

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI KOMBINASI
LIMBAH IKAN DAN BIO-L TERHADAP KETERSEDIAAN DAN SERAPAN
N SERTA PRODUKSI TANAMAN SAWI (*Brassica juncea L.*) PADA ALFISOL
KARANGPLOSO**

Oleh :
RETTY IKA SARASWATI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
PROGRAM STUDI ILMU TANAH
MALANG
2011**



**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI KOMBINASI
LIMBAH IKAN DAN BIO-L TERHADAP KETERSEDIAAN DAN SERAPAN
N SERTA PRODUKSI TANAMAN SAWI (*Brassica juncea L.*) PADA ALFISOL
KARANGPLOSO**

Oleh :

RETTY IKA SARASWATI

0510430041-43

SKRIPSI

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

PROGRAM STUDI ILMU TANAH

MALANG

2011

SURAT PERNYATAAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Retty Ika Saraswati

NIM : 0510430041

Jurusan / PS : Tanah / Ilmu Tanah

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

” Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair dari Kombinasi Limbah Ikan dan Bio-L Terhadap Ketersediaan Dan Serapan N Serta Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Pada Alfisol Karangploso”

Merupakan karya tulis yang saya buat sendiri dan bukan merupakan bagian dari skripsi maupun tulisan penulis lain. Bilamana suatu hari pernyataan saya tidak benar, saya sanggup menerima sanksi akademik apapun yang ditetapkan oleh Universitas Brawijaya.

Malang, Juli 2011
Yang Menyatakan

Retty Ika Saraswati
NIM. 0510430041

Mengetahui

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir Zaenal Kusuma, SU.
NIP. 19540501 198103 1 006

Pembimbing Pendamping

Lenny Sri Nopriani, SP, MP.
NIP. 19741103 200312 2001

Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir Zaenal Kusuma, SU.
NIP. 19540501 198103 1 006

LEMBAR PERSETUJUAN

Nama Mahasiswa : RETTY IKA SARASWATI
 NIM : 0510430041-43
 Jurusan : TANAH
 Judul Skripsi : **PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR
 DARI KOMBINASI LIMBAH IKAN DAN BIO-L TERHADAP
 KETERSEDIAAN DAN SERAPAN N SERTA PRODUKSI TANAMAN SAWI
 (*Brassica juncea L.*) PADA ALFISOL KARANGPLOSO**

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Utama,

Pendamping,

Prof. Dr. Ir Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1006

Lenny Sri Nopriani, SP, MP
NIP. 19741103 200312 2001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Tanah

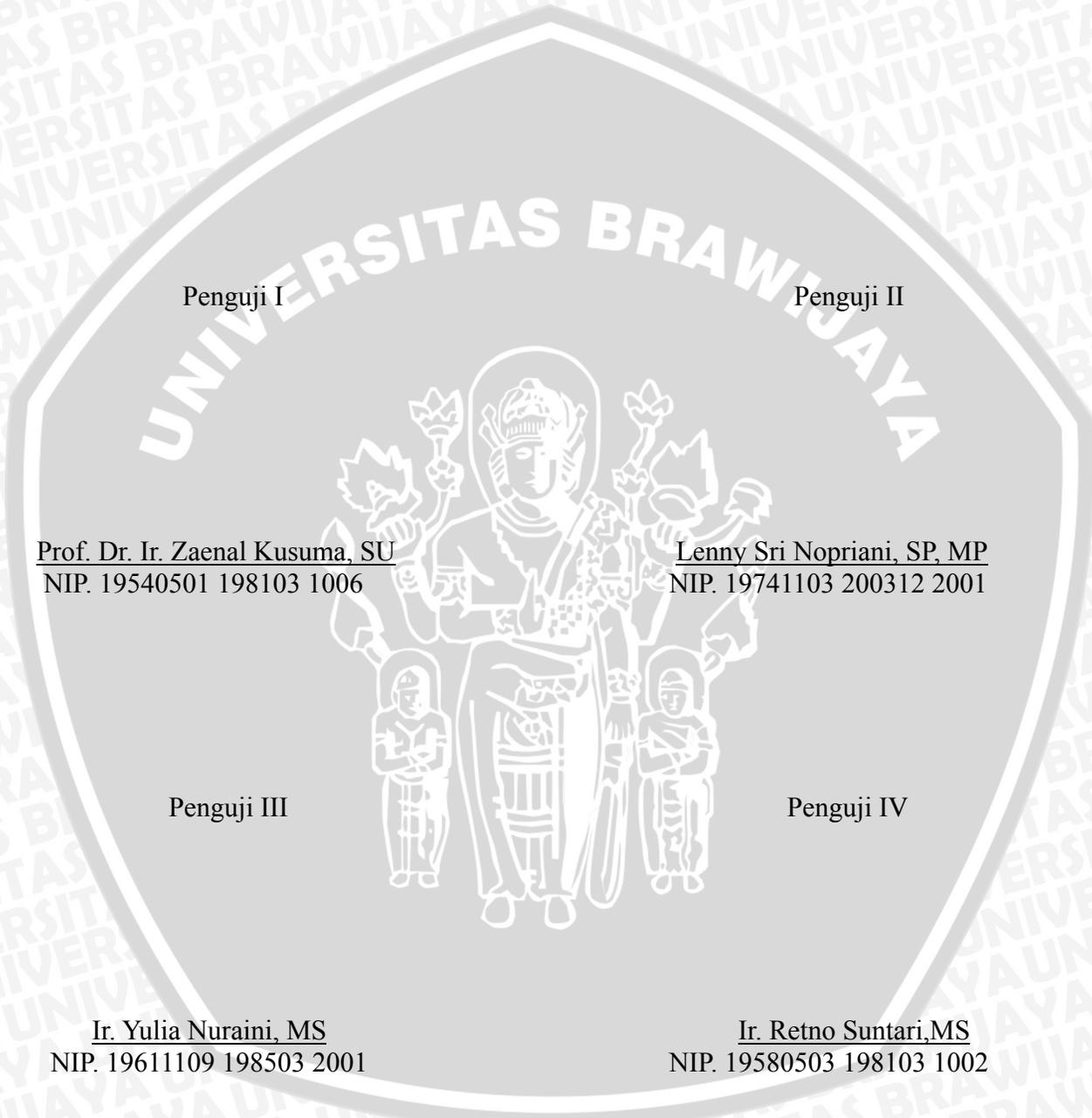
Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1006

Tanggal Persetujuan :



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan,
MAJELIS PENGUJI



Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1006

Lenny Sri Nopriani, SP, MP
NIP. 19741103 200312 2001

Penguji III

Penguji IV

Ir. Yulia Nuraini, MS
NIP. 19611109 198503 2001

Ir. Retno Suntari, MS
NIP. 19580503 198103 1002

Tanggal Lulus :



Skripsi ini kupersembahkan untuk
Kedua Orang tua tercinta,
Suami_Q Tersayang
Kedua Anak_Q, Adik-adik_Q,
serta Orang² yang sayang sama aku

Retty Ika Saraswati Thank To



Allah SWT

“Atas limpahan rahmad dan hidayah_Nya”

FAMILIAL GREETINGS

Bapak Bagyo Sunaryanto & Ibu Siti Nurma
(Bapak Ibu akhirnya aku lulus juga)
Suami_Q Tercinta Tatag Adi Wisanto



(makasih ayah udah setia nungguin bunda lembur skripsi sampe malem² ^_^)
Anak²_Q Meiyaqsha Regita Lestari & Andyahmad Arya Daffa Reditya Adisson



(Kalian adalah motivasi bunda, bunda love u all)
Adik²_Q Shandy Yudha Febrianata & Ibrahim Rizky Pahlevi
(udah mbak buka kan pintu buat jadi sarjana,, kalian harus bisa,,AMIN..)
dan keluarga besar_Q
“ Q Love U ”

FRIENDSHIP GREETINGS

Special for my best friends Kykis Natalia (sahabat seperjuangan_Q dari awal kuliah hingga akhir qta selalu bersama) semangat!!!!, temen² Lumut (Reni, Lili, Sukma, Melly, Heny, Yessy) akhirnya aQ lulus juga ^_^, Burhan, Farhan, Navis, Dodi, Ken come on guys, kalian pasti bisa, buat Riza, Mamed, Abas, Anggit, Wian, Ans, Gifari, Makacih baged atas bantuannya yaa..

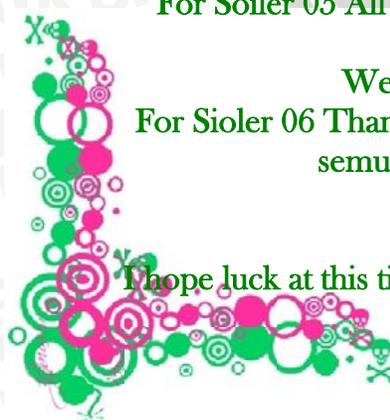
For Soiler 05 All Generation_Gatraks1 yg penuh Aksi “Never Forget in our Mind &

We ‘ll never walk alone in definite Situation ^_^

For Sioler 06 Thanks banget buat adx_Q Nduzt Arda, Dieta, Putri, Diana, dan semuanya. Makasih atas motivasi dan dukungannya.

My Spirit is Full with Smart Action

I hope luck at this time





RINGKASAN

Retty Ika Saraswati : 0510430041-43. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair dari Kombinasi Limbah Ikan dan Bio-L Terhadap Ketersediaan Dan Serapan N Serta Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) Pada Alfisol Karangploso. Di bawah bimbingan Zaenal Kusuma dan Lenny Sri Nopriani

Alfisol merupakan tanah yang banyak dimanfaatkan sebagai lahan pertanian terutama pertanian lahan kering. Alfisol merupakan tanah yang memiliki permasalahan unsur hara makro maupun mikro, salah satunya nitrogen. Rendahnya bahan organik dalam tanah menyebabkan N tidak tersedia bagi tanaman. Kadar bahan organik yang rendah mengakibatkan tanah tidak mampu menahan unsur hara dan air sehingga N dengan mudah hilang dari dalam tanah akibat pencucian maupun penguapan. Pupuk cair organik memiliki kandungan hara yang lengkap. Bahkan di dalam pupuk cair organik juga terdapat senyawa-senyawa organik lain yang bermanfaat bagi tanaman, seperti asam humik, asam fulvat, dan senyawa-senyawa organik lain. Namun, kandungan hara tersebut rendah. Limbah ikan tersedia dalam jumlah yang melimpah. Hal ini didukung dengan semakin meningkatnya kebutuhan protein yang menyebabkan konsumsi sumber pangan tersebut khususnya ikan meningkat. Hasil data statistik menunjukkan produksi ikan di Kota Malang baik dari hasil penangkapan maupun budidaya mencapai 9.108 ton.th⁻¹ (BPM Jatim, 2008). Tujuan, Mempelajari pengaruh pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L terhadap serapan N tanaman sawi pada Alfisol., Mempelajari pengaruh pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L terhadap produksi tanaman sawi pada Alfisol. Hipotesis, Pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L dapat meningkatkan serapan N tanaman sawi pada Alfisol., Pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L dapat meningkatkan produksi tanaman sawi pada Alfisol. Manfaat, Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai manfaat dari pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L terhadap produksi tanaman sawi sebagai salah satu alternatif peningkatan ketersediaan unsur N.

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan 12 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan. B0 = Kontrol Tanpa pemberian pupuk B1 = Pupuk organik cair dari limbah ikan 50% B2 = Pupuk organik cair dari limbah ikan 75% B3 = Pupuk organik cair dari limbah ikan 100% B4 = Pupuk Organik Cair Kombinasi 50%B5 = Pupuk Organik Cair Kombinasi 75%B6 = Pupuk Organik Cair Kombinasi 100%. Data yang diperoleh diuji secara statistik dengan menggunakan Anova RAL Sederhana dengan uji F (taraf 5%) untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Bila terdapat pengaruh antar perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT.

Hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh Pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L secara signifikan dapat meningkatkan serapan N dan produksi tanaman sawi. Rerata peningkatan serapan N

mencapai 136,45% pada pupuk organik cair kombinasi dosis 50% dari perlakuan kontrol. Pada pertumbuhan dan produksi sawi meningkatkan tinggi tanaman 162,5 %, jumlah daun 125,54 %, bobot segar tanaman dan 12,30 % pupuk organik cair kombinasi limbah ikan dan Bio-L dari perlakuan kontrol. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kadar N tersedia dari pupuk organik cair kombinasi lebih mudah diserap oleh tanaman dengan karakter pupuk yang jernih, C/N rasio yang rendah, pH netral. Pupuk organik cair dari limbah ikan kombinasi dengan Bio-L dapat dijadikan alternatif bagi para petani sebagai asupan hara pada tanaman sawi.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” **Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair dari Kombinasi Limbah Ikan dan Bio-L Terhadap Ketersediaan Dan Serapan N Serta Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) Pada Alfisol Karangploso**”. Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU dan Lenny Sri Nopriani, SP, MP selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi ini hingga selesai.
2. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Universitas Brawijaya Malang.
3. Dosen-dosen di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama kuliah.
4. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, atas bantuan dan informasi yang diberikan.
5. Yang tercinta orang tua, suami, anak, dan adik-adik yang telah memberikan dukungan baik materil maupun moril hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh kakak-kakak, adik-adik seperjuangan di Tanah, terutama Soiler 2005, terima kasih atas dukungan, perhatian, bantuan, serta kenangan indah selama ini, serta semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang turut berpartisipasi atas terselesaikan skripsi ini.

Dalam segala kekurangan dan keterbatasan, penulis berharap skripsi ini memberikan manfaat bagi para pembaca.

Malang, Juli 2011

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Blitar, pada tanggal 4 Oktober 1986 dan merupakan putri sulung dari 3 bersaudara dengan seorang ayah yang bernama Bagyo Sunaryanto dan seorang ibu bernama Siti Nurma. Penulis memulai pendidikan dengan menjalani pendidikan dasar di SDN Beru I Wlingi Blitar (1993-1999), dan melanjutkan ke SMP Negeri 2 Wlingi Blitar (1999-2002), kemudian meneruskan ke SMA Negeri 1 Garum Blitar (2002-2005). Penulis menjadi mahasiswi Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, program studi Ilmu Tanah, pada tahun 2005 melalui jalur PSB (Penerimaan Siswa Berprestasi).

