pada bulan 20 April 2009.
- Anonim. 2008^b. Seberapa Efektifkah EM?. *Majalah Pertanian Berkelanjutan SALAM. No.24 Juli 2008*.
- Ariyanti, E.E. 2002. Pengaruh Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Anatomi Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus* (Bl.) Miq). *Prosiding seminar Sehari PUSLITBANG Farmasi dan Obat Tradisional:21-25*.
- Banie. 2007. Komposting dengan Bioaktivator EM4. <http://rabbaniezz.co.id>. Diakses pada tanggal 20 April 2009.
- Djuarnani, N., Kristian dan Budi S.S. 2005. *Cara Cepat Membuat Kompos*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Falah, M.A.F. 2004. Produksi Tanaman dan Makanan dengan Menggunakan Hidroponik Sederhana hingga Otomatis. www.pikiranrakyat.com. Diakses pada tanggal 10 Maret 2008.
- Fadhiel, F. 2008. Agloenema. faries_1@yahoo.com. Diakses pada tanggal 10 Maret 2008.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, dan R.I. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya* (terjemahan). UI Press. Jakarta.
- Hariyanto, A.E., Y. Sugito dan A. Soegianto. 2002. Respon Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.) Galur Nias dan DWR 162 terhadap Pemberian Pupuk Kandang Ayam. *J. Agrivita*. 24(1):30-36.
- Karsono, S., Sudarmodjo, dan Y. Sutiyoso. 2002. *Hidroponik Skala Rumah Tangga*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Lakitan, B. 2007. *Dasar – dasar Fisiologi Tumbuhan*. Rajawali Press. Jakarta.
- Lingga, P. 1992. *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Magdalena, M. 2006. Bayam, Popeye Ternyata Benar. www.sinarharapam.co.id. Diakses pada tanggal 22 Mei 2008.
- Novizan. 2005. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Naswir. 2008. Pemanfaatan Urine Sapi yang Difermentasi Sebagai Nutrisi Tanaman. naswirauoei@yahoo.com. Diakses pada tanggal 22 Mei 2008.
- Jauhari, N. 2009. Bokashi Kotaku bukan Kompos. em-indonesia.org. Diakses pada tanggal 19 April 2009.
- Parnata, A. S. 2004. *Pupuk Organik Cair, Aplikasi dan Manfaatnya*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Rahardjo, M., Rosita S.M.D. dan Ireng D. 2006. Pengaruh Pemupukan terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Mutu Simplisia Purwoceng (*Pimpinella pruatjan* Molkanb). *Jurnal Littri* 12(2): 73-79.
- Purwanti, D. 2007. *Pengaruh Macam dan Konsentrasi Pupuk organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (Brassica juncea L.) secara Hidroponik*. Skripsi S1. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Salisbury, F.B., dan C.W.Ross. 1996. *Fisiologi Tumbuhan Jilid I*. ITB. Bandung.
- Sitompul, S.M. dan Bambang Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soegiarto, A.A., E.Hariyanto dan Y.Sugito. 2002. Respon Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.) Galur Nias dan DWR 162 Terhadap pemberian Pupuk Kandang Ayam. *J.Agrivita*. 24(1):30-36.
- Surjadi, H. 2006. Hidroponik Menggunakan Pupuk Cair Organik. www.bisnisbali.online. Diakses pada tanggal 10 Maret 2008.
- Sutejo, M. M. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rhineka Cipta. Jakarta.
- Sutiyoso, Y. 2003. *Meramu Pupuk Hidroponik*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Triyanto. 2008. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Fermentasi Ampas Tahu terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) Secara Hidroponik. *Agrosains* 10(2): 62-68.
- Untung, O. 2004. *Hidroponik Sayuran Sistem NFT*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Utami, R. K. 2004. Menguak Peta Hidroponik Dunia. www.pikiran rakyat.com. Diakses pada tanggal 10 Maret 2008.
- Wening, R. H. 2008. Respon Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Kultivar Bayam (*Amaranthus* sp.) Terhadap Dua Jenis Media Tumbuh, Volume Larutan Nutrisi, dan Variasi Nilai EC pada Kultur Hidroponik. pascasarjana.or.id. Diakses pada tanggal 19 April 2008.
- Wididana, G. A., Riyatno, S. K. dan T. Higa., 1996. *Teknologi EM*. Koperasi Karyawan. Departemen Kehutanan. Jakarta.

Wigunaningsih, W. 2007. EM Pertanian Diakrabi Petani Sayur.
koranpakoles@yahoo.co.id. Diakses pada tanggal 22 Mei 2008.



