

TA/TL/2012/0411

TUGAS AKHIR

**ANALISA KANDUNGAN UNSUR HARA MAKRO
DAN LOGAM BERAT PADA PUPUK ORGANIK,
BERBAHAN DASAR LUMPUR IPAL DOMESTIK
DENGAN PENAMBAHAN ASAM HUMATE**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



RAGIL BUDI RAHARJA

07 513 024

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2011

TUGAS AKHIR

ANALISA KANDUNGAN UNSUR HARA MAKRO DAN LOGAM BERAT PADA PUPUK ORGANIK, BERBAHAN DASAR LUMPUR IPAL DOMESTIK DENGAN PENAMBAHAN ASAM HUMATE

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan

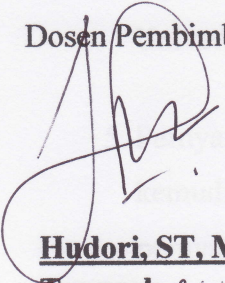


Disusun Oleh:
Ragil Budi Raharja
07 513 024

Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Hudori, ST, MT

Tanggal: 2/1 2012


Awaluddin Nurmiyanto, ST

Tanggal: 4/1 2012

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII



Lugman Hakim, ST, M.Si.

Tanggal: 5/1 2012

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*)
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 1 Januari 2012

Yang membua:



RAGIL BUDI RAHARJA

NIM: 07 513 024

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji adalah milik Allah SWT.

*Kita memuji, memohon pertolongan dan memohon
ampun kepada-Nya.*

Sepenuh Hati Kupersembahkan

Karya ini Kepada...

Kedua Orangtua Ku Tercinta

Bapak dan Ibu

Kasijat dan Manisah

*Terima kasih sedalam-dalamnya yang telah sepenuh jiwa raga dan pengorbanan dalam
mendidik dan membesarkan, mendoakan dengan cinta dan kasih sayang*

Kakak – Kakak Ku Tersayang

*Selalu mendukung apapun yang membangun saya baik secara langsung maupun tidak
langsung, Saya sayang kalian*

Seseorang yang selalu memberi dukungan dan semangat

*Makasih atas bantuannya selama ini, buat nemenin selama perjalanan panjang dalam
menimba ilmu dalam perkuliahan*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, Sang Pencipta alam semesta, Pemilik dari nama-nama yang paling indah. Dengan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Kandungan Unsur Hara Makro Dan Logam Berat Pada Pupuk Organik, Berbahan Dasar Lumpur IPAL Domestik Dengan Penambahan Asam Humate” dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk dapat menyelesaikan Program Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan tugas akhir ini, tidak lepas dari motivasi dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penyusun mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada:

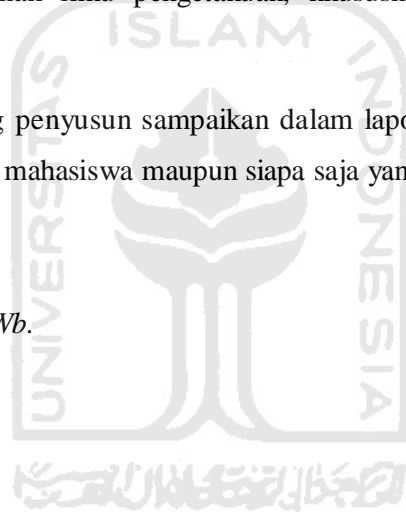
1. Kepada Bapak dan Ibu tercinta dan tersayang atas doa, dukungan, nasehat, cinta dan kasih sayangmu yang tulus. Selalu memberikan motivasi ketika anaknya dalam perasaan gundah. Serta kakak-kakakku tersayang yang selalu mendukung apapun yang membangun.
2. Bapak Luqman Hakim, ST, M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia yang banyak memberikan inspirasi dalam segala hal.
3. Bapak Hudori, ST, MT selaku dosen pembimbing I atas arahan dan bimbingannya serta koreksi selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Awaluddin Nurmiyanto, ST, selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga serta dalam penelitian ini.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Lingkungan. Universitas Islam Indonesia.
6. Mas Agus Adi Prananto, SP yang telah membantu dalam pengurusan semua persyaratan dan dokumen-dokumen.

7. Bapak Tasyono , ST dan Mas Iwan Ardiyanta, ST yang telah membantu dan membimbing penyusun dalam pelaksanaan tugas akhir di Laboratorium.
8. Kawan-kawan dan sahabat Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan dukungan dan bantuannya.
9. Semua pihak yang telah membantu penyusun dan berperan dalam tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Kami menyadari dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, namun kami berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan memperkaya khasanah ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Lingkungan.