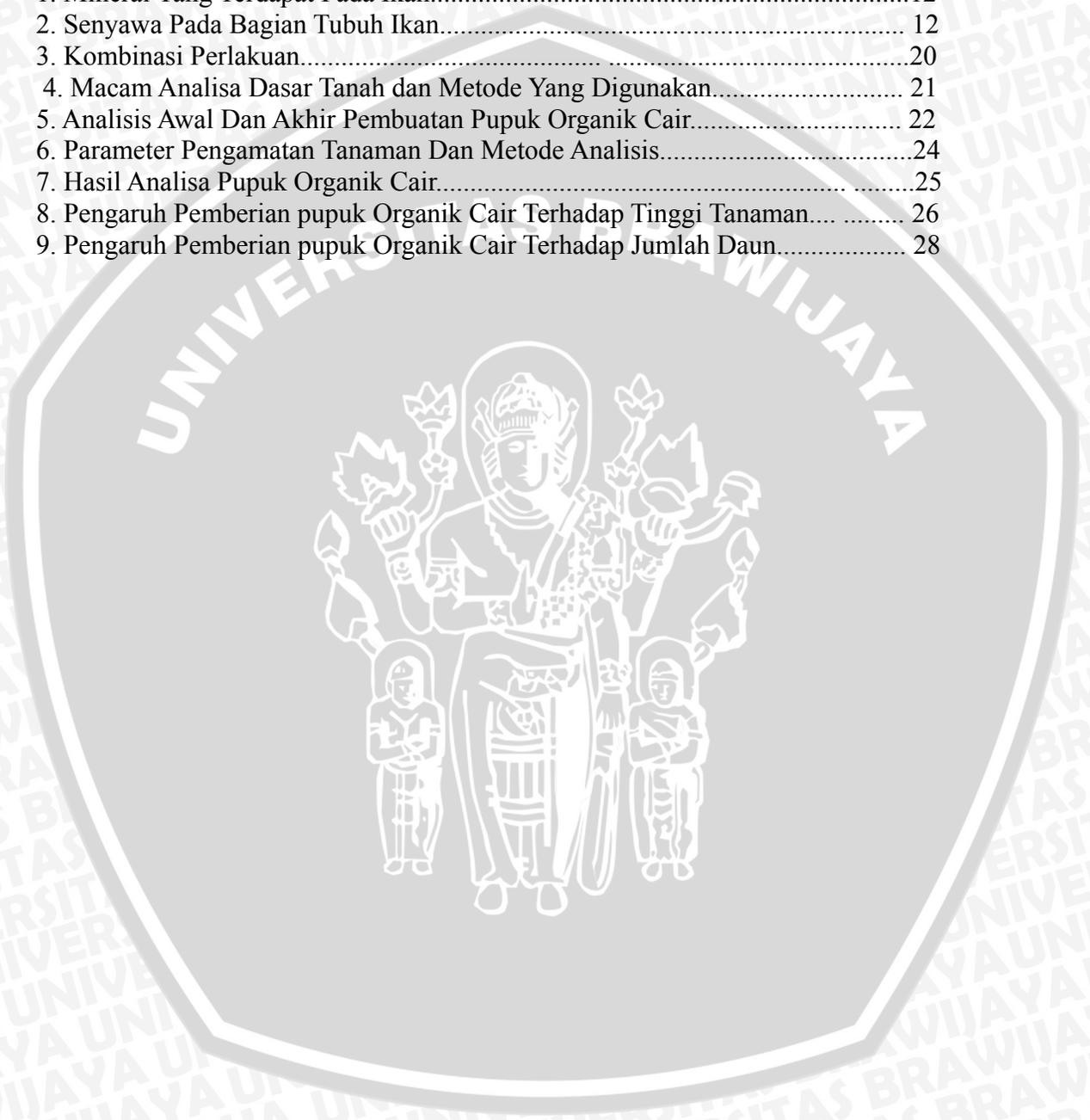


DAFTAR ISI

	Nomor Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Hipotesis	3
1.4. Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sifat Dan Ciri Alfisol.....	5
2.2. Ketersediaan Dan Mineralisasi Nitrogen Dari Bahan Organik Dalam Tanah.....	5
2.3. Tanaman Sawi (<i>Brassica juncea L.</i>).....	8
2.4. Peranan Nitrogen Terhadap Tanaman Sawi (<i>Brassica juncea L.</i>)	9
2.5. Pupuk Organik Cair Dari Limbah Ikan.....	10
2.6. Bio - L.....	14
2.7. Pengaruh Nitrogen Dalam Pupuk Cair Bagi Tanaman.....	15
2.8. Media Tanam.....	16
2.9. Pemberian Pupuk Cair Organik Terhadap Tanaman.....	17
III. BAHAN DAN METODE	
3.1. Waktu dan Tempat.....	19
3.2. Alat dan Bahan.....	19
3.3. Metode Penelitian	19
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.5. Analisis Data Statistik	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil	25
4.2. Pembahasan	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Judul	Nomor Halaman
1. Mineral Yang Terdapat Pada Ikan.....	12
2. Senyawa Pada Bagian Tubuh Ikan.....	12
3. Kombinasi Perlakuan.....	20
4. Macam Analisa Dasar Tanah dan Metode Yang Digunakan.....	21
5. Analisis Awal Dan Akhir Pembuatan Pupuk Organik Cair.....	22
6. Parameter Pengamatan Tanaman Dan Metode Analisis.....	24
7. Hasil Analisa Pupuk Organik Cair.....	25
8. Pengaruh Pemberian pupuk Organik Cair Terhadap Tinggi Tanaman.....	26
9. Pengaruh Pemberian pupuk Organik Cair Terhadap Jumlah Daun.....	28



DAFTAR GAMBAR

Judul	Nomor Halaman
Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian.....	4
Gambar 2. Diagram Batang Pertumbuhan Tinggi Tanaman.....	27
Gambar 3. Diagram Batang Pertumbuhan Jumlah Daun.....	29
Gambar 4. Diagram Batang Pertumbuhan Bobot Segar Tanaman.....	30
Gambar 5. Diagram Batang Pertumbuhan Serapan N Tanaman.....	31
Gambar 6. Pengaruh Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Serapan Unsur N Pada Tanaman Sawi.....	33
Gambar 7. Pengaruh Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi.....	33



DAFTAR LAMPIRAN

Judul	Nomor Halaman
1. Denah Petak Perlakuan	38
2. Pertumbuhan tanaman sawi dalam percobaan rumah kaca.....	39
3. Gambar Analisa Laboratorium.....	40
4. Perhitungan Dasar Dosis Penambahan Bahan Organik dalam Penelitian.....	41
5. Perhitungan penambahan pupuk organik cair dalam penelitian.....	42
6. Dosis pupuk dasar.....	44
7. Perhitungan kebutuhan air pada kapasitas lapang per 3 kg tanah.....	45
8. Hasil analisa sifat kimia dan fisik tanah Alfisol Karangploso Kab. Malang.....	46
9. Hasil analisa kimia Pupuk Organik Cair.....	47
10. Pengaruh Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	48
11. Hasil Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Bobot Segar Tanaman Sawi.....	49
12. Hasil Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Serapan N Tanah.....	49
13. Korelasi Antar Parameter.....	50



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan media tumbuh yang sangat penting bagi tanaman. Dewasa ini tingkat degradasi lahan yang semakin tinggi disebabkan oleh penggunaan pupuk kimia yang berlebihan sehingga berdampak pada perubahan sifat-sifat fisika, kimia, dan biologi pada tanah. Hal ini dapat terlihat pada tingkat produktifitas lahan yang semakin menurun jika tidak diimbangi dengan faktor pemupukan yang semakin meningkat dari tahun-ketahun untuk mendapatkan produksi yang sama dari tahun-tahun sebelumnya. Hal ini dapat diidentifikasi bahwa telah terjadi penurunan kesuburan tanah setelah panen.

Tanah merupakan salah satu faktor penting bagi usaha pertanian, karena selain berfungsi sebagai tempat mencengkeram akar, tanah juga merupakan media tumbuh tanaman dan akar serta penyedia nutrisi, air dan oksigen. Kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara sangat ditentukan oleh kualitas dan kuantitas bahan organik dalam tanah.

Alfisol merupakan tanah yang banyak dimanfaatkan sebagai lahan pertanian terutama pertanian lahan kering. Alfisol merupakan tanah yang memiliki permasalahan unsur hara makro maupun mikro, salah satunya nitrogen. Rendahnya bahan organik dalam tanah menyebabkan N tidak tersedia bagi tanaman. Kadar bahan organik yang rendah mengakibatkan tanah tidak mampu menahan unsur hara dan air sehingga N dengan mudah hilang dari dalam tanah akibat pencucian maupun penguapan.

Upaya pengelolaan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan unsur hara untuk tanaman yaitu dengan pemberian pupuk anorganik dan pemberian pupuk organik. Penggunaan pupuk anorganik lebih cepat tersedia bagi tanaman namun harganya mahal sedangkan pupuk organik ketersediaannya lama karena membutuhkan proses dekomposisi terlebih dahulu dengan harga yang tidak mahal dan jumlahnya melimpah sehingga dapat dilakukan pengelolaan dengan penggunaan pupuk organik organik cair misalnya dari sisa limbah ikan.

Pupuk cair organik memiliki kandungan hara yang lengkap. Bahkan di dalam pupuk cair organik juga terdapat senyawa-senyawa organik lain yang bermanfaat bagi tanaman, seperti asam humik, asam fulvat, dan senyawa-senyawa organik lain. Namun, kandungan hara tersebut rendah. Kelompok unsur tersebut sangat dibutuhkan dalam jumlah dan susunan yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara baik serta hasil sesuai yang diharapkan. Namun, tanah ternyata tidak dapat menyediakan jumlah unsur-unsur tersebut sesuai kebutuhan.

Limbah ikan tersedia dalam jumlah yang melimpah. Hal ini didukung dengan semakin meningkatnya kebutuhan protein yang menyebabkan konsumsi sumber pangan tersebut khususnya ikan meningkat. Hasil data statistik menunjukkan produksi ikan di Kota Malang baik dari hasil penangkapan maupun budidaya mencapai $9.108 \text{ ton.th}^{-1}$ (BPM Jatim, 2008). Dengan tingginya konsumsi akan ikan tersebut secara langsung akan meningkatkan residu dan limbah buangan dari sisa ikan tersebut. Pada kondisi tersebut dapat menyebabkan permasalahan yaitu pencemaran di lingkungan sekitar jika kuantitasnya terlampau banyak, penempatan yang tidak semestinya dan tidak ada pengolahan lebih lanjut. Penggunaan sisa limbah ikan dikarenakan bahan ini mengandung unsur-unsur yang dapat memenuhi nutrisi bagi tanaman. Penambahan pupuk cair dari limbah ikan meningkatkan serapan N sebesar 57,68 % dari perlakuan kontrol tanaman jagung pada Alfisol (Basuki *et al.*, 2009).

1.2 Tujuan

1. Mempelajari pengaruh pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L terhadap serapan N tanaman sawi pada Alfisol.
2. Mempelajari pengaruh pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L terhadap produksi tanaman sawi pada Alfisol.

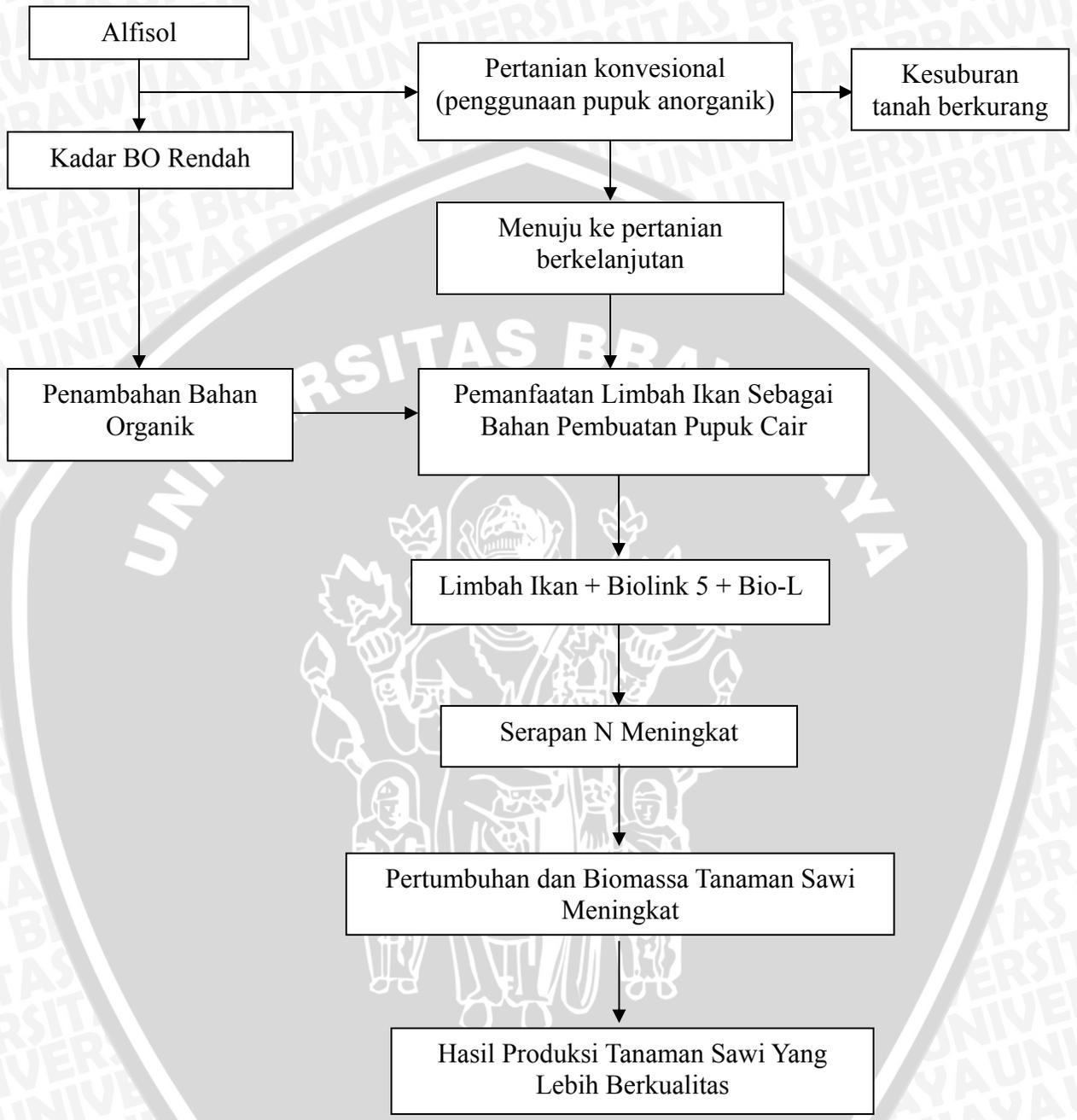
1.3 Hipotesis

1. Pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L dapat meningkatkan serapan N tanaman sawi pada Alfisol.
2. Pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L dapat meningkatkan produksi tanaman sawi pada Alfisol.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai manfaat dari pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L terhadap produksi tanaman sawi sebagai salah satu alternatif peningkatan ketersediaan unsur N.





Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sifat dan Ciri Alfisol

Alfisol merupakan tanah yang rendah untuk taraf kesuburan tanahnya. Kandungan bahan organik Alfisol umumnya rendah terutama pada lapisan atas yaitu berkisar antara 0,15% sampai 1,25 % (Hardjowigeno,1995). Alfisol merupakan tanah mineral yang mengalami perkembangan lanjut, bertekstur liat, mempunyai kandungan bahan organik rendah reaksi tanah agak masam sampai alkalis dan kejenuhan basa lebih dari 35%. Alfisol pada umumnya berkembang dari batu kapur, olivin, tufa, dan lahar. Tanah ini mempunyai lapisan solum yang cukup tebal yaitu antara 90-200cm, tetapi batas antara horizon tidak begitu jelas. Terdapat penimbunan liat di horizon bawah (horizon Argilik), yang merupakan horizon yang padat dan keras sehingga sulit di tembus oleh perakaran tanaman (Munir, 1999)

Alfisol pada kawasan tersebut sebagian besar telah diusahakan untuk pertanian secara intensif untuk tanaman hortikultura (jagung dan sawi) sehingga unsur hara banyak terangkut dari tanah. Meskipun Alfisol dikawasan tersebut termasuk tanah yang subur tetapi masih dijumpai kendala-kendala yang perlu mendapat perhatian dalam pengelolaannya.