Lampiran 1. Analisis ragam variabel tinggi tanaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Macam Pupuk (P)	1	556,61	556,61	510,00**	4,41	8,28
Konsentrasi EM 4(K)	2	1,69	0,85	0,78ns	6,01	4,43
P*K	2	4,67	2,34	2,14ns	6,01	4,43
Galat	18	19,65	1,09			
Total	23	582,63				

KK= 35,65%

Lampiran 2. Hasil rerata tinggi tanaman

Macam Pupuk	Tinggi	rerata
Ampas tahu	8,29	
	7,4675	
	7,0975	7,62b
Kotoran Ayam	17,115	
	16,6775	
	17,9575	17,25a

Lampiran 3. Analisis ragam variabel jumlah daun tanaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Macam Pupuk (P)	1	311,760	311,760	120,09 **	4,41	8,28
Konsentrasi EM 4(K)	2	3,196	1,598	0,62ns	6,01	4,43
P*K	2	9,677	4,838	1,86ns	6,01	4,43
Galat	18	46,728	2,596			
Total	23	371,361				

KK= 12,05%

Lampiran 4. Hasil rerata jumlah daun tanaman

Macam Pupuk	Jumlah Daun	rerata
Ampas tahu	10,1675	
	9,54	
	9,585	9,76b
Kotoran Ayam	15,6675	
	18,0825	
	17,1675	16,97a

Lampiran 5. Analisis ragam variabel Luas daun tanaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Macam Pupuk (P)	1	198017	198017	255,95 **	4,41	8,28
Konsentrasi EM 4(K)	2	2633	1317	1,70 ns	6,01	4,43
P*K	2	8534	4267	5,52**	6,01	4,43
Galat	18	13926	774			
Total	23	223109				

KK=18,40%

Lampiran 6. Hasil rerata Luas daun tanaman

Macam Pupuk	Luas Daun	rerata
Ampas tahu	75.5	
	34.25	
	71.25	60,33b
Kotoran Ayam	207.75	
	258	
	260.25	242a

Lampiran 7. Analisis ragam variabel Berat Segar Tajuk tanaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Macam Pupuk (P)	1	595,71	595,71	481,90 **	4,41	8,28
Konsentrasi EM 4(K)	2	0,92	0,46	0,37ns	6,01	4,43
P*K	2	2,27	1,13	0,92ns	6,01	4,43
Galat	18	22,25	1,24			
Total	23	621,15				

KK= 9,53%

Lampiran 8. Hasil rerata berat segar tajuk tanaman

Macam Pupuk	Berat Segar Tajuk	rerata
Ampas tahu	2,3375	
	1,7725	
	1,93	2,01b
Kotoran Ayam	11,5075	
	11,8275	
	12,5975	11,98a

Lampiran 9. Analisis ragam variabel Berat Segar Akar tanaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Macam Pupuk (P)	1	239,402	239,402	154,63 **	4,41	8,28
Konsentrasi EM 4(K)	2	1,242	0,621	0,40ns	6,01	4,43
P*K	2	3,177	1,588	1,03ns	6,01	4,43
Galat	18	27,868	1,548			
Total	23	271,688				

KK= 30,36%

Lampiran 10. Hasil rerata variabel berat segar akar tanaman

Macam Pupuk	Berat Segar Akar	rerata
Ampas tahu	1,0375	
	0,555	
	1,225	0,94b
Kotoran Ayam	7,78	
	7,47	
	6,5175	7,26a

Lampiran 11. Analisis ragam variabel Berat Kering Tajuk tanaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Macam Pupuk (P)	1	4,70820	4,70820	300,39 **	4,41	8,28
Konsentrasi EM 4(K)	2	0,04173	0,02087	1,33ns	6,01	4,43
P*K	2	0,07823	0,03912	2,50ns	6,01	4,43
Galat	18	0,28213	0,01567			
Total	23	5,11030				

KK= 17,81%

Lampiran 12. Hasil rerata berat kering tajuk tanaman

Macam Pupuk	Berat Kering Tajuk	rerata
Ampas tahu	0,3175	
	0,17	
	0,2925	0,26b
Kotoran Ayam	1,045	
	1,1625	
	1,23	1,15a

Lampiran 13. Analisis ragam variabel Berat Kering Akar tanaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Macam Pupuk (P)	1	2,27550	2,27550	231,11 **	4,41	8,28
Konsentrasi EM 4(K)	2	0,03443	0,01722	1,75ns	6,01	4,43
P*K	2	0,07563	0,03782	3,84ns	6,01	4,43
Galat	18	0,17723	0,00985			
Total	23	2,56280				

KK= 23,51%

Lampiran 14. Hasil rerata berat kering akar tanaman

Macam Pupuk	Berat Kering Akar	rerata
Ampas tahu	0,135	
	0,09	
	0,1175	0,11b
Kotoran Ayam	0,6125	
	0,8425	
	0,735	0,73a