Semoga apa yang penyusun sampaikan dalam laporan ini dapat berguna bagi penulis, rekan-rekan mahasiswa maupun siapa saja yang membutuhkannya.

Wassalamualaikum. Wr.Wb.



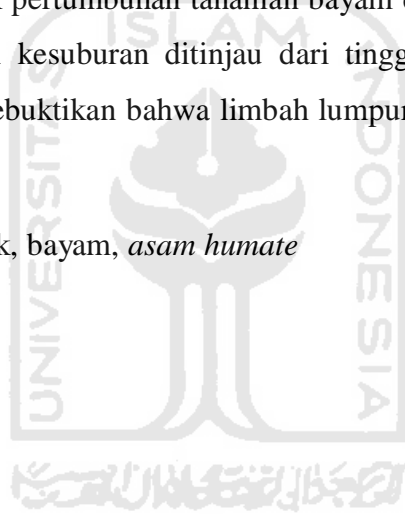
Yogyakarta, 1 Januari 2012

Penyusun

Abstraksi

Lumpur hasil pengolahan limbah domestik merupakan limbah yang sebagian besar belum terolah sampai saat ini. Limbah lumpur IPAL Sewon pada *sludge drying bed* yang dibiarkan dapat berpotensi menyebabkan permasalahan lingkungan, vektor penyakit, mengganggu pemandangan, dan menimbulkan bau. Dengan dasar limbah lumpur IPAL domestik yang kaya akan zat organik, penelitian ini dilakukan untuk mencari jalan keluar permasalahan tersebut dengan memanfaatkan lumpur sebagai pupuk organik dengan penambahan *asam humate* (*Humagrow*) dan di uji pada tanaman bayam (*Amaranthus sp.*). Penambahan *asam humate* dibagi menjadi beberapa variasi menurut berat yaitu 1:100, 1:125, 1:150 dan dilakukan pematangan terlebih dahulu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keseluruhan variasi tersebut layak sebagai pupuk organik dengan mengacu peraturan yang ada. Untuk pertumbuhan tanaman bayam dengan menggunakan variasi pupuk organik tersebut mengalami kesuburan ditinjau dari tinggi tanaman, lebar daun, dan jumlah daun. Penelitian ini telah membuktikan bahwa limbah lumpur dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik.

Kata Kunci : lumpur, pupuk organik, bayam, *asam humate*



DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan

Halaman Persembahan

Kata Pengantar

Abstraksi

Daftar Isi

Daftar Tabel

Daftar Gambar

Bab I	Pendahuluan	1
I.1	Latar Belakang	1
I.2	Perumusan Masalah	3
I.3	Tujuan Penelitian	3
I.4	Manfaat Penelitian	3
I.5	Batasan Masalah	4
Bab II	Tinjauan Pustaka	6
II.1	Limbah.....	6
II.2	Limbah Lumpur (<i>Biosolids</i>).....	6
	II.2.1 Sumber Lumpur	7
II.3	Pupuk.....	8
	II.3.1 Pupuk Organik	9
	II.3.2 Pupuk Anorganik	10
II.4	Proses Pembuatan Pupuk	11
	II.4.1 Metode Maturasi (Pematangan)	11
	II.4.2 Metode Pengomposan (<i>Composting</i>)	11
II.5	Asam Humus (<i>Humic Acid</i>).....	15
	II.5.1 Pembentukan dan Karakteristik Asam Humus/ <i>Asam Humate</i>	16

	II.5.2 Pengaruh dan Fungsi <i>Asam Humate</i>	17
	II.5.3 <i>Humagrow</i>	18
	II.5.4 Komposisi dan Bahan.....	18
	II.5.5 Manfaat <i>Humagrow</i>	19
II.6	Unsur Hara Tanaman.....	19
II.7	Logam Berat	22
	II.7.1 Timbal (Pb)	23
	II.7.2 Kadmium (Cd)	25
II.8	Bayam (<i>Amaranthus sp.</i>).....	26
	II.8.1 Morfologi Bayam	26
	II.8.2 Jenis Bayam	27
	II.8.3 Bayam Cabut (<i>Amaranthus tricolor</i>)	27
II.9	Landasan Perbandingan Komposisi Pupuk	27
II.10	Landasan Perbandingan Media Tanam	28
Bab III	Metode Penelitian	29
III.1	Lokasi Penelitian	29
III.2	Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian.....	30
III.3	Variabel Penelitian.....	30
	III.3.1 Variasi Komposisi Campuran Lumpur Kering dengan Asam Humate (<i>humagrow</i>).....	30
	III.3.2 Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Bayam Berdasarkan Variasi Campuran Lumpur Kering dengan Asam Humate (<i>humagrow</i>)	31
III.4	Kerangka Penelitian Tugas Akhir.....	32
III.5	Tahapan Penelitian	34
	III.5.1 Persiapan Bahan	34
	III.5.2 Persiapan Reaktor	35
	III.5.3 Pengoperasian Reaktor	36
	III.5.4 Persiapan Media Tanam	38
	III.5.5 Penanaman	41
	III.5.6 Proses Perawatan Tanaman	41