Kendala-kendala tersebut antara lain:

1. Pada beberapa tempat dijumpai kondisi lahan yang berlereng dan berbatu.
2. Terjadi fiksasi kalium dan amonium karena adanya mineral illit sehingga kalium dan amonium tidak tersedia untuk tanaman.
3. Kandungan N, P dan K yang memiliki tingkatan sedang sampai rendah dengan adanya pengolahan tanah yang intensif untuk pertanian hortikultur dikawasan tersebut.

2.2 Ketersediaan dan Mineralisasi Nitrogen Dari Bahan Organik Dalam Tanah

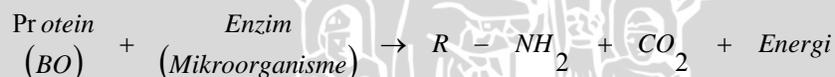
Nitrogen merupakan unsur hara esensial (keberadaannya mutlak ada untuk kelangsungan pertumbuhan dan perkembangan tanaman) dan dibutuhkan dalam jumlah relatif banyak sehingga disebut unsur hara makro. Nitrogen tanah berasal dari berbagai sumber, antara lain: (1) hasil pelapukan bahan organik, (2) penambahan gas

N₂ atmosfer oleh bakteri *Rhizobium* bersimbiosis dengan tanaman legume, (3) terbawa asap gunung berapi, dan (4) diberikan sebagai pupuk organik maupun anorganik (Nopriani, 2004).

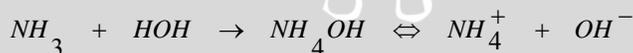
Menurut Sarief (1989), umumnya N diambil tanaman dalam bentuk ion amonium (NH₄⁺) dan nitrat (NO₃⁻). Sebagai pelengkap peranannya dalam sintesis protein, N merupakan bagian tak terpisahkan dari molekul protein dan dari pemberian N dalam jumlah cukup akan mendorong pertumbuhan vegetatif lebih subur dan warna daun hijau gelap. Pemberian N yang berlebihan dalam lingkungan tertentu dapat menunda fase generatif tanaman dan bahkan tidak terjadi sama sekali (Sugito, 1999).

Perubahan bentuk N-organik menjadi N-mineral disebut mineralisasi, sebaliknya perubahan bentuk N-mineral menjadi bentuk N-organik disebut imobilisasi. Tahapan yang terjadi dalam proses mineralisasi yaitu aminisasi, amonifikasi dan nitrifikasi. Menurut Hardjowigeno (1995), proses-proses tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

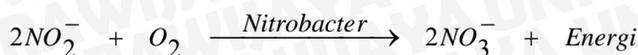
1. Aminisasi, yaitu pembentukan senyawa amino dari bahan organik (protein) oleh bermacam-macam mikroorganisme. Reaksi tersebut dapat ditulis sebagai berikut :



2. Amonifikasi, yaitu pembentukan amonium dari senyawa-senyawa amino oleh mikroorganisme, dengan reaksi sebagai berikut :



3. Nitrifikasi, yaitu perubahan dari amonium menjadi nitrit (oleh bakteri nitrosomonas), kemudian menjadi nitrat (oleh bakteri nitrobacter). Hal ini dapat ditunjukkan melalui suatu reaksi :

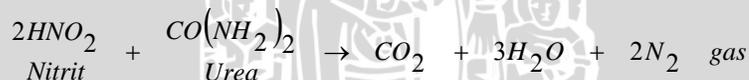


Tingkat kehilangan unsur N dari tanah cukup tinggi akibat dari sifat N yang sangat *mobile*. Menurut Hardjowigeno (1995), hilangnya nitrogen dari tanah disebabkan oleh :

- 1) Diserap oleh tanaman;
- 2) Digunakan oleh mikroorganisme;
- 3) Nitrogen dalam bentuk ion NH_4^+ dapat diikat oleh mineral liat jenis illit sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman;
- 4) Nitrogen dalam bentuk ion NO_3^- (nitrat) mudah dicuci oleh air hujan (*leaching*):
 - a) Banyak hujan, N rendah,
 - b) Tanah pasir mudah merembeskan air, N lebih rendah daripada tanah liat;
- 5) Denitrifikasi, yaitu proses reduksi nitrat menjadi N_2 gas yang terjadi di tempat tergenang, drainase buruk dan tata udara jelek;
 - a) Oleh mikroorganisme



b) Proses reduksi kimia (terjadi setelah terbentuk nitrat) misalnya reaksi nitrat dengan urea.



Nitrogen bersifat sebagai regulator penggunaan kalium, fosfor, dan unsur lain yang terlibat di dalam proses fotosintesis pada tanaman, sehingga bagian tanaman akan berwarna hijau cerah sampai hijau gelap bila ketersediaan nitrogen cukup untuk pertumbuhan tanaman (Syekhfani, 1997). Peranan Nitrogen salah satunya adalah merangsang pertumbuhan vegetatif, yaitu menambah tinggi tanaman dan merangsang tumbuhnya anakan. Nitrogen juga memegang peranan penting sebagai penyusun klorofil yang menjadikan daun berwarna hijau. Unsur N diperlukan dalam jumlah besar untuk sintesis asam amino dan protein, nukleotida, purin dan pyrimidin, dan vitamin tertentu. Di alam, atom N berada dalam berbagai bentuk oksidasi yang semuanya dapat digunakan oleh mikroorganisme. Bentuk yang paling disenangi

adalah ion amonium (NH_4^+). Karena dalam bentuk ammonium inilah unsur N dileburkan dalam bentuk organik.

Menurut Hardjowigeno (1995), gejala-gejala kekurangan N adalah: i) Tanaman kerdil, ii) Pertumbuhan akar terbatas, dan iii) Daun-daun kuning dan gugur. Gejala-gejala kelebihan N adalah : i) Memperlambat kematangan tanaman, ii) Batang-batang lemah atau mudah roboh dan iii) Mengurangi daya tahan tanaman terhadap penyakit.

2.3 Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*)

Tanaman sawi (*Brassica juncea L.*) merupakan jenis tanaman semusim yang diklasifikasikan dalam famili *Cruciferae* dengan genus *Brassica*. Tanaman ini memiliki umur yang pendek yaitu 30 – 40 hari. Tanaman sawi membutuhkan ketersediaan nutrisi yang cukup dan reaksi tanah antara pH 6 – 7 untuk pertumbuhan yang terbaik. Tanaman sawi memiliki 5 fase pertumbuhan yaitu fase awal, perkecambahan, vegetatif (pembentukan daun), tengah (pertumbuhan tanaman) dan fase akhir (Dorenbos *et al.*, 1984). Ketersediaan unsur hara di lahan tanam sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produktifitas tanaman sawi, kekurangan unsur hara yang diperlukan dapat diberikan dengan pemupukan (Haryanto, 2003). Pemupukan untuk tanaman sawi dilakukan pada minggu ke-2 dan ke-4 sedangkan untuk berumur genjah dilakukan satu kali saat berumur 2 minggu (15 hari) setelah tanam (Rukmana, 1994). Pemupukan awal pada tanaman sawi (*Brassica juncea L.*) dilakukan Setelah tanaman tumbuh baik, yaitu pada 7 hari setelah tanam. Pemupukan dilakukan untuk mendapatkan hasil produksi daun yang baik sehingga pupuk yang diberikan sebaiknya mengandung nitrogen. Tanaman sawi umur genjah (*Brassica juncea L.*) dapat dipetik hasilnya setelah berumur 40 hari. Pertumbuhan yang baik dapat menghasilkan 100 kwintal daun/ha dengan jarak tanam 30 x 40 cm dan pemberian pupuk 60 kg N/ha atau 3 kwintal ZA/ha (Anonymous, 2008)

Unsur hara Nitrogen merupakan unsur yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman sawi (Harjadi, 1989). Bila kekurangan unsur N maka tanaman sawi (*Brassica juncea L.*) akan kerdil dan pertumbuhan perakaran mengalami

penghambatan. Daun-daun berubah warna menjadi kuning atau hijau kekuningan dan cenderung gugur, pembelahan sel terhambat akibatnya pertumbuhan tanaman terhambat.

2.4 Peranan Nitrogen Terhadap Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*)

Tanaman sawi merupakan tanaman sayuran yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Sistem perakaran tanaman sawi adalah akar tunggang (*radix primaria*) dan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang (silindris) menyebar ke semua arah pada kedalaman 30-50 cm. Akar-akar ini berfungsi untuk menghisap air dan hara dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman. Syarat tanah yang ideal untuk tanaman petsai adalah memiliki pH tanah 6-7 tetapi ada beberapa jenis yang toleran terhadap pH tanah 5,9-8,2. Ketersediaan unsur hara sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produktifitas tanaman sawi terutama unsur nitrogen sebagai salah satu unsur makro. Pemupukan untuk tanaman sawi dilakukan pada minggu ke-2 dan ke-4 sedangkan untuk berumur genjah dilakukan satu kali saat berumur 2 minggu (15 hari) setelah tanam (Rukmana, 1994). Pengembangan budidaya tanaman sawi mempunyai prospek baik untuk mendukung upaya peningkatan pendapatan petani, peningkatan gizi masyarakat, perluasan kesempatan kerja, dan pengembangan agribisnis. Kandungan gizi pada tanaman sawi cukup lengkap, setiap 100 g bagian yang dimakan mengandung 2,3 g protein, 0,3 g lemak, 4,0 g karbohidrat, 220 mg Ca, 38 mg P, 2,9 mg zat besi, 1.940 mg vitamin A, 0,09 mg vitamin B, 102 mg vitamin C. Kelayakan budidaya tanaman sawi antara lain ditunjukkan oleh adanya keunggulan komperatif kondisi wilayah tropis Indonesia yang sangat cocok untuk komoditas ini (Haryanto, 2003).

Unsur Nitrogen adalah unsur yang terpenting dan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sawi. Nitrogen menempati 40-50% plasma kering, berupa unsur kehidupan dalam sel tanaman. Bagian vegetatif tanaman berwarna hijau cerah sehingga hijau gelap bila kecukupan nitrogen karena berfungsi sebagai regulator pengguna kalium, fosfor dan unsur-unsur lainnya yang terlebat dalam proses fotosintesis (Syekhfani, 1997). Fungsi N selama fase vegetatif adalah membantu

dalam pembentukan fotosintat yang selanjutnya digunakan untuk membentuk sel-sel baru, perpanjangan sel dan penebalan jaringan (Harjadi, 1989). Bila kekurangan unsur N maka tanaman akan kerdil dan pertumbuhan perakaran mengalami penghambatan. Daun-daun berubah warna menjadi kuning atau hijau kekuningan dan cenderung gugur, pembelahan sel terhambat akibatnya pertumbuhan tanaman terhambat. Sedangkan apabila ketersediaan unsur N dalam tanah dalam jumlah yang berlebih akan terjadi penebalan dinding sel jaringan bersifat sukulen (berair) sehingga tanaman mudah rebah atau terserang hama dan penyakit (Syekhiani, 1997).

2.5 Pupuk Organik Cair Dari Limbah Ikan

Bahan organik yang berasal dari sisa tumbuhan dan binatang yang secara terus menerus mengalami perubahan bentuk karena dipengaruhi oleh proses fisika, kimia dan biologi. Bahan organik tersebut terdiri dari karbohidrat, protein kasar, selulose, hemiselulose, lignin dan lemak. Penggunaan pupuk organik cair dapat memperbaiki struktur tanah dan mendorong perkembangan populasi mikro organisme tanah. Bahan organik secara fisik mendorong granulasi, mengurangi plastisitas dan meningkatkan daya pegang air (Brady, 1990).

Dekomposisi merupakan proses perombakan suatu bahan akibat adanya pengaruh lingkungan serta jasad renik, menjadi senyawa yang lebih sederhana disertai dengan pembentukan senyawa organik bersifat kompleks (Rao, 1994). Kualitas bahan organik sangat menentukan laju dekomposisi. Bahan organik yang baik harus mempunyai C/N ratio serendah mungkin (dibawah 50). Apabila C/N ratio dari bahan yang tersedia tinggi, C/N ratio dapat diperkecil dengan penambahan bahan yang kaya dengan nitrogen. Proses pembuatan kompos akan menurunkan C/N ratio hingga 12-15 (Novizan, 2005). Dekomposisi bahan organik bersifat mikrobiologis, dengan pelaku bakteri dan jamur. Keduanya aktif aerasi dan kelembaban yang harus seimbang (Indranada, 1986).

Menurut Brady (1990) dalam Iswandi dan Munir (1996), rendahnya hasil tanaman (produksi) diduga sebagai akibat rendahnya kadar humus dalam tanah, miskin hara N, P, K, S dan hara mikro serta terlalu tingginya kadar Ca dalam tanah.

Kadar C organik yang rendah dan kadar Ca yang tinggi dapat menyebabkan hara P mudah terfiksasi oleh Ca menjadi kalsium fosfat yang sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman. Ketersediaan P yang sangat rendah merupakan faktor pembatas untuk pertumbuhan dan produksi tanaman pertanian, sehingga diperlukan usaha untuk meningkatkan ketersediaan P. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah penambahan bahan organik yang berasal dari limbah sisa air ikan

Menurut Hakim *et. al.*, (2009) proses akhir dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik dan CO₂. Asam-asam organik seperti asam malanat, asam oksalat dan asam nitrat ini membentuk anion organik yang bersifat mengikat ion Ca dari larutan tanah yang nantinya menghasilkan senyawa kompleks yang sukar larut sehingga konsentrasi ion-ion Al, Fe, dan Ca yang bebas dalam larutan akan berkurang dan meningkatkan ketersediaan fosfor. Penggunaan pupuk organik dalam bentuk cair lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman karena unsur didalamnya sudah terurai dan tidak dalam jumlah yang terlalu banyak, sehingga cepat dimanfaatkan oleh tanaman (Direktorat Serealia). Pupuk kandang cair jarang digunakan, padahal kandungan haranya lebih banyak. Hal ini disebabkan untuk menampung urin ternak lebih susah repot dan secara estetika kurang baik - bau (Phrimantoro, 1995).

2.5.1 Limbah Ikan

Tingginya erosi tanah menyebabkan kelarutan hara pada air semakin tinggi sehingga terjadi rantai makanan dari unsur hara mikroorganisme fitoplankton dan ikan. Ikan merupakan organisme yang mengandung nilai organik tinggi, baik organik-N, organik-P, dan organik-K yang terkandung didalam tubuh ikan mempunyai kelebihan kalau dibandingkan dengan bahan-bahan lainnya. Juga bahwa di dalam ikan masih terkandung unsur-unsur lainnya, khususnya unsur mikro. (Handoko, 2009).

Ikan mempunyai susunan jaringan sel yang lebih longgar, sehingga mikroba dapat dengan mudah menggunakannya sebagai media pertumbuhan selain itu juga memiliki asam lemak tidak jenuh dan kadar air cukup tinggi (70-80 persen dari berat daging) yang menyebabkan mikroorganisme mudah tumbuh dan berkembang biak.