Lampiran 15. Rata-Rata Pemantauan pH dan EC pada Larutan Nutrisi

Perlakuan	pH	EC
P1K1	4,6	1,74
P1K2	4,7	1,41
P1K3	4,9	1,52
P2K1	5,3	3,66
P2K2	5,4	3,7
P2K3	5,4	3,48

Lampiran 16. Hasil Analisis Kandungan Unsur Hara Pada Larutan Macam Pupuk Kandang

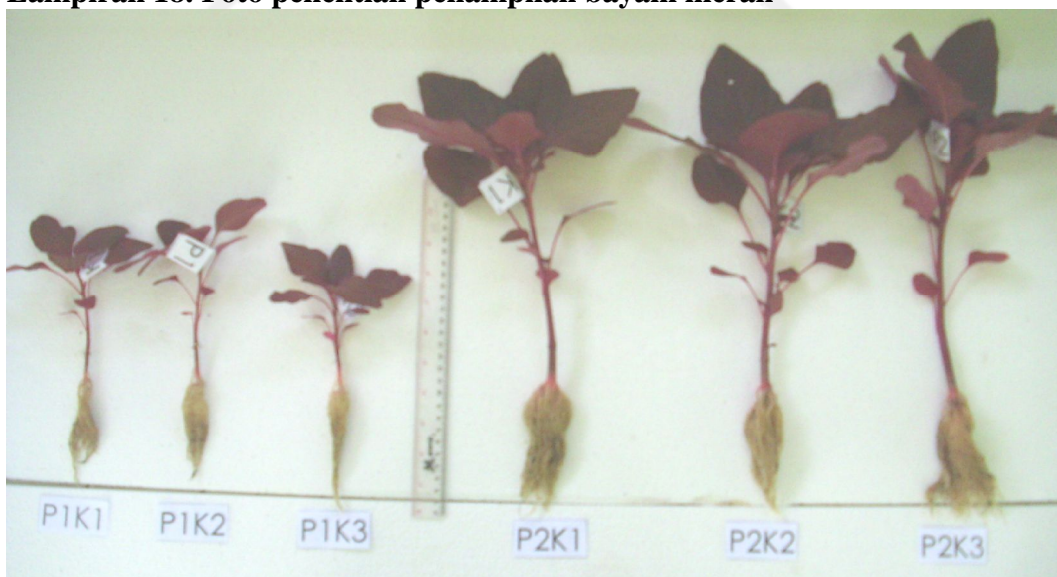
Macam pupuk	Sebelum fermentasi			Setelah fermentasi		
	N(%)	P(%)	K(%)	N(%)	P(%)	K(%)
Kotoran ayam	1,08	0,19	0,11	2,8	0,56	0,42
Ampas tahu	0,67	0,10	0,12	1,12	0,10	0,12

Sumber : Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah FP UNS (2009)

Lampiran 17. Foto penelitian penampilan akar tanaman bayam merah



Lampiran 18. Foto penelitian penampilan bayam merah



Lampiran 19. Foto penelitian fermentasi anaerob



Lampiran 20. Deskripsi Bayam Varietas Red Tropika Monako

1. Asal : Technisem Asia Co. Ltd., Vietnam
2. Silsilah : ARV 001-Tha – 001 – Green – Vie – 001(Green Seeds)
3. Golongan varietas : Menyerbuk silang
4. Umur mulai panen : 25 – 30 hari setelah tanam
5. Tipe tanaman : bayam cabut
6. Tipe tumbuh : tegak
7. Tinggi tanaman : 33 – 35 cm
8. Bentuk batang : silindris
9. Diameter batang : 0,60 – 0,62 cm
10. Warna batang : merah keunguan
11. Bentuk daun : bulat telur
12. Tepi daun : beringgit/bergelombang
13. Ujung daun : berlekuk
14. Permukaan daun : kasar
15. Warna daun : merah keunguan
16. Ukuran daun : panjang 6,2 – 6,4 cm; lebar 5,1 – 5,2 cm
17. Panjang tangkai daun : 4,2 – 5,0 cm
18. Warna tangkai daun : merah keunguan
19. Bentuk biji : bulat
20. Warna biji : hitam
21. Berat 1.000 biji : ± 0,3 g
22. Hasil : 5,0 – 5,5 ton/ha
23. Daya simpan : 1 – 2 hari
24. Keterangan : beradaptasi dengan baik di dataran rendah dengan ketinggian 0 – 200 m dpl
25. Pengusul : PT. Sang Hyang Seri
26. Peneliti : Stephane Gorin, Nokizawa (Technisem Asia Co. Ltd) dan S. Tarigan