	III.5.7 Proses Pengambilan Sampel	41
	III.5.8 Metode Rancangan Percobaan	43
	III.5.9 Pengamatan dan Pengumpulan Tanaman Bayam.....	44
Bab IV	Hasil dan Pembahasan	45
IV.1	Proses Pematangan (Maturasi).....	45
	IV.1.1 Analisa pH	46
	IV.1.2 Analisa suhu	49
IV.2	Hasil Pengukuran C/N, N, P, K.....	52
	IV.2.1 Analisa Lumpur Kering.....	52
	IV.2.2 Analisa Tanah.....	52
	IV.2.3 Analisa Campuran Tanah dengan Asam Humate.....	53
	IV.2.4 Analisa Pupuk Organik	53
IV.3	Kualitas Pupuk Organik	57
	IV.3.1 Analisa N-total	57
	IV.3.2 Analisa Fosfor (P)	59
	IV.3.3 Analisa Kalium (K).....	61
	IV.3.4 Analisa Rasio C/N	63
IV.4	Analisa Logam Berat	66
	A. Timbal (Pb)	66
	B. Kadmium (Cd)	68
IV.5	Hubungan Kebutuhan Unsur Hara Tanaman Bayam dengan Ketersediaan Unsur Hara dalam Pupuk Organik.....	71
IV.6	Kualitas Pupuk Organik Berdasarkan Pertumbuhan Tanaman Bayam	71
Bab V	Kesimpulan dan Saran	78
V.1	Kesimpulan	78
V.2	Saran	79

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Syarat Yang Diperlukan Untuk Dapat Digunakan Sebagai Pupuk	13
Tabel II.2	Hubungan Antara Kadar Air Dalam Bahan Baku Kompos Dan Kondisi Fermentasi	14
Tabel II.3	Komposisi bahan yang terkandung di dalam Humagrow	18
Tabel II.4	Unsur Hara Anion dan Kation yang Diserap oleh Tanaman.....	20
Tabel II.5	Masuknya Cd per Hari pada Pria di Amerika berdasarkan Kandungan Cd dalam Makanan dan dalam Faeses.....	25
Tabel IV.1	Hasil Pengukuran pH dan Suhu pada Proses Pematangan (Maturasi).....	46
Tabel IV.2	Hasil Analisa Lumpur Kering	52
Tabel IV.3	Hasil Analisa Tanah.....	52
Tabel IV.4	Hasil Analisa Campuran Tanah dengan Asam Humate.....	53
Tabel IV.5	Data Analisis Pupuk organik pada variasi 1:100, 1:125, dan 1:150	54
Tabel IV.6	Hasil Analisa Unsur Hara Laboratorium untuk Pupuk Organik dan Kontrol.....	55
Tabel IV.7	Hasil Analisa N-Total Variasi dan Kontrol.....	57
Tabel IV.8	Hasil Analisa Fosfor (P) Variasi dan Kontrol	59
Tabel IV.9	Hasil Analisa Kalium (K) Variasi dan Kontrol.....	62
Tabel IV.10	Hasil Analisa Rasio C/N Variasi dan Kontrol	64
Tabel IV.11	Hasil Analisa Timbal (Pb) Variasi dan Kontrol	66
Tabel IV.12	Hasil Analisa Kadmium (Cd) Variasi dan Kontrol.....	69
Tabel IV.13	Perbandingan Hasil Analisa Laboratorium Pupuk Organik dengan Kebutuhan Unsur Hara Tanaman Bayam.....	71
Tabel IV.14	Hasil Pengukuran pada Pertumbuhan Tanaman.....	72
Tabel IV.15	Hasil Penilaian Variasi Pupuk Organik.....	77
Tabel IV.16	Keterangan Penilaian Variasi Pupuk Organik.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Proses Umum Pengomposan Limbah Padat Organik	12
Gambar II.2	Skema Metabolisme Pb dalam Tubuh Manusia	24
Gambar III.1	Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar III.2	SDB (Sludge Drying Bed) IPAL Domestik Sewon, Bantul.....	34
Gambar III.3	Proses Penumbukan Lumpur.....	34
Gambar III.4	Proses Pengayakan Lumpur	35
Gambar III.5	Reaktor untuk Pembuatan Pupuk Organik.....	35
Gambar III.6	Penimbangan Asam Humate dengan Neraca Analitik.....	37
Gambar III.7	Lumpur yang telah Dimasukkan ke dalam Reaktor.....	37
Gambar III.8	Proses Pencampuran dan Pengadukan	38
Gambar III.9	Pencampuran Bahan-Bahan Untuk Media Tanam.....	39
Gambar III.10	Proses Pengukuran Tinggi Tanaman	42
Gambar III.11	Proses Pengukuran Lebar Daun	42
Gambar III.12	Rancangan Percobaan	43
Gambar IV.1	Pengukuran pH	47
Gambar IV.2	Pengukuran Suhu/Temperature	50
Gambar IV.3	Daun yang Berwarna Hijau Tua pada Variasi Pupuk Organik	76