(Astawan,1998). Ikan mengandung 18 – 30 % protein dan sejumlah mineral diantaranya K, Cl, P, S, Mg, Ca, Fe, Zn dll.(Afrianto.dkk,1989). Protein mengandung berbagai macam jenis asam amino. Dalam air cucian ikan mengandung triptopan yang merupakan salah satu bentuk asam amino. Triptopan selama ini dikenal sebagai bahan dasar pembentuk zat pengatur tumbuh golongan auksin(Wijaya,2006).

Tabel 1. Mineral yang terdapat dalam Ikan (Rab, 1997).

Mineral	ppm
Kalium	3000
Fosfor	2000
Klorida dan Sulfur	2000
Magnesium	250
Kalsium	150
Besi	15
Mangan dan Seng	10

Tabel 2. Senyawa pada bagian tubuh ikan (Sunarman dan Murniyati, 2000)

Bagian Ikan	Unsur utama
Daging	Protein lemak
Telur	Protein lemak
Tulang, sirip	Kalsium fosfat
Kulit	Kolagen
Sisik	Kolagen guanine
Hati	Bahan yg mengandung nitrogen, lemak, vitamin A, D, B ₁₂
Alat-alat pencernaan	Bahan yg mengandung nitrogen, lemak, enzim

Dilakukan survei pada beberapa pasar tradisional yang terdapat di kota malang diperoleh data bahwa setiap harinya seorang penjual ikan dapat menjual rata-rata 20kg per hari. Dalam 1kg ikan diperoleh ± 50 g limbah ikan yang terbuang. Maka dalam satu orang penjual ikan dapat diperoleh 1000g limbah ikan. Dalam 1 pasar rata-rata terdapat 5 penjual ikan. Maka dalam 1 pasar dapat diperoleh 5000g limbah ikan. Di kota malang terdapat ± 10 pasar tradisional antara lain pasar Comboran,

Pasar Dinoyo, Pasar Blimbing, Pasar Gadang, Pasar Sukun, Pasar Mergan, Pasar Klojen, Pasar Rorodowo, dan Pasar Besar. Maka dalam waktu sehari dapat menghasilkan 50000g atau 50kg limbah ikan per hari, 1500kg per bulan, 18000kg atau 18 ton per tahun.

2.5.2 Bahan Dekomposer

Biolink-5 merupakan kumpulan dari 5 macam mikroorganisme dan kesemuanya bekerja sama dan berperan dalam pendegradasian limbah organik.

Komposisi Biolink-5 terdiri dari :

a. *Bacillus thuringiensis*

Bacillus thuringiensis termasuk bakteri yang memiliki toksisitas yang tinggi terhadap larva nyamuk, dimana dimana Kristal endotoksin *bacillus thuringiensis* mampu membunuh berbagai ordo serangga yaitu *Lepidoptera*, *Diptera*, *Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Isoptera* dan *Orthoptera* pada timbunan kompos

b. *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis mampu menghambat pertumbuhan jamur *Sclerotium rosfii*, *Fusarium oxysporum*, *Culcuvaria*, *Botrytis cinerea* dan jamur pathogen lainnya. Pada pengomposan *Bacillus subtilis* dapat memecah pati dari limbah padat dengan amylase yang dihasilkannya

c. *Bacillus megaterium*

Bacillus megaterium adalah bakteri berbentuk batang dan mempunyai spora, spora ini akan membantu bakteri untuk tetap hidup pada kondisi kurang menguntungkan seperti panas dan kekeringan. Bakteri ini dapat menghasilkan enzim ekstraseluler, salah satunya adalah enzim linamaras. Bakteri ini merupakan bakteri yang mampu menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis protein. Cukup resisten terhadap panas dan kekeringan, tidak menghasilkan metabolit yang beracun, mensekresi berbagai jenis protein dan merupakan bakteri non patogenik. Pada proses pengomposan, bakteri ini melanjutkan degradasi yang telah dilakukan oleh *Bacillus subtilis*.

d. *Lactobacillus palantarum*

Lactobacillus palantarum merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang dan sering membentuk pasangan dan rantai dari sel-selnya. Jenis ini lebih tahan asam dari pada jenis lainnya. *Lactobacillus palantarum* yang ditumbuhkan dalam biolink-5 berfungsi sebagai asam sehingga dapat mengatur pH dalam pengomposan. Bakteri ini pada umumnya memfermentasi gula heksosa menghasilkan asam laktat dan diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri perusak dan patogen pada pengomposan.

e. *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae termasuk Khamir, yaitu mikroorganisme bersel satu dengan ukuran 5-20 mikron, dan 5-10 kali lebih besar dari ukuran bakteri. Sahu dari *Saccharomyces cerevisiae* berfungsi untuk mengurangi bau selama proses pengomposan. Khamir juga menghasilkan enzim lipase yang dapat mendegradasi lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Media yang biasa digunakan untuk memproduksi khamir adalah tetes, garam ammonium, garam organik dan garam mineral lainnya.

(Arifin, 2005)

2.6 Bio-L

Bio-L merupakan stater, treatment, dan subtract yang di butuhkan mikroorganisme yang menguntungkan. Bio-L diperlukan untuk mempercepat proses pembusukan dan penguraian. Bio-L berbentuk serbuk putih keabu-abuan, terbuat dari bahan alami yang ramah lingkungan dan tidak mengandung bahab kimia berbahaya. Dengan Bio-L maka proses pembusukan dipercepat sehingga dengan waktu yang singkat bau akan lenyap.

Bio-L menghilangkan bau melalui proses penguraian oleh mikroorganisme sebagai berikut :

1. Mikroorganisme Amilolitik untuk menguraikan karbohidrat
2. Mikroorganisme Selulolitik untuk menguraikan karbohidrat rantai panjang (serat kasar)

3. Mikroorganisme Proteolitik untuk menguraikan protein
4. Mikroorganisme Fiksasi N untuk mengikat zat-zat beracun
5. Mengurangi populasi bakteri pembentuk hydrogen sulfide sehingga bias menghilangkan bau busuk.

2.7 Pengaruh Nitrogen dalam Pupuk Cair bagi Tanaman

Peranan nitrogen bagi tanaman adalah merangsang pertumbuhan vegetatif yaitu menambah tinggi tanaman, jumlah daun dan merangsang tumbuhnya anakan. Pemupukan dilakukan untuk mendapatkan hasil produksi daun yang baik sehingga pupuk yang diberikan sebaiknya mengandung nitrogen. Tanaman sawi umur genjah (*Brassica juncea L.*) dapat dipetik hasilnya setelah berumur 40 hari. Pertumbuhan yang baik dapat menghasilkan 100 kwintal daun/ha dengan jarak tanam 30 x 40 cm dan pemberian pupuk 60 kg N/ha atau 3 kwintal ZA/ha (Anonymous, 2008). Pemberian pupuk yang mengandung unsur N pada tanaman sawi akan meningkatkan produksi sawi. Berdasarkan penelitian Jusuf (2008) mengemukakan bahwa pemupukan N dari kompos daun gamal setara 4 ton/ha dengan kadar N sebesar 3,15 % pada tanaman sawi dapat meningkatkan jumlah daun sebesar 98 % dari kontrol. Selain itu ekstrak dari daun lamtoro yang mengandung kadar nitrogen sebesar 3,84 % dengan pemberian dosis 250 ml dapat menghasilkan bobot segar tanaman sawi tertinggi 2,29 g/tanaman (Palimbungan *et al.*, 2006).

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh karakter dari pupuk sebelum diaplikasikan pada tanaman. Pemupukan N pada tanaman dapat berupa pupuk cair yang diberikan dengan cara disemprotkan pada daun. Pada penelitian yang dilakukan oleh Setyarini (2007) mengemukakan bahwa pupuk cair yang sudah siap digunakan memiliki warna yang lebih gelap dengan ketajaman bau yang telah berkurang selain itu pupuk yang sudah siap diaplikasikan memiliki kisaran pH antara 6 – 8 dengan rasio C/N yang rendah (≤ 12). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Setyarini (2007) pada pemanfaatan pupuk cair dari limbah ikan dengan kadar nitrogen 0,26 % mendapatkan produksi pertumbuhan tanaman melon (*Cucumis melo L.*) terbaik pada perlakuan pemberian dosis normal (100 %) sebanyak 60 ml pada interval 7 kali

pemupukan selama 7 MST dengan jumlah daun 20,78 helai dengan peningkatan sebesar 67 % dari perlakuan tanpa pemberian pupuk cair (kontrol) serta menghasilkan buah yang agak keras. Hanolo (1997) mengemukakan bahwa pupuk dalam bentuk cair sangat mudah dan cepat dimanfaatkan oleh tanaman karena unsur-unsur didalamnya sudah terurai menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Selain itu ketersediaan N juga dipengaruhi oleh proses dekomposisi atau mineralisasi senyawa N dari bentuk kompleks menjadi lebih sederhana yaitu : aminisasi, amonifikasi & nitrifikasi (Hardjowigeno, 1995).

Pupuk cair lebih efektif diaplikasikan dengan cara penyemprotan pada daun. Hal ini dikarenakan ion NO_3^- dan NH_4^+ yang terkandung dalam N akan masuk melalui stomata pada saat terbuka. Penyerapan hara melalui stomata disebabkan oleh tekanan turgor pada proses defusi osmosis daun dimana sangat dipengaruhi oleh sinar matahari. Oleh karena itu penyemprotan sebaiknya dilakukan setelah ada sinar matahari namun penyemprotan sebaiknya dihentikan setelah sinar matahari sudah mulai terasa terik, karena sebagian unsur akan lebih banyak menguap bila matahari semakin panas (Yusuf, 2010). Unsur hara tersebut akan lebih mudah dan cepat dimanfaatkan dalam pembentukan klorofil pada proses fotosintesis. Hasil dari fotosintesis akan ditranslokasikan ke organ vegetatif tanaman untuk membentuk organ baru berupa daun maupun menambah tinggi tanaman. Seiring dengan bertambah tinggi dan banyaknya jumlah daun sawi juga akan meningkatkan bobot segar tanaman sawi.

2.8 Media Tanam

Media tanam menggunakan Alfisol pada polibag yang merupakan tanah mineral yang mengalami perkembangan lanjut, bertekstur liat, mempunyai kandungan bahan organik rendah reaksi tanah agak masam sampai alkalis dan kejenuhan basa lebih dari 35%. Alfisol pada umumnya berkembang dari batu kapur, olivin, tufa, dan lahar. Tanah ini mempunyai lapisan solum yang cukup tebal yaitu antara 90-200 cm, tetapi batas antara horizon tidak begitu jelas. Terdapat penimbunan

liat di horizon bawah (horison argilik), yang merupakan horison yang padat dan keras, sehingga sulit ditembus oleh perakaran tanaman (Munir, 1999).

Tanah Alfisol mempunyai keunggulan sifat fisika yang relatif bagus, tetapi tanah Alfisol umumnya miskin hara tanaman baik yang makro maupun mikro dan hanya kaya akan hara Ca dan Mg (Munir, 1999). Produktivitas lahan umumnya relatif rendah sebagai akibat kandungan humus yang sudah sangat rendah, terutama yang sudah cukup lama dimanfaatkan untuk budidaya tanaman pangan (Munir, 1999).

Rendahnya hasil diduga sebagai akibat rendahnya kadar humus dalam tanah, miskin hara N, P, K, S dan hara mikro serta terlalu tingginya kadar Ca dalam tanah. Kadar C organik yang rendah dan kadar Ca yang tinggi dapat menyebabkan mudah terfiksasinya hara P oleh Ca menjadi kalsium fosfat yang sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman (Brady, 1990).

Menurut Munir (1996) tanah Alfisol sebagian besar telah diusahakan untuk pertanian dan termasuk tanah yang subur meskipun demikian masih dijumpai kendala-kendala yang perlu mendapat perhatian dalam pengelolaannya.

Kendala-kendala tersebut antara lain:

1. Horison B argilik dapat mencegah distribusi akar yang baik pada tanah dengan horison B bertekstur berat yaitu merupakan horison illuviasi liat.
2. Pengelolaan yang intensif dapat menimbulkan penurunan bahan organik pada lapisan tanah atas.
3. Kemungkinan fiksasi kalium dan amonium mungkin terjadi karena adanya mineral illit.
4. Kemungkinan terjadi erosi untuk tanah yang berlereng.
5. Kandungan N, P dan K yang sedang sampai rendah dengan penggunaan lahan yang intensif untuk pertanian hortikultur.

2.9 Pemberian Pupuk Cair Organik Terhadap Tanaman

Pupuk organik bukan hanya berbentuk padat dapat berbentuk cair seperti pupuk anorganik. Pupuk cair sepertinya lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman karena unsur-unsur di dalamnya sudah terurai dan tidak dalam jumlah yang terlalu banyak

sehingga manfaatnya lebih cepat terasa. Bahan baku pupuk cair dapat berasal dari pupuk padat dengan perlakuan perendaman. Setelah beberapa minggu dan melalui beberapa perlakuan, air rendaman sudah dapat digunakan sebagai pupuk cair.

Penggunaan pupuk cair dapat memudahkan dan menghemat tenaga. Keuntungan pupuk cair antara lain :

1. Pengerjaan pemupukan akan lebih cepat
2. Penggunaannya sekaligus melakukan perlakuan penyiraman sehingga dapat menjaga kelembaban tanah
3. Aplikasinya bersama pestisida organik berfungsi sebagai pencegah dan pemberantas pengganggu tanaman.
4. Jenis tanaman pupuk hijau yang sering digunakan untuk pembuatan pupuk cair misalnya daun johar, gamal, dan lamtorogung (Jusuf, 2008).



III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, pada bulan Maret – April 2010. Pengambilan sampel tanah dilakukan di Desa Bocek Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Pembuatan pupuk organik cair dengan dilakukan di UPT (Unit Pelaksanaan Teknis) Kompos, analisis dasar tanah dan pupuk organik cair dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Jurusan Tanah dan Fisika Tanah, serta penanaman dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan pupuk cair adalah mesin pengaduk, plastik, drum, timbangan, sprayer. Sedangkan, pada uji laboratorium menggunakan alat labu Kjeldahl, alat destruksi, erlenmayer 125 ml, buret mikro, pengaduk (stirer).

3.2.2 Bahan

Pada penelitian pupuk cair ini bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah ikan yang diambil dari pasar ikan Sukun, pasar ikan Gadang dan pasar besar kota Malang. Bahan starter untuk mempercepat pembuatan pupuk cair adalah limbah ikan, Biolink-5, cairan molase, gula pasir, dan air bersih. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisa laboratorium yaitu H_2SO_4 pekat, H_2O murni, $NaOH$ 10%, H_3P_3 (Borat Acid), ethanol, dan H_2SO_4 0.01%

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan 12 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan. Untuk kombinasi perlakuannya dapat dilihat pada tabel 3. Denah perlakuan dapat dilihat pada lampiran 1 .