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV.1	Hasil Pengukuran pH pada Proses Pematangan	48
Grafik IV.2	Perubahan Suhu dan Jumlah Mikroba selama Proses Pengomposan	50
Grafik IV.3	Hasil Pengukuran Suhu pada Proses Pematangan	51
Grafik IV.1	Hasil Analisa Unsur Hara Laboratorium untuk Pupuk Organik dan Kontrol.....	56
Grafik IV.5	Hasil Analisa N-Total Variasi dan Kontrol.....	58
Grafik IV.6	Hasil Analisa Fosfor (P) Variasi dan Kontrol.....	60
Grafik IV.7	Hasil Analisa Kalium (K) Variasi dan Kontrol.....	62
Grafik IV.8	Hasil Analisa Rasio C/N Variasi dan Kontrol	64
Grafik IV.9	Hasil Analisa Timbal (Pb) Variasi dan Kontrol	67
Grafik IV.10	Hasil Analisa Kadmium (Cd) Variasi dan Kontrol.....	69
Grafik IV.11	Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman.....	73
Grafik IV.12	Hasil Pengukuran Lebar Daun.....	73
Grafik IV.13	Hasil Pengukuran Jumlah Daun.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 : Hasil Uji Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), dan C/N
- LAMPIRAN 2 : Hasil Uji Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)
- LAMPIRAN 3 : Hasil Pengamatan dan Pertumbuhan Tanaman Minggu Ke 1 - 4
- LAMPIRAN 4 : PERMENTAN 2009
- LAMPIRAN 5 : Perhitungan Berat Volume Dari Ketiga Variasi Pupuk Organik
(Proses Pembuatan Pupuk Organik)
- LAMPIRAN 6 : Perhitungan Berat Volume Dari Ketiga Variasi Pupuk Organik
Untuk Media Tanam
- LAMPIRAN 7 : Perhitungan Kebutuhan N,P,K Dalam Pupuk Organik dan Pada
Tanaman Bayam
- LAMPIRAN 8 : Cara Kerja Analisa Kandungan Pupuk Organik, Lumpur Kering,
Tanah, Dan Asam Humate + Tanah
- LAMPIRAN 9 : Dokumentasi Penelitian.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pada dasarnya air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Untuk daerah perkotaan seperti Yogyakarta telah menggunakan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah Terpusat (komunal) yang bertempat di Sewon, Bantul yang mengolah air limbah hasil kegiatan domestik (rumah tangga, perkantoran, perumahan, dan daerah perdagangan) sehingga air limbah dari hasil kegiatan perkotaan dapat diolah dan aman untuk dibuang ke lingkungan atau dimanfaatkan kembali. IPAL Sewon melayani pengelolaan limbah cair domestik dari 3 wilayah meliputi seluruh Kota Yogyakarta, sebagian wilayah Kabupaten Sleman dan sebagian wilayah Kabupaten Bantul.

Limbah cair domestik yang masuk ke IPAL Sewon akan diolah melalui unit-unit yang ada didalamnya. Limbah cair yang masuk tentunya membawa lumpur yang dibawa dari jaringan-jaringan penghasil limbah masuk ke *Grit Chamber*. Selain itu pada saat pengolahan di unit sedimentasi menghasilkan endapan lumpur yang kemudian akan dipompa menuju bak pengering lumpur (*sludge drying bed*). Sampai saat ini limbah lumpur hasil pengolahan yang berada di *sludge drying bed* yang ada hanya ditumbuhi alang-alang dan dibiarkan begitu saja, hal ini dapat berpotensi menyebabkan vektor penyakit, mengganggu pemandangan, dan menimbulkan bau. Padahal potensi kandungan organik yang ada dalam lumpur dapat dimanfaatkan sehingga dapat lebih berguna dan bernilai ekonomis.

Zat organik dalam sampah terdiri dari bahan-bahan : karbohidrat, lemak, dan protein. Bahan-bahan tersebut bersifat tidak tetap dan mudah membusuk karena bereaksi dengan unsur-unsur lain dan mikroorganisme, mengeluarkan bau yang tidak sedap. Penggunaan lumpur domestik sebagai bahan organik pada lahan pertanian merupakan cara praktis untuk memanfaatkan limbah, dan dianggap

menguntungkan karena karena mengandung bahan organik untuk nutrisi tanaman.(Yanuar, 2007)

Lumpur hasil pengolahan pada IPAL Sewon dapat dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman yang dapat berguna dan bernilai ekonomis sehingga tidak terbuang percuma. Pada penelitian ini lumpur akan ditambahkan nutrisi yang dapat menambah kandungan organik dan hara pada lumpur sehingga dapat diserap oleh tanaman. Nutrisi yang ditambahkan adalah Asam Humus (*Humic Acid*) yang nantinya akan dicampur dengan lumpur hasil pengolahan limbah domestik dengan dosis-dosis tertentu dengan mengacu pada Rancangan Acak Kelompok (RAK). Dari campuran tersebut akan di uji cobakan pada tanaman Bayam (*Amaranthus* spp.) dan akan di amati pertumbuhan tanaman bayam tersebut mulai dari tinggi tanaman, lebar daun, serta jumlah daunnya.

Bayam (*Amaranthus* spp.) merupakan sayuran yang memiliki daun berwarna hijau, tanaman ini memiliki kandungan klorofil dan zat besi yang tinggi. Sebenarnya ada 3 jenis tanaman bayam yaitu : Bayam cabut (batangnya berwarna merah juga ada berwarna hijau keputih-putihan). Bayam petik (pertumbuhannya lebih tegak serta berdaun lebar, warna daun hijau tua dan ada yang berwarna kemerah-merahan). Dan yang terakhir adalah Bayam yang biasa dicabut dan juga dapat dipetik (Jenis bayam ini tumbuh tegak, berdaun besar berwarna hijau keabu-abuan). (Anonim 1,2010). Jenis bayam yang digunakan pada penelitian ini adalah bayam cabut berwarna hijau (*Amaranthus tricolor*). Penggunaan tanaman uji ini nantinya diharapkan dapat menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap berbagai variasi campuran lumpur dengan Asam Humus tersebut. Senyawa dominan pada nutrisi tambahan adalah 85% *Humic Acid* (*asam humus*) yang bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah dan untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- 1) Kandungan organik lumpur IPAL Sewon sebelum pencampuran dan setelah pencampuran dengan Asam Humus menggunakan skala laboratorium.
- 2) Pengaruh perbedaan komposisi/dosis campuran lumpur IPAL Sewon dengan Asam Humus yang diberikan pada tanaman bayam (*Amaranthus spp.*).
- 3) Bagaimana pengaruh komposisi/dosis campuran lumpur IPAL Sewon dengan Asam Humus yang efektif dan optimal untuk pertumbuhan serta kandungan logam yang terdapat dalam tanaman bayam (*Amaranthus spp.*).

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui kandungan lumpur IPAL Sewon sebelum pencampuran dan setelah pencampuran dengan Asam Humus menggunakan skala laboratorium.
- 2) Untuk mengetahui pengaruh perbedaan komposisi/dosis campuran lumpur IPAL Sewon dengan Asam Humus yang diberikan pada tanaman bayam (*Amaranthus spp.*).
- 3) Mengetahui akumulasi logam berat yang terdapat pada tanaman bayam (*Amaranthus spp.*) untuk tiap variasinya.
- 4) Dari pemanfaatan lumpur dapat meminimalisir pencemaran dan menurunkan dampak negatif yang penting akibat masuknya atau dimasukkannya unsur – unsur fisis, kimia dan biologi.