Perlakuan terdiri dari perlakuan dosis pada tiap pupuk yaitu :

B0 = Kontrol → Tanpa pemberian pupuk

B1 = Pupuk organik cair dari limbah ikan 50%

B2 = Pupuk organik cair dari limbah ikan 75%

B3 = Pupuk organik cair dari limbah ikan 100%

B4 = Pupuk Organik Cair Kombinasi 50%

B5 = Pupuk Organik Cair Kombinasi 75%

B6 = Pupuk Organik Cair Kombinasi 100%

Tabel 3. Kombinasi Perlakuan

No	Kode	Perlakuan	Dosis Per Polibag
1.	B0	Kontrol → Tanpa pemberian pupuk	0
2.	B1	Pupuk organik cair dari limbah ikan 50%	12,71 ml* (setara 89 kg N/ha)
3.	B2	Pupuk organik cair dari limbah ikan 75%	19,065 ml* (setara 133,5 kg N/ha)
4.	B3	Pupuk organik cair dari limbah ikan 100%	25,42 ml* (setara 178 kg N/ha)
5.	B4	Pupuk Organik Cair Kombinasi 50%	9,325 ml* (setara 89 kg N/ha)
6.	B5	Pupuk Organik Cair Kombinasi 75%	13,9875*ml (setara 133,5 kg N/ha)
7.	B6	Pupuk Organik Cair Kombinasi 100%	18,65* ml (setara 178 kg N/ha)

*) : Penyesuaian volume pupuk organik cair dengan menggunakan aquadest pada tiap perlakuan

Dosis yang digunakan berdasarkan pada perhitungan unsur hara yang akan dipenuhi atau kebutuhan Nitrogen untuk Alfisol dengan rumus (Syekhfani, 2004) :

$$\frac{A2 - B}{A1 - A2} = \frac{e - X}{X}$$

dimana :

U = Dosis unsur hara yang harus ditambahkan sesuai dengan keadaan kriteria yang diinginkan (kg/ha)

A1 = Kadar teratas kisaran U total kriteria tanah (%)

A2 = Kadar terbawah kisaran U total kriteria tanah (%)

B = Kadar U total tanah hasil pengamatan kadar kimia (%)

X = Nilai dosis kebutuhan U tanaman (kg/ha)

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pengambilan tanah

Contoh tanah diambil dari lahan jagung petani di Desa Bocek, Karangploso, Kabupaten Malang secara komposit pada kedalaman 0 - 20 cm (lapisan olah) karena pada kedalaman tersebut unsur hara masih tersedia bagi tanaman. Contoh tanah yang telah diambil dari lahan kemudian dikering udarakan serta dihaluskan dan diayak lolos ayakan 2 mm selanjutnya ditimbang setara 5 kg tanah kering oven (1 polibag = setara 5 kg tanah kering oven) dan dimasukkan kedalam polibag. Alfisol sebelum diperlakukan dengan penambahan bahan organik berupa kompos terlebih dahulu dilakukan analisis dasar. Macam- macam analisis dasar tanah dan metode yang digunakan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Macam Analisis Dasar Tanah dan Metode yang digunakan

No.	Macam Analisis Dasar	Metode atau Alat
1.	pH tanah	Glass Electrode
2.	C-Organik (%)	Walkey + Black
3.	N total (%)	Kjeldahl
4.	C/N	Perhitungan
5.	P-Tersedia (ppm)	Spectrophotometri
6.	K-Tersedia (me/100 g)	Flamefotometer
7.	KTK (me/100 g)	NH ₄ OAc pH7
8.	Kelas Tekstur Tanah	Pipet
9.	Berat Isi Tanah (g/cm ³)	Ring Volumetrik
10.	Kadar Air Tanah (%)	Gravimetri

3.4.2. Pembuatan Pupuk Organik Cair

Pupuk Organik Cair dilakukan dengan menghaluskan limbah ikan berupa sisa-sisa daging, sisik, kepala dan organ pencernaan ikan yang tidak dikonsumsi. Limbah ikan yang telah dihaluskan kemudian ditambah air dengan perbandingan 1 kg limbah ikan untuk 7 liter air.

Tahap selanjutnya dilakukan pada pupuk cair tersebut adalah sebagai berikut :

1. Penambahan larutan biolink-5 sebanyak 20 ml.
2. Penambahan gula pasir sebanyak 50 g untuk menambah energi bagi mikroba selama proses dekomposisi.
3. Inkubasi bahan yang telah dicampur selama 3 minggu. Pengomposan dengan bantuan Effective Mikroorganisme dapat mempercepat pengomposan 3-4 bulan menjadi 30-40 hari (Nita, 2007). Pengamatan yang dilakukan selama proses inkubasi meliputi pengamatan warna dengan munssel. Setelah 3 minggu pupuk dipanen dan dilakukan analisis kimia (Tabel 5).

Tabel 5. Analisis awal dan akhir pembuatan Pupuk Organik Cair

No.	Parameter	Metode atau Alat
1.	pH	Glass Elektrode
2.	C-org (%)	Walkey+Black
3.	N- Total (%)	Kjeldahl
4.	P-Total (%)	$\text{HNO}_3^- + \text{HClO}_4^-$
5.	K- Total (%)	$\text{HNO}_3^- + \text{HClO}_4^-$
6.	C/N	Perhitungan

Setelah pembuatan pupuk selesai kemudian dilakukan penghitungan prosentase endapan atau bahan padatan yang tidak terdekomposisi. Endapan dihitung dengan tahapan :

1. Menghomogenkan larutan pupuk organik cair dengan cara mengaduk sampai merata.
2. Larutan pupuk organik cair diambil 5 ml dan disaring dengan kertas whatman 42. Penyaringan ini dimaksudkan untuk memisahkan larutan cair dengan bahan padatan yang tidak terdekomposisi.
3. Bahan padatan yang tertinggal dikertas whatman 42 kemudian dioven 24 jam dengan suhu 65°C dan ditimbang.
4. Masa kering oven padatan dalam 5 ml larutan kemudian dikonversikan pada larutan pupuk seluruhnya sehingga didapatkan masa kering oven

padatan keseluruhan.

5. Prosentase padatan yang tidak terdekomposisi dihitung dari prosentase masa kering oven padatan keseluruhan dibagi masa kering oven bahan organik.

3.4.3. Persiapan Media Tanam

Persiapan media tanam pada penelitian ini adalah tanah dalam polibag yang diberikan air hingga mencapai kapasitas lapang. Persemaian benih tanaman menggunakan benih varietas caisim Bangkok karena benih ini dapat tumbuh pada dataran tinggi dan rendah. Perlakuan benih sebelum ditanam dilakukan perendaman ke dalam air untuk menghilangkan bahan pengawet yang menempel selama 24 jam. Kemudian benih dipilih menurut bentuk dan kualitasnya (benih yang mengendap setelah dilakukan perendaman). Persemaian benih sawi ditempatkan dalam baki plastik sampai tanaman berumur 7 hari.

3.4.4. Penanaman dan Pemupukan

Penanaman tanaman sawi dilakukan dengan mentransplanting tanaman sawi yang telah disemaikan. Pemilihan tanaman dilakukan dengan menyeleksi pertumbuhan tanaman yang terbaik dengan jumlah daun dan tinggi tanaman yang sama. Satu tanaman yang telah diseleksi kemudian dipindahkan pada setiap polibag.

Pemupukan awal dilakukan sebagai pupuk dasar yang diberikan sekali pada saat tanam dengan dosis rekomendasi untuk tanaman sawi yaitu KCl 50 kg/ha dan SP₁₈ 50 kg/ha. Pemberian pupuk selanjutnya menggunakan pupuk organik cair dengan dosis rekomendasi kebutuhan N tanaman sawi (60 kg/ha). Pada pemberian pupuk sebanyak 60 kg N/ha atau 300 kg ZA/ha, KCl 50 kg/ha dan SP₁₈ 50 kg/ha, tanaman sawi dapat menghasilkan bobot segar daun sebanyak 10 ton/ha dengan jarak tanam 30 x 40 cm (Anonymous, 2008). Aplikasi pupuk organik cair diberikan seminggu sekali melalui penyemprotan ke daun sampai merata.

3.4.5. Pemeliharaan dan Cara Pengamatan Tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan cara menjaga kondisi air tanah pada kondisi kapasitas lapang dengan menambahkan air sesuai jumlah air yang berkurang pada masing-masing polibag berdasarkan penimbangan yang dilakukan setiap hari. Sedangkan untuk pemberantasan hama dan penyakit dengan cara mekanik untuk menjaga kevalidan data.

Pengamatan yang dilakukan adalah pengamatan destruktif yang meliputi bobot segar, bobot kering dan N total sedangkan pengamatan non destruktif meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun (Tabel 6).

Tabel 6. Parameter Pengamatan Tanaman dan Metode Analisis

No	Parameter Tanaman	Waktu Pengamatan (MST)	Metode atau Alat
1.	Tinggi (cm)	2,4,6	Diukur dari permukaan tanah sampai pucuk daun tertinggi dengan menggunakan penggaris atau meteran
2.	Jumlah Daun (helai)	2,4,6	Dihitung jumlah daun yang telah terbuka sempurna
3.	Bobot segar (g) ➤ Tajuk ➤ Akar	6 (Panen)	Semua bagian tanaman ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik untuk memperoleh berat basah
4.	Bobot kering (g) ➤ Tajuk ➤ Akar	6 (Panen)	Semua bagian tanaman dioven pada suhu 65° selama 2x24 jam kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik
5.	Serapan N	6 (Panen)	Perhitungan
6.	N Total Tanaman ➤ Tajuk ➤ Akar	6 (Panen)	Kjeldahl

3.5 Analisis Statistik Data

Data yang diperoleh diuji secara statistik dengan menggunakan Anova RAL Sederhana dengan uji F (taraf 5%) untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Bila terdapat pengaruh antar perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Analisa Dasar Tanah Alfisol Karangploso Malang

Alfisol diambil di desa Bocek Karangploso Malang. Berdasarkan analisa dasar tanah, alfisol tersebut memiliki kadar C-Organik yang tergolong sedang yaitu 2,43%. Parameter pengamatan yang lain diantaranya kadar pH H₂O yang tergolong agak masam yaitu 6,21. Kadar P₂O₅, K, dan N berturut-turut yaitu 13,35ppm, 2,07me/100, dan 0,27cmol/kg dimana di kategorikan rendah, rendah, dan sedang. Tekstur tanah di kategorikan sebagai lempung berdebu dengan kadar pasir 18%, debu 70%, dan liat 12%. Berat isi tanah yaitu 1,073cm³/gram dan permeabilitas 0,00995cm/detik.

4.1.2 Analisis Pupuk Organik Cair

Pada analisa pupuk organik cair dari limbah ikan dan pupuk cair kombinasi terdapat hasil diantaranya sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil analisa pupuk organik cair

No.	Jenis Pupuk	pH	C – Organik (%)	N – Total (%)	C/N	N – Tersedia	
						NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
						ppm	
1.	POC Limbah Ikan	6,7	1,21	0,33	4	64,5	2580
2.	POC Kombinasi	7,3	0,84	0,45	4	71,2	1560

Kadar N – tersedia pada pupuk disebabkan adanya proses dekomposisi bakteri. Peran bakteri dalam merombak protein juga merupakan faktor yang menyebabkan tinggi rendahnya N – tersedia pada pupuk. Pada pupuk kombinasi memiliki kadar NO₃⁻ yang tinggi karena adanya asupan nutrisi terhadap bakteri yang berasal dari Bio-L. Dengan demikian, pada pupuk cair kombinasi tersebut terjadi proses nitrifikasi yang cukup tinggi. Proses nitrifikasi merupakan perubahan dari Amonium (NH₄⁺) menjadi nitrit kemudian menjadi nitrat (NO₃⁻) oleh bakteri Nitrobacter (Hardjowigeno,2003).

Tingkat efisiensi pupuk organik cair ini juga terdapat pada pengaplikasiannya. Yakni dengan menggunakan sistem perbandingan dosis pada pemberian pupuk organik cair tersebut. Perbandingan pada perlakuan dosis yakni dengan dosis 100%, 75%, dan 50%.

4.2 Pembahasan

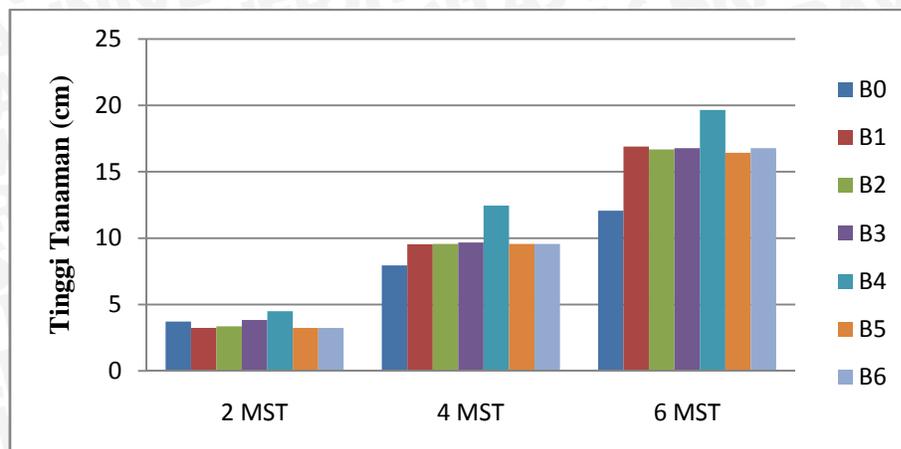
4.2.1 Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi

4.2.1.1 Tinggi Tanaman

Pertumbuhan tanaman sawi dapat ditunjukkan dengan tinggi tanaman. Pengukuran terhadap tinggi tanaman dilakukan pada 2, 4 dan 6 MST. Secara keseluruhan dari perlakuan pemberian pupuk organik cair memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman. Rerata tinggi tanaman terbaik terdapat pada perlakuan pupuk organik kombinasi pada 2 MST, 4 MST dan 6 MST adalah 4,49 ; 12,45cm dan 19,65 cm pada pupuk organik cair kombinasi dosis 50%. Sedangkan rerata tinggi tanaman terendah setelah panen (6MST) terdapat pada perlakuan tanpa pemberian pupuk (kontrol) yaitu 12,07 cm.