I.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- 1) Pemanfaatan limbah lumpur hasil pengolahan pada IPAL Domestik Sewon yang hanya dibiarkan begitu saja sebagai pupuk tanaman sehingga dapat lebih berguna, dapat bernilai ekonomis, serta mengurangi dampak bagi lingkungan.

- 2) Sebagai masukan bagi pengelola IPAL Domestik Sewon tentang pemanfaatan limbah lumpur sebagai pupuk tanaman sehingga dapat menambah pemasukan bagi IPAL Sewon.
- 3) Dapat digunakan oleh para petani untuk pupuk organik bagi tanaman-tanaman mereka sekaligus memperbaiki unsur hara tanah.
- 4) Dengan penelitian ini limbah lumpur IPAL Sewon dapat dimanfaatkan kembali agar lebih berguna dan/atau *recycle* sehingga tidak menimbulkan masalah baru.

I.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan tujuan penelitian, agar penelitian ini tepat sasaran perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut:

- 1) Sampel yang digunakan diambil dari hasil buangan proses sedimentasi berupa lumpur (*sludge*) yang telah melalui proses pengeringan dan dilakukan pencampuran dengan Asam Humus.
- 2) Menganalisis kandungan senyawa Organik, N, P, K, Suhu, dan pH setelah pencampuran lumpur dengan Asam Humus dan proses pematangan (maturasi).
- 5) Tanaman uji yang digunakan adalah Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus spp.*).
- 3) Menganalisis akumulasi logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada tanaman bayam setelah masa panen dengan skala laboratorium.
- 4) Mengamati pertumbuhan tanaman bayam secara signifikan pada setiap variasi berdasarkan indikator tinggi tanaman lebar daun, dan jumlah daun yang dilakukan 1 kali dalam seminggu.
- 5) Pupuk organik terdiri dari variasi perbandingan campuran lumpur kering dan Asam Humus yang diterapkan adalah konsentrasi AH+LK 1:100, konsentrasi AH+LK 1:125, konsentrasi AH+LK 1:150, kontrol LK 100%, kontrol tanah 100%, dan Kontrol Tanah + Asam Humus.

- 6) Media tumbuh tanaman bayam terdiri dari 80% tanah ladang dan 20% pupuk organik (campuran lumpur kering dan Asam Humus) yang di tempatkan pada *polybag*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Limbah

Pada dasarnya limbah adalah bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber aktivitas manusia maupun proses – proses alam atau belum mempunyai nilai ekonomi bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi yang negatif. (Mutia Sari, 2009)

Menurut sumbernya limbah dapat dibagi menjadi 3, yaitu :

- a. Limbah domestik (rumah tangga)
- b. Limbah industri
- c. Limbah rembesan dan limpasan air hujan.

Limbah cair atau limbah adalah air yang tidak terpakai lagi, yang merupakan hasil dari berbagai kegiatan manusia sehari – hari. Dengan semakin bertambah dan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya, maka limbah air juga mengalami peningkatan. Pada umumnya limbah cair dibuang melebihi kemampuan alam untuk menerima atau menampungnya, maka akan terjadi kerusakan lingkungan. Limbah adalah sampah dari suatu lingkungan masyarakat dan terutama terdiri dari air yang telah dipergunakan dengan hampir 0,1% daripadanya berupa benda – benda padat yang terdiri dari zat organik. (Mutia Sari, 2009)

II.2 Limbah Lumpur (*Biosolids*)

Limbah lumpur atau biasa disebut dengan biosolids adalah merupakan bahan organik padat yang dihasilkan dari suatu proses pengolahan air limbah pribadi ataupun umum, proses pengolahan ini dapat menguntungkan jika digunakan atau dimanfaatkan, khususnya sebagai perubahan pada tanah. Adapun jenis dan tingkat pengolahan air limbah memiliki dampak pada jumlah, jenis, dan kualitas limbah lumpur yang dihasilkan. Biasanya limbah lumpur yang dihasilkan

oleh suatu industri cenderung lebih banyak dibandingkan dengan limbah lumpur yang dihasilkan pada IPAL domestik.

Biosolids mengandung sekitar 93-99 persen air, serta padatan dan zat terlarut masuk dalam air limbah atau ditambahkan pada air limbah atau selama proses pengolahan air limbah. Di Negara Amerika jumlah biosolids yang diproduksi setiap tahunnya telah mengalami peningkatan secara dramatis sejak tahun 1972, yaitu sekitar 4,6 juta ton kering (Bastian, 1997) menjadi 6,9 juta ton kering pada tahun 1998. Ini merupakan peningkatan 50 persen dari tahun 1972. Pada umumnya, derajat yang lebih tinggi dari pengolahan air limbah dapat meningkatkan volume total dari biosolids yang dihasilkan. Tingginya tingkat pengolahan juga dapat meningkatkan konsentrasi kontaminan dalam biosolids, karena banyaknya unsur yang dihilangkan pada air limbah dan berakhir sebagai biosolids. Selanjutnya air limbah di proses dengan memerlukan penambahan bahan kimia untuk mengendapkan zat padat (seperti ferri klorida, tawas, kapur, atau polimer) yang dapat mengakibatkan peningkatan konsentrasi bahan kimia pada biosolids (U.S. EPA, 1999).

Zat padat yang ada lumpur sebagian mudah terurai secara biologis (*biodegradable*) yang disebut “ *Volatile Solid* “ dan sebagian tetap (*Fixed Solid*). Dengan adanya bagian yang *volatile* tadi, maka lumpur mudah dan cepat membusuk yang menimbulkan bau yang tidak enak, oleh karena itu lumpur tidak dapat dibuang begitu saja sebab akan mengganggu lingkungan. Dengan kata lain, sebelum dibuang ke tempat pembuangan akhir, lumpur harus diolah terlebih dahulu, sehingga aman bagi lingkungan. (Yanuar, 2007)

II.2.1 Sumber Lumpur

Lumpur yang bersumber dari IPAL merupakan hasil buangan dari unit *Grit Chamber*, Prasedimentasi dan Sedimentasi. Lumpur yang mengendap secara berkala akan dipompa menuju ke bak pengering lumpur (*sludge drying bed*) dan dilakukan pengeringan.

Sludge Drying Bed (SDB) adalah bak pengering lumpur dimana lumpur yang berasal dari kolam pematangan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah

(IPAL) dikumpulkan dalam SDB. Kapasitas instalasi mampu menampung 179,4 L/detik dan SDB mampu menampung 4.000 m³. Limbah cair sebelum masuk ke dalam SDB telah mengalami pengolahan mekanik yang berfungsi meremoval partikel – partikel kasar kemudian didegradasi secara aerobik dan anaerobik pada kolam fakultatif. Sisa dari pengolahan tersebut yang berupa lumpur kemudian ditampung pada SDB.

Pada SDB sudah tidak mengalami pengolahan lanjut dibiarkan hingga mengering dibawah terik matahari sehingga bentuk lumpur menjadi lumpur padat/kering. (IPAL Sewon Bantul dalam Pravita, 2006)

II.3 Pupuk

Pupuk adalah setiap bahan yang diberikan ke dalam tanah atau disemprotkan pada tanaman dengan maksud menambah unsur hara yang diperlukan oleh tanaman. Pengertian lain dari pupuk adalah suatu bahan yang diberikan sehingga dapat mengubah keadaan fisik, kimiawi dan hayati dari tanah sehingga sesuai dengan tuntutan tanaman. Adapun pemupukan adalah setiap usaha pemberian pupuk yang bertujuan menambah persediaan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk peningkatan produksi dan mutu hasil tanaman.

Pupuk dapat dibedakan menjadi pupuk alam dan pupuk buatan. Pupuk alam adalah pupuk yang langsung didapat dari alam, misalnya fosfat alam, pupuk organik (pupuk kandang, kompos) dan sebagainya. Jumlah dan jenis unsure hara dalam pupuk alam terdapat secara alami. Pupuk buatan adalah pupuk yang dibuat di pabrik dengan jenis dan kadar unsur haranya sengaja ditambahkan dalam pupuk tersebut dalam jumlah tertentu.

Pupuk buatan dapat dibedakan menjadi pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal adalah pupuk yang hanya mengandung satu macam unsur hara misalnya pupuk N, pupuk P, pupuk K dan sebagainya. Pupuk majemuk adalah pupuk yang mengandung lebih dari satu unsur hara misalnya N+P, P+K, N+P+K dan sebagainya.