Tabel 8. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Tinggi Tanaman

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)		
	2 MST	4 MST	6 MST
Kontrol (B ₀)	3,71 ab	7,95 a	12,07 a
Pupuk Cair Ikan 50%	3,23 a	9,54 a	16,90 b
Pupuk Cair Ikan 75%	3,35 ab	9,56 a	16,68 c
Pupuk Cair Ikan 100%	3,84 b	9,67 b	16,78 c
Pupuk Cair Kombinasi 50%	4,49 b	12,45 b	19,65 c
Pupuk Cair Kombinasi 75%	3,24 bc	9,56 b	16,43 c
Pupuk Cair Kombinasi 100%	3,24 cd	9,56 b	16,78 c



Keterangan: B0: kontrol, B1: Ikan 50%, B2: Ikan 75%, B3: Ikan 100%, B4: Kombinasi 50%, B5: Kombinasi 75%, B6: Kombinasi 100%

Gambar 2. Diagram Batang pertumbuhan tinggi tanaman

Adanya perbedaan tinggi tanaman dipengaruhi oleh kemudahan tanaman dalam menyerap unsur hara N secara optimal. Asupan hara yang diserap tanaman berasal dari pupuk organik cair yang di aplikasikan pada daun. Pada perlakuan jenis pupuk sangat dipengaruhi oleh nisbah C/N dan kadar N tersedia sehingga pada perlakuan pupuk organik cair kombinasi limbah ikan dan Bio-L lebih mudah diserap oleh tanaman. Tjionger (2009) mengemukakan bahwa tanaman kubis, selada, sawi, kangkung dan bayam membutuhkan pupuk dengan nilai rasio C/N yang ≤ 12 sehingga akan lebih mudah diserap oleh tanaman yang difokuskan pada pembentukan daunnya. Selain itu jika ditinjau dari kadar N tersedia pada pupuk organik cair memiliki kadar NO_3^- dan NH_4^+ yang berbeda. Kadar NO_3^- pada pupuk organik cair kombinasi memiliki kadar tertinggi yaitu 71,2 ppm yang menyebabkan tanaman akan lebih cepat menyerap ion tersebut sebagai bahan untuk proses fotosintesis. Sedangkan kadar N tersedia pada kedua tanah menunjukkan kadar NO_3^- dan NH_4^+ yang berbeda. Meskipun hara N total yang diberikan pada tanaman dengan jumlah sama (60 kg N/ha) namun hasil pertumbuhan tinggi tanaman pada saat panen (6 MST) berbeda. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kadar N dari pupuk organik cair dapat dengan mudah diserap oleh tanaman dibanding dengan kadar N dari tanah.

Miflin (1974) mengemukakan bahwa ion NH_4^+ berikatan dengan partikel negatif dan relatif immobile sedangkan ion NO_3^- tidak dapat berikatan dengan

partikel tanah, sehingga langsung bergerak ke dalam zona epidermis daun dan perakaran untuk langsung diserap oleh tanaman. Menurut Harjadi (1989) unsur N dalam tanaman akan merangsang aktivitas jaringan meristem dengan semakin meningkatnya jumlah N yang diserap oleh tanaman, maka jaringan meristematik pada titik tumbuh batang semakin aktif sehingga tanaman akan tumbuh tinggi.

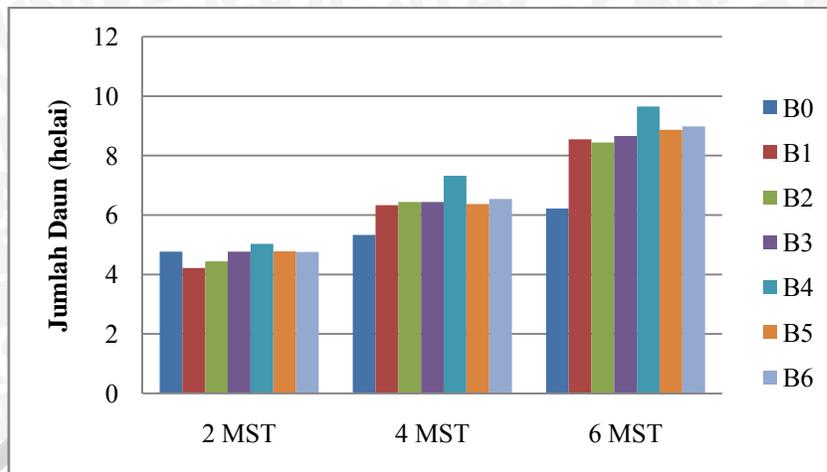
4.2.1.2 Jumlah Daun

Pengukuran jumlah daun dilakukan pada 2, 4 dan 6 MST. Rerata jumlah daun terbanyak pada masa pengamatan 2 MST, 4 MST dan 6 MST pada perlakuan pemberian pupuk organik cair kombinasi secara berturut-turut adalah 5,03 ; 7,32 dan 9,65 helai pada dosis 50%. Pemberian pupuk cair kombinasi memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap jumlah daun pada hasil produksi tanaman dibandingkan dengan pemberian pupuk organik cair limbah ikan. Pengaruh tersebut ditunjukkan dengan peningkatan jumlah daun yang mencapai 89,77 % sedangkan pada pupuk organik cair limbah ikan meningkatkan jumlah daun sebesar 35,89 %.

Tabel 9. . Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Jumlah Daun

Perlakuan	Jumlah daun (helai)		
	2 MST	4 MST	6 MST
Kontrol (B ₀)	4,77 b	5,33 a	6,22 a
Pupuk Cair Ikan 50%	4,22 a	6,33 b	8,55 b
Pupuk Cair Ikan 75%	4,44 ab	6,44 b	8,44 b
Pupuk Cair Ikan 100%	4,77 b	6,44 b	8,66 b
Pupuk Cair Kombinasi 50%	5,03 bc	7,32 bc	9,65 bc
Pupuk Cair Kombinasi 75%	4,78 c	6,37 c	8,87 c
Pupuk Cair Kombinasi 100%	4,76 c	6,54 c	8,98 c

Keterangan : Angka yang diberikan notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada dosis (Uji Duncan, p=5%)



Keterangan: B0: kontrol, B1: Ikan 50%, B2: Ikan 75%, B3: Ikan 100%, B4: Kombinasi: 50%, B5: Kombinasi 75%, B6: Kombinasi 100%

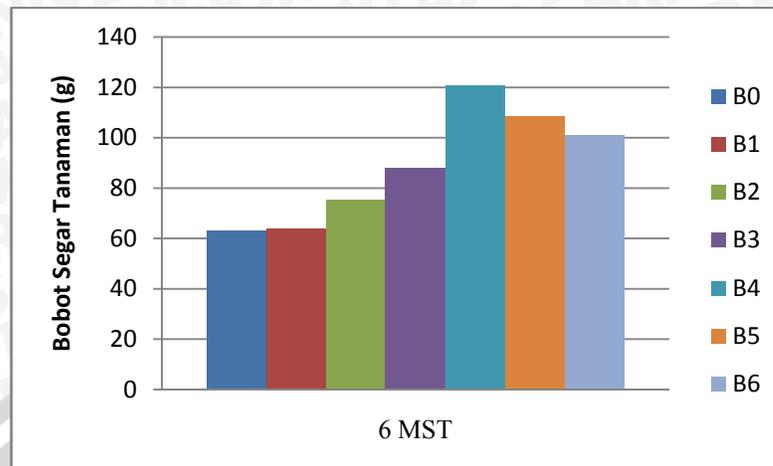
Gambar 3. Diagram batang pertumbuhan jumlah daun pada tanaman

Secara keseluruhan perlakuan pemberian pupuk organik cair kombinasi memberikan respon yang lebih positif dibanding dengan pupuk organik cair limbah ikan terhadap jumlah daun. Hal ini disebabkan kadar N tersedia dari pupuk organik cair kombinasi lebih mudah diserap oleh tanaman dengan karakter pupuk yang jernih, C/N rasio yang rendah, pH yang netral serta kadar NO_3^- yang lebih tinggi dibanding pupuk organik limbah ikan.

4.2.2 Pengaruh Perlakuan Terhadap Produksi Tanaman Sawi

4.2.2.1 Bobot Segar Tanaman Sawi

Pengukuran bobot segar tanaman dilakukan pada saat panen yaitu setelah tanaman berumur 6 MST. Penimbangan bobot segar tanaman dilakukan untuk mengetahui tingkat produksi tanaman sawi. Secara keseluruhan, seluruh pemberian pupuk cair yang berbeda dosis memberikan pengaruh yang besar terhadap bobot segar dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian pupuk (kontrol), dengan nilai rata-rata bobot segar adalah 87,74 g pada dosis 50% pupuk organik cair kombinasi. Sedangkan nilai rata-rata tanpa pemberian pupuk cair (kontrol) adalah 63,17 g. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan dosis pemberian pupuk cair berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap bobot segar tanaman sawi.



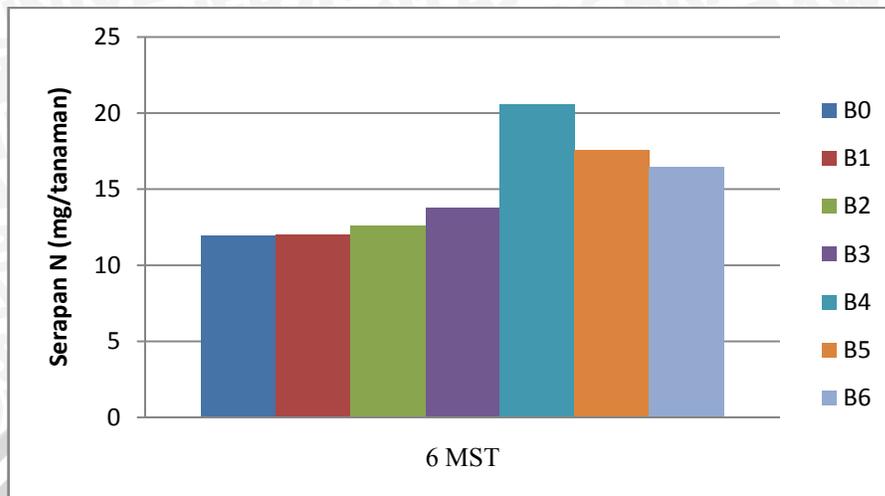
Keterangan: B0: kontrol, B1: Ikan 50%, B2: Ikan 75%, B3: Ikan 100%, B4: Kombinasi 50%, B5: Kombinasi 75%, B6: Kombinasi 100%

Gambar 4. Diagram Batang Bobot Segar tanaman sawi

Menurut Gardner *et al.*, (1985) berat basah tanaman umumnya sangat berfluktuasi, bergantung pada keadaan kelembaban tanaman. Bobot segar tanaman dipengaruhi oleh tinggi tanaman dan jumlah daun, semakin tinggi tanaman dan semakin banyak jumlah daunnya maka bobot segar tanaman akan semakin tinggi.

4.2.2.3 Serapan N Tanaman

Perhitungan serapan N dimaksudkan untuk mengetahui serapan unsur N oleh tanaman selama pertumbuhan. Serapan N diperoleh dari perhitungan bobot kering tanaman dikalikan dengan kadar N tanaman. Nilai rata-rata serapan N tanaman yang tertinggi adalah 20,59 mg/tanaman pada dosis 50% pupuk organik cair kombinasi, sedangkan nilai rata-rata tanpa pemberian pupuk (kontrol) adalah 11,91 mg/tanaman. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan dosis pemberian pupuk cair berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap serapan N tanaman sawi.



Keterangan: B0: kontrol, B1: Ikan 50%, B2: Ikan 75%, B3: Ikan 100%, B4: Kombinasi: 50%, B5: Kombinasi 75%, B6: Kombinasi 100%

Gambar 5. Diagram Batang Serapan N tanaman sawi

Penerapan pupuk cair melalui daun tanaman sawi dapat meningkatkan kadar N tanaman. Menurut Hanolo (1997) bahwa dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk cair melalui daun memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik daripada pemberian melalui tanah. Pupuk cair yang digunakan memiliki nisbah C/N lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya sehingga unsur N lebih mudah tersedia dan diserap oleh tanaman. Peningkatan pertumbuhan tanaman sawi juga diikuti dengan meningkatnya serapan N karena pertumbuhan tanaman berhubungan dengan serapan unsur hara. Nilai rerata serapan N, tinggi tanaman dan jumlah daun yang paling tertinggi adalah pada perlakuan pupuk cair kombinasi limbah ikan dan Bio-L dosis 50%. Hubungan tersebut ditunjukkan dengan hubungan yang positif yaitu untuk tinggi tanaman ($r = 0,927^{**}$) dan jumlah daun ($r = 0,819^{**}$) yang berarti bahwa peningkatan serapan N diikuti oleh pertumbuhan tanaman.

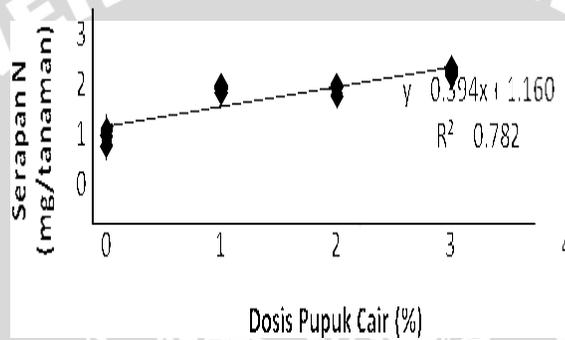
4.2.3 Korelasi Antara Ketersediaan N, Serapan N, Dan Pertumbuhan Tanaman Sawi

Hubungan antara serapan N dengan pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan pada tabel korelasi menunjukkan bahwa ada korelasi positif terhadap tinggi tanaman ($r = 0,922^{**}$), jumlah daun ($r = 0,943^{**}$), luas daun ($r = 0,920^{**}$), bobot segar tajuk ($r = 0,979^{**}$), bobot segar akar ($r = 0,742^{**}$), bobot kering tajuk ($r = 0,990^{**}$) dan bobot kering akar ($r = 0,742^{**}$). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan serapan N tanaman akan diikuti oleh peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar dan bobot kering tanaman. Keeratan hubungan antara bobot kering tajuk dengan serapan N menandakan bahwa bobot kering tanaman sangat dipengaruhi oleh serapan N tanaman, karena N pada tanaman berfungsi sebagai pembentuk protein dimana peningkatan persentase kadar N akan diikuti dengan 6,25 g kadar protein kasar, sehingga jumlah protein pada tanaman berekuivalen terhadap bobot kering tanaman. Apabila senyawa seperti klorofil terbentuk maka akan memudahkan tanaman untuk melakukan proses fotosintesis. Hasil dari fotosintesis akan ditranslokasikan ke organ vegetatif tanaman untuk membentuk organ baru seperti daun maupun menambah tinggi tanaman. Hal ini sejalan dengan pendapat Syekhfani (1997) bahwa nitrogen merupakan unsur yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan juga penyusun protein dan diperlukan dalam jumlah relatif banyak. Unsur hara N bagi tanaman dapat membantu proses fotosintesis karena memberi warna hijau pada daun atau klorofil. Hasil fotosintesis dapat didistribusikan kesemua bagian tanaman untuk pertumbuhan tanaman.

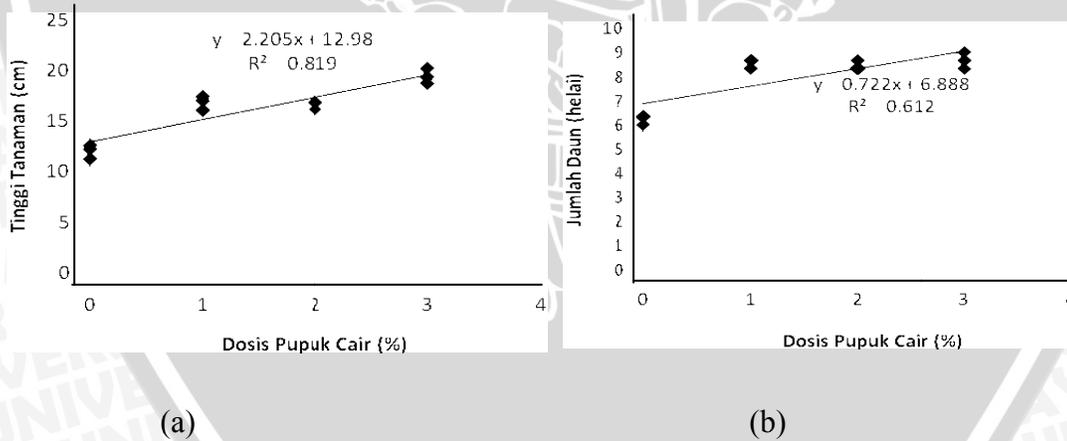
4.2.4 Pengaruh Dosis Pupuk Cair Organik Terhadap Serapan N Dan Pertumbuhan Tanaman Sawi

Dosis pemberian pupuk cair berhubungan erat dengan serapan unsur N dan pertumbuhan tanaman sawi. Adanya peningkatan dosis pemberian pupuk cair pada tanaman sawi maka diikuti dengan peningkatan serapan unsur N. Dari Gambar 5 dapat dilihat peningkatan dosis pemberian pupuk cair akan meningkatkan serapan unsur N ($R^2 = 0,782$) berarti variasi nilai peningkatan pemberian dosis pupuk cair berpengaruh terhadap serapan unsur N sebesar 87%. Guyot (1976) dalam Nugroho

(1998) menyatakan bahwa pemupukan nitrogen pada periode aktif tanaman (fase vegetatif) memungkinkan unsur N dapat diserap lebih banyak oleh tanaman. Sedangkan pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa perbedaan dosis pemberian pupuk cair mampu memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Peningkatan pemberian dosis pupuk cair akan meningkatkan tinggi tanaman ($R^2 = 0,819$), berarti variasi nilai peningkatan pemberian dosis pupuk cair berpengaruh terhadap tinggi tanaman sebesar 87% dan jumlah daun tanaman sawi ($R^2 = 0,612$) berarti variasi peningkatan pemberian dosis pupuk cair berpengaruh terhadap jumlah daun sebesar 71%.



Gambar 6. Pengaruh Dosis Pupuk Cair terhadap Serapan unsur N pada Tanaman Sawi



Gambar 7. Pengaruh Dosis Pupuk Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi
 (a) Tinggi Tanaman (b) Jumlah Daun

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemberian pupuk organik cair dari kombinasi limbah ikan dan Bio-L secara signifikan dapat meningkatkan serapan N dan produksi tanaman sawi. Rerata peningkatan serapan N mencapai 136,45% pada pupuk organik cair kombinasi dosis 50% dari perlakuan kontrol. Pada pertumbuhan dan produksi sawi meningkatkan tinggi tanaman 162,5 %, jumlah daun 125,54 %, bobot segar tanaman dan 12,30 % pupuk organik cair kombinasi limbah ikan dan Bio-L dari perlakuan kontrol. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kadar N tersedia dari pupuk organik cair kombinasi lebih mudah diserap oleh tanaman dengan karakter pupuk yang jernih, C/N rasio yang rendah, pH netral.
2. Pupuk organik cair dari limbah ikan kombinasi dengan Bio-L dapat dijadikan alternatif bagi para petani sebagai asupan hara pada tanaman sawi.

5.2 Saran

Dalam penelitian disarankan memperhitungkan pemberian air pada kapasitas lapang tanah secara tepat dengan memperhitungkan biomassa tanaman selama pertumbuhannya. Hal ini dikarenakan biomassa tanaman tidak termasuk berat tanah polibag saat penambahan air pada tiap harinya untuk mencapai kapasitas lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, 1989. **Reaksi Kimia Asam Malat dan Peranannya Sebagai Pencegah Keracunan Al pada Tanah-Tanah Masam**. Agrivita, 20 (1): 27-33.
- Anonymous. 2008. **Budidaya Sawi**. Available at http://tanikumaju.blogspot.com/2008_07_01_archive.html (Diakses 1 September 2009)
- Arifin, S. 2005. Pembuatan Kompos dari Limbah Padat Tapioka dengan Menggunakan Biolink-5. Skripsi. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. FTP. Universitas Brawijaya : Malang
- Arinong, R., Rukka, H dan Vibriana, L. 2008. **Pertumbuhan dan Produksi tanaman sawi dengan pemberian bokashi**. Jurnal Agrisistem vol. 4 no. 2
- Basuki, R., Anggit, S dan Saputra, W. 2009. **Pemanfaatan Sisa Limbah Cucian Ikan dan Beras sebagai Campuran Pembuatan Liquid Biofertilizer dalam Perangsang Pertumbuhan Vegetatif Tanaman dan Spesifikasi Cara Pemupukan**. PKM-P. FP. Universitas Brawijaya: Malang
- BPM (Badan Penanaman Modal). 2008. **Potensi Kabupaten Malang**. Available at http://www.bpm.go.id/instansi/Kab_Malang/index.cfm. (Diakses 22 juni 2009)
- Buckman H.O and Brady N.C.. 1990. **Ilmu Tanah**. (Edisi saduran dari The Nature and Properties of Soils terjemahan Soegiman). Bharata Karya Aksara : Jakarta
- Dorenbos, J., Plusje, M Smith., Vittenbogard and H.K. Van Der Wal. 1984. **Crop Water Requirement**. FAO Irrigation and Drainage Paper 24 Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, G.L. Mitchell. 1991. The Physiologi of Cultivated Plants (Fisiologi Tanaman Budidaya). Universitas Indonesia Press.
- Handoko, H. A, 2009. **Pemanfaatan Limbah Ikan untuk Pupuk Organik**. Available at <http://ppsdms.org/pemanfaatan-limbah-ikan-untuk-pupuk-organik.htm> (Diakses 15 Mei 2009).
- Hanolo, W. 1997. **Tanggapan Tanaman Selada dan Sawi Terhadap Dosis dan Cara Pemberian Pupuk Cair Stimulan**. Jurnal Agrotropika 1(1) : 25-29
- Hardjowigeno, S. 1995. **Ilmu Tanah**. Akademika Pressindo : Jakarta.

- Harjadi, S. 1989. **Pengantar Agronomi**. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Haryanti, Sri. 2009. **Optimalisasi Pembukaan Porus Stomata Daun Kedelai (*Glycine max (L) merril*) Pada Pagi Hari dan Sore**. Jurnal BIOMA, Juni 2009 Vol. 11, No. 1, Hal. 18-23. Jurusan Biologi FMIPA Undip
- Haryanto. 2003. **Sawi dan Selada**. Penebar Swadaya : Jakarta
- Jusuf, Lahadassy. 2008. **Pengaruh Kompos Daun Gamal terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi** . Jurnal Agrisistem, Juni 2008, Vol. 4 No. 1. Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Gowa.
- Makmur, Febrianingsih. 2009. **Pengaruh Dosis dan Frekuensi Pemberian Pupuk Cair Terhadap Serapan Unsur N serta Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) pada Entisol. Skripsi**. Jurusan Tanah. FP. Universitas Brawijaya: Malang
- Miflin, B.J. 1974. **The Location of Nitrate Reductase and other Enzymes Related to Amino Acid Biosynthesis in the Plastids of Roots and Leaves**. Plant/Physiol.54:550–555. Available at <http://anastaciaintan.wordpress.com/2009/05/01/> (Diakses 15 Desember 2009).
- Munir, M. 1999. **Tanah-tanah Utama di Indonesia**. Pustaka Jaya : Jakarta
- Nita, Wayan. 2007. **Tehnologi Effective Mikroorganisme**. Available at <http://petanidesa.wordpress.com/2007/02/03/cara-membuat-pupuk-cairorganik.htm> (Diakses 15 Mei 2009)
- Nopriani, L.S. 2004. **Unsur Hara Dalam Tanah**. Jurusan Tanah. FP. Universitas Brawijaya: Malang
- Novizan. 2005. **Petunjuk Pemupukan yang efektif**. PT Agromedia Pustaka: Depok
- Palimbungan, Nataniel., Labatar, Robert dan Hamzah., Faizal. 2006. **Pengaruh Ekstrak Daun Lamtoro sebagai Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi**. Jurnal Agrisistem, Desember 2006, Vol 2 Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Gowa
- Phrimantoro, 1995. **Pupuk Organik Untuk Produksi Pertanian**. Bogor. Available in <file:///F:/ngenet%20skripsi/Nuansa%20Persada%20Online%20%20Pupuk%20Organik%20Untuk%20Produksi%20Pertanian.htm>
- Rab, T. 1997. **Tehnologi Hasil Perairan**. Universitas Islam Riau Press: Pekanbaru

Rahmawati, Linda. 2008. **Pengaruh Pemberian Kompos dan Pupuk N terhadap Beberapa Sifat Fisik Tanah dan Pertumbuhan serta Produksi Tanaman Sawi pada Inceptisol**. Skripsi. Jurusan Tanah. FP. Universitas Brawijaya: Malang

Ridwansyah. 2002. **Pengaruh Konsentrasi Hidrogen Peroksida dan Lama Perendaman terhadap Mutu Ikan**. Skripsi Jurusan Tehnologi Pertanian Fakultas Pertanian USU. Sumatra Utara.

Rizqiani, N., Ambarwati, Erlina dan Widya, Nasih. 2007. **Pengaruh Dosis dan Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Buncis (*Phaseolus vulgaris*L.) Dataran Rendah**. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol. 7 No.1 (2007) p: 43-53 Fakultas Pertanian UGM

Rukmana, R. 1994. **Bertanam Petsai dan Sawi**. Kanisius : Yogyakarta

Santoso, B. 1986. Sifat dan Ciri Andosol. Universitas Brawijaya, Fakultas Pertanian. Malang

Sasmita, Guna. 1992. **Pengaruh Pemberian Urine Sapi dan Kombinasinya dengan Pupuk Hayati terhadap Ketersediaan N dan Serapan Hara N, P Pertumbuhan serta Hasil Sawi pada Andisol**. Skripsi. Jurusan tanah. FP. Universitas Brawijaya : Malang

Styarini, Dian. 2007. **Kajian Limbah Ikan sebagai Pupuk Organik Cair pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.)**. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian. FP. Universitas Brawijaya: Malang

Sunarman dan Murniyati, A. S. 2000. **Pendinginan, Pembekuan dan Pengawetan Ikan**. Kanisius: Yogyakarta

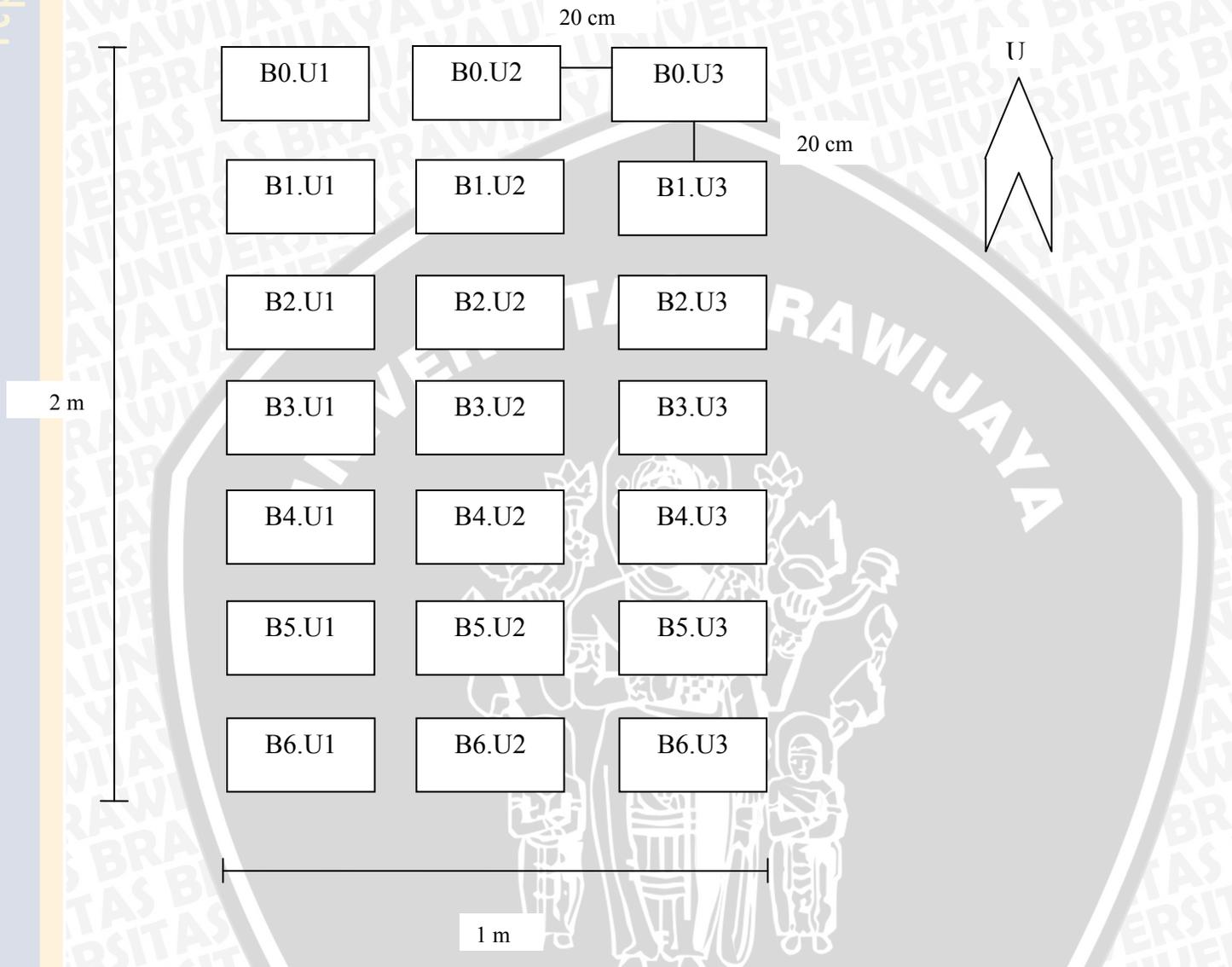
Syekhfani. 2004. **Penentuan Dosis Pupuk Organik**. Program Studi Ilmu Tanaman Pascasarjana Universitas Brawijaya ;Malang

Tjonger. 2009. **Pentingnya Menjaga Keseimbangan Unsur Hara Makro dan Mikro untuk Tanaman**. <http://www.tanindo.com/abdi12/hal1501.htm>(Diakses 12 Desember 2009)

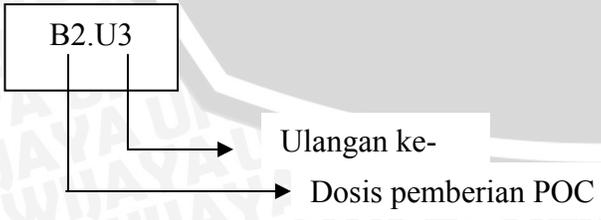
Wijaya. 2006. **Manfaat dan Kandungan Ikan Laut**. Jurnal Perikanan Laut 5(95):9-18.

Yusuf, Tohari. 2010. **Pemupukan Daun (*Foliar*)**. Available at <http://id.wordpress.com/tag/pemupukan-lewat-daun/> (Diakses 22 Februari 2009)

Lampiran 1. Denah Petak Perlakuan



Keterangan :



Penempatan polibag tiap hari dilakukan pengacakan bebas.

Lampiran 2. Pertumbuhan tanaman sawi dalam percobaan rumah kaca

Tanaman Sawi Pada 6 MST



B0 (Kontrol)



B1 (Limbah Ikan 50%)



B2 (Limbah Ikan 75%)



B3 (Limbah Ikan 100%)



B4 (Kombinasi 50%)



B5 (Kombinasi 75%)

Lampiran 3. Gambar Analisa Laboratorium

Analisa serapan N



Penimbangan berat basah



di oven



Penimbangan berat kering oven



Proses Pembakaran



Penambahan Borat



Proses Kjeldhal

Lampiran 4. Perhitungan Dasar Dosis Penambahan Bahan Organik dalam Penelitian

- Alfisol
- Diketahui :
 N total tanah = 0,18% (rendah)
 Kategori status N sedang = 0,21-0,5%
 Dosis rekomendasi untuk tanaman sawi = 60 kg N/ha
- Penentuan dosis unsur hara yang akan dipenuhi dengan menggunakan rumus

$$\frac{A2 - B}{A1 - A2} = \frac{U - X}{X}$$

$$\frac{0,21 - 0,18}{0,5 - 0,21} = \frac{U - 60}{60}$$

$$N = 66 \text{ kg N/ha}$$

Keterangan :

- U = Dosis unsur hara yang harus ditambahkan sesuai dengan keadaan kriteria yang diinginkan (kg/ha)
- A1 = Kadar teratas kisaran U total kriteria tanah (%)
- A2 = Kadar terbawah kisaran U total kriteria tanah (%)
- B = Kadar U total tanah hasil pengamatan kadar kimia (%)
- X = Nilai dosis kebutuhan U tanaman (kg/ha)

Lampiran 5. Perhitungan penambahan pupuk organik cair dalam penelitian

➤ Alfisol

Kedalaman tanah yang diambil = 20 cm

Berat isi tanah = $1,18 \text{ g/cm}^3$

Berat HLO = $10^8 \text{ cm}^2 \times \text{BI} \times 20 \text{ cm}$

$$= 10^8 \text{ cm}^2 \times 1,18 \text{ g/cm}^3 \times 20 \text{ cm}$$

$$= 2,36 \times 10^9 \text{ g}$$

$$= 2,36 \times 10^6 \text{ kg}$$

Untuk jumlah N bahan organik yang diberikan setara dengan 66 kg N/ha

- Pupuk organik cair ikan kadar N = 0,33%

Konversi dalam gram =

Kebutuhan 66 kg N/ha dalam pupuk organik cair :

$$= \frac{100}{0,33} \times 66 \text{ kg N/ha}$$

$$= \text{BJ pupuk organik cair}$$

$$= 20000 \text{ l pupuk organik cair/ha}$$

$$\text{Dosis Pupuk Organik Cair per polibag} = \frac{3 \text{ kg}}{2,36 \times 10^6 \text{ kg/ha}} \times 20000 \text{ l/ha}$$

$$= 25,42 \text{ ml pupuk organik cair/polibag}$$

Perlakuan pupuk organic cair per polibag

➤ 100% = 25,42 ml / polibag (setara 20000 L/ha)

➤ 50% Pupuk organik cair = $\frac{50}{100} \times 25,42 \text{ ml/polibag}$

$$= 12,71 \text{ ml/polibag (setara 10000 L/ha)}$$

➤ 75% Pupuk organik cair = $\frac{75}{100} \times 25,42 \text{ ml/polibag}$

$$= 19,065 \text{ ml/polibag (setara 15000 L/ha)}$$

➤ 125% Pupuk organik cair = $\frac{125}{100} \times 25,42 \text{ ml/polibag}$

$$= 31,775 \text{ ml/polibag (setara 25000 L/ha)}$$

- Pupuk organik cair kombinasi limbah ikan dan Bio-L kadar N = 0,45%

Konversi dalam gram =

Kebutuhan 66 kg N/ha dalam pupuk organik cair :

$$= \frac{100}{0,45} \times 66 \text{ kg N/ha}$$

$$= \frac{\text{BJ pupuk organik cair}}{\text{BJ pupuk organik cair}}$$

$$= 14666,66 \text{ l pupuk organik cair/ha}$$

Dosis Pupuk Organik Cair per polibag = $\frac{3 \text{ kg}}{2,36 \times 10^6 \text{ kg/ha}} \times 14666,66 \text{ l/ha}$

$$= 18,65 \text{ ml pupuk organik cair/polibag}$$

Perlakuan pupuk organik cair per polibag

- 100% = 18,65 ml / polibag (setara 20000 L/ha)
- 50% Pupuk organik cair = $\frac{50}{100} \times 18,65 \text{ ml/polibag}$
= 9,325 ml/polibag (setara 10000 L/ha)
- 75% Pupuk organik cair = $\frac{75}{100} \times 18,65 \text{ ml/polibag}$
= 13,9875 ml/polibag (setara 15000 L/ha)
- 125% Pupuk organik cair = $\frac{125}{100} \times 18,65 \text{ ml/polibag}$
= 23,3125 ml/polibag (setara 25000 L/ha)

Lampiran 6. Dosis pupuk dasar

Kedalaman tanah yang diambil = 20 cm

Berat isi tanah = 1,26 g/cm³

$$\begin{aligned}\text{Berat HLO} &= 10^8 \text{ cm}^2 \times \text{BI} \times 20 \text{ cm} \\ &= 10^8 \text{ cm}^2 \times 1,26 \text{ g/cm}^3 \times 20 \text{ cm} \\ &= 2,52 \times 10^9 \text{ g} \\ &= 2,52 \times 10^6 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan KCl/ha} &= \frac{100}{50} \times \frac{94}{78} \times 50 \text{ kg K/ha} \\ &= 120,512 \text{ kg KCl/ha}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan KCl/polibag} &= \frac{3 \text{ kg}}{2,52 \times 10^6} \times 120,512 \text{ kg KCl/ha} \\ &= 0,9564 \text{ g KCl/polibag}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan SP}_{18} \text{ /ha} &= \frac{100}{18} \times \frac{142}{62} \times 50 \text{ kg P/ha} \\ &= 318,354 \text{ kg SP}_{18} \text{ /ha}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan SP}_{18} \text{ /polibag} &= \frac{3 \text{ kg}}{2,52 \times 10^6} \times 318,354 \text{ kg SP}_{18} \text{ /ha} \\ &= 0,25 \text{ g SP}_{18} \text{ /polibag}\end{aligned}$$

Lampiran 7. Perhitungan kebutuhan air pada kapasitas lapang per 3 kg tanah

Kode	BB + K (g)	BO +K (g)	K atau R (g)	BB (g)	BO (g)
KA KU	236,84	227,3	115,02	121,82	112,28
KA KL	254,82	227,3	115,02	139,8	112,28

$$\begin{aligned}
 \text{KA KU} &= \frac{BKU-BKO}{BKO} \times 100\% \\
 &= \frac{121,82-112,28}{112,28} \times 100\% \\
 &= 8,49 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KA KL} &= \frac{BKU-BKO}{BKO} \times 100\% \\
 &= \frac{139,8-112,28}{112,38} \times 100\% \\
 &= 24,51 \%
 \end{aligned}$$

Tanah setara 3 kg tanah :

$$\begin{aligned}
 \text{KA KU} &= \frac{BKU-BKO}{BKO} \times 100\% \\
 41,98 \text{ kg} &= 100 \text{ BKU} - 200 \text{ kg} \\
 \text{BKU} &= 3,16 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KA KL} &= \frac{BKU-BKO}{BKO} \times 100\% \\
 49,02 \text{ kg} &= 100 \text{ BKL} - 200 \text{ kg} \\
 \text{BKL} &= 3,49 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah air yang harus ditambahkan} &= \text{BKL}-\text{BKU} \\
 &= 3,49 \text{ kg} - 3,16 \text{ kg} \\
 &= 0,3302 \text{ kg} = 330,2 \text{ ml/polibag}
 \end{aligned}$$

Lampiran 8. Hasil analisa sifat kimia dan fisik tanah Alfisol Karangploso Kab. Malang

No	Parameter	Nilai	Kriteria
1	pH (H ₂ O)	6.21	Sedang
2	C-Organik (%)	2.43	sedang
3	P – Tersedia (ppm)	13.36	Rendah
4	K – Tersedia (me/100g)	2.07	Rendah
5	N – Total (%)	0.27	sedang
6	N – Tersedia (ppm)		
	- NH ⁴⁺	20,68	
	- NO ₃ ⁻	17,73	
7	C/N ratio	9	Rendah
8	Tekstur tanah (%)		lempung berdebu
	Pasir	18	-
	Debu	70	-
	Liat	12	-
9	Berat isi (cm ³ /gram)	1.073	-
10	Permeabilitas (cm/detik)	0.00995	-

Keterangan:

* = Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah (LPT, 1983)

Lampiran 9. Hasil analisa kimia Pupuk Organik Cair

No.	Jenis Pupuk	pH	C – Organik (%)	N – Total (%)	C/N	N – Tersedia	
						NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
1.	POC Limbah Ikan	6,7	1,215	0,33	4	64,5	2580
2.	POC Kombinasi	7,3	0,843	0,45	4	71,2	1560

Perhitungan BI dan Pupuk Organik Cair

$$\begin{aligned}
 BI &= \frac{Mp}{Vt} \\
 &= \frac{Bb \text{ total}/1 + Ka}{Vol} \\
 &= \frac{121,46/1 + 0,28}{68,06} \\
 &= 1,394 \text{ g.cm}^{-3}
 \end{aligned}$$

1. Perhitungan Limbah

$$\begin{aligned}
 \text{Berat 1 HLO} &= \text{luasan hektar} \times \text{kedalaman olah} \times BI \\
 &= 1.10^8 \times 20 \times 1,394 \\
 &= 2,788 \times 10^6 \text{ kg.ha}^{-1}
 \end{aligned}$$

Pupuk Organik Cair Limbah Ikan dan Bio-L

Kandungan N dalam pupuk kombinasi rendaman = 0,45%

Konversi dalam liter :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan 150 kg N/ha dalam rendaman} &= \frac{100}{0,45} \times 150 \text{ kg/ha} \\
 &= \frac{185185.185}{1 \text{ g.ml}^{-1}} \\
 &= 185185.185 \text{ l/ha}
 \end{aligned}$$

$$\text{Dosis limbah per polibag} = \frac{5 \text{ kg}}{2,788 \times 10^6} \times 185185.185 = 0.332 \text{ l/polibag}$$

Lampiran 10. Pengaruh Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Pengaruh Dosis Pemberian Pupuk Cair Terhadap Tinggi Tanaman

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)		
	2 MST	4 MST	6 MST
Kontrol (B ₀)	3,71 ab	7,95 a	12,07 a
Pupuk Cair Ikan 50%	3,23 a	9,54 a	16,90 b
Pupuk Cair Ikan 75%	3,35 ab	9,56 a	16,68 c
Pupuk Cair Ikan 100%	3,84 b	9,67 b	16,78 c
Pupuk Cair Kombinasi 50%	4,49 b	12,45 b	19,65 c
Pupuk Cair Kombinasi 75%	3,24 bc	9,56 b	16,43 c
Pupuk Cair Kombinasi 100%	3,24 cd	9,56 b	16,78 c

Pengaruh Dosis Pemberian Pupuk Cair Terhadap Jumlah Daun

Perlakuan	Jumlah daun (helai)		
	2 MST	4 MST	6 MST
Kontrol (B ₀)	4,77 b	5,33 a	6,22 a
Pupuk Cair Ikan 50%	4,22 a	6,33 b	8,55 b
Pupuk Cair Ikan 75%	4,44 ab	6,44 b	8,44 b
Pupuk Cair Ikan 100%	4,77 b	6,44 b	8,66 b
Pupuk Cair Kombinasi 50%	5,03 bc	7,32 bc	9,65 bc
Pupuk Cair Kombinasi 75%	4,78 c	6,37 c	8,87 c
Pupuk Cair Kombinasi 100%	4,76 c	6,54 c	8,98 c

Lampiran 11. Hasil Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Bobot Segar Tanaman Sawi

Pengamatan	SK	JK	db	KT	F Hit	F tabel
2 mst	Tanah (A)	0.802	1	0.802	15.74**	4.75
	BO (X)	0.046	2	0.023	0.46 ^{tn}	3.88
	A*X	0.027	2	0.013	0.26 ^{tn}	3.88
	Galat	0.611	12	0.050		
	Total	5.987				
4 mst	Tanah (A)	2255.680	1	2255.680	186.00**	4.75
	BO (X)	390.771	2	195.385	16.11**	3.88
	A*X	389.612	2	194.806	16.06**	3.88
	Galat	145.525	12	12.127		
	Total	5859.246	18			
6 mst	Tanah (A)	15482.720	1	15482.72	330.54**	4.75
	BO (X)	3167.264	2	1583.632	33.80**	3.88
	A*X	2357.216	2	1178.608	25.16**	3.88
	Galat	562.087	12	46.840		
	Total	50819.837	18			

Keterangan : ** : Beda Nyata; tn: Tidak Beda Nyata SK : Sumber Keragaman; JK: Jumlah Kwadrat; db: Derajat Bebas; KT : Kwadrat Tengah; mst : Minggu Setelah Tanam

Lampiran 12. Hasil Analisis Sidik Ragam (ANOVA) Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Serapan N Tanaman Sawi

Pengamatan	SK	JK	db	KT	F Hit	F tabel
2 mst	Tanah (A)	0.003	1	0.003	60.11**	4.75
	BO (X)	0.002	2	0.001	22.24**	3.88
	A*X	0.001	2	0.000	15.75**	3.88
	Galat	0.000	12			
	Total	0.015	18			
4 mst	Tanah (A)	3.494	1	3.494	56.32**	4.75
	BO (X)	1.619	2	0.809	13.047**	3.88
	A*X	1.554	2	0.777	12.53**	3.88
	Galat	0.744	12	0.062		
	Total	11.372	18			
6 mst	Tanah (A)	125.663	1	125.663	117.1**	4.75
	BO (X)	79.687	2	39.843	37.13**	3.88
	A*X	80.510	2	40.255	37.51**	3.88
	Galat	12.877	12	1.073		
	Total	451.376	18			

Keterangan : ** : Beda Nyata; tn: Tidak Beda Nyata SK : Sumber Keragaman; JK: Jumlah Kwadrat; db: Derajat Bebas; KT : Kwadrat Tengah; mst : Minggu Setelah Tanam

Lampiran 13. Korelasi Antar Parameter

Parameter Tanaman	Frekwensi	Dosis	Serapan N	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	Luas Daun	Bobot Segar Tajuk	Bobot Kering Tajuk
Frekwensi	1							
Dosis	0.000	1						
Serapan N	-0.045	0.827 **	1					
Tinggi Tanaman	-0.30	0.707 **	0.922 **	1				
Jumlah Daun	0.020	0.840 **	0.943 **	0.935 **	1			
Luas Daun	0.141	0.523 **	0.920 **	0.883 **	0.935 **	1		
Bobot Segar Tajuk	-0.027	0.831 **	0.979 **	0.917 **	0.936 **	0.917 **	1	
Bobot Kering Tajuk	0.027	0.837 **	0.990 **	0.922 **	0.936 **	0.933 **	0.974 **	1

Keterangan :

*) : signifikan pada level 5%

**): signifikan pada level 1%