Jumlah unsur hara yang dibutuhkan oleh setiap tanaman berbeda-beda. Untuk menentukan jumlah pupuk yang akan diberikan, perlu diketahui jumlah unsur hara yang tersedia dalam tanah di sekitar tanaman. Kemudian dihitung unsur-unsur hara yang dipindahkan (digunakan) oleh tanaman dan membandingkan jumlah tersebut dengan jumlah unsur hara yang akan diberikan dalam bentuk pemupukan. (Gunawan, 2001)

II.3.1 Pupuk Organik

Pupuk organik adalah nama kolektif untuk semua jenis bahan organik asal tanaman dan hewan yang dapat dirombak menjadi hara tersedia bagi tanaman. Dalam Permentan No.2/Pert/Hk.060/2/2006, tentang pupuk organik dan pembenah tanah, dikemukakan bahwa pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Definisi tersebut menunjukkan bahwa pupuk organik lebih ditujukan kepada kandungan C-organik atau bahan organik daripada kadar haranya; nilai C-organik itulah yang menjadi pembeda dengan pupuk anorganik. Bila C-organik rendah dan tidak masuk dalam ketentuan pupuk organik maka diklasifikasikan sebagai pembenah tanah organik. Pembenah tanah atau *soil ameliorant* menurut SK Mentan adalah bahan-bahan sintesis atau alami, organik atau mineral.

Sumber bahan organik dapat berupa kompos, pupuk hijau, pupuk kandang, sisa panen (jerami, brangkasan, tongkol jagung, bagas tebu, dan sabut kelapa), limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, dan limbah kota. Kompos merupakan produk pembusukan dari limbah tanaman dan hewan hasil perombakan oleh fungi, aktinomiset, dan cacing tanah. Pupuk hijau merupakan keseluruhan tanaman hijau maupun hanya bagian dari tanaman seperti sisa batang dan tunggul akar setelah bagian atas tanaman yang hijau digunakan sebagai pakan ternak. Sebagai contoh pupuk hijau ini adalah sisa-sisa tanaman, kacang-kacangan, dan tanaman paku air *Azolla*. Pupuk kandang merupakan

kotoran ternak. Limbah ternak merupakan limbah dari rumah potong berupa tulang-tulang, darah, dan sebagainya. Limbah industri yang menggunakan bahan pertanian merupakan limbah berasal dari limbah pabrik gula, limbah pengolahan kelapa sawit, penggilingan padi, limbah bumbu masak, dan sebagainya. Limbah kota yang dapat menjadi kompos berupa sampah kota yang berasal dari tanaman, setelah dipisah dari bahan-bahan yang tidak dapat dirombak misalnya plastik, kertas, botol, dan kertas. (Anonim 1, 2006)

Kualitas pupuk organik bergantung pada bahan dasarnya. Bahan dasar dari sisa tanaman sedikit mengandung bahan berbahaya, tetapi pupuk kandang, limbah industri dan limbah kota banyak mengandung bahan berbahaya seperti logam berat dan asam-asam organik yang dapat mencemari lingkungan. Selama proses pengomposan, bahan berbahaya ini terkonsentrasi dalam produk akhir yaitu pupuk. Karena itu perlu ada peraturan mengenai seleksi bahan dasar kompos berdasarkan kandungan bahan-bahan berbahaya. (Anonim 1, 2006)

II.3.2 Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik merupakan pupuk buatan pabrik, berbahan dasar dari mineral dan udara. Bahan dasar pupuk nitrogen adalah nitrogen dari udara, sedangkan pupuk P, K, Ca, Mg dari tambang. Sumber hara N adalah pupuk urea, ZA, DAP, KNO₃, dan NPK. Nitrogen merupakan hara yang bersifat higroskopis atau mudah menyerap air dan mudah larut dalam tanah. Hara N diserap tanaman dalam bentuk NH₄⁺ dan NO₃⁻. Kadar NH₄⁺ terlarut tertinggi terjadi pada saat pemupukan hingga hari ke 3 (Ibrahim dan Kasno, 2008), mudah hilang dan tidak tersedia bagi tanaman. Nitrogen bersifat mobil di dalam tanah. Sumber hara P adalah pupuk TSP, SP-36, Superphos, fosfat alam, DAP, dan NPK. Hara P dalam tanah stabil atau tidak mudah hilang. Hara K bersumber dari pupuk KCl, MOP, KNO₃, dan NPK. Hara K dalam bersifat mobil, mudah bergerak, pada tanah tua (Ultisol dan Oxisol) muda tercuci. (Anonim 2, 2001)

II.4 Proses Pembuatan Pupuk

Pada proses pembuatan pupuk pada penelitian ini dapat digunakan 2 metode yaitu :

II.4.1 Metode Maturasi (Pematangan)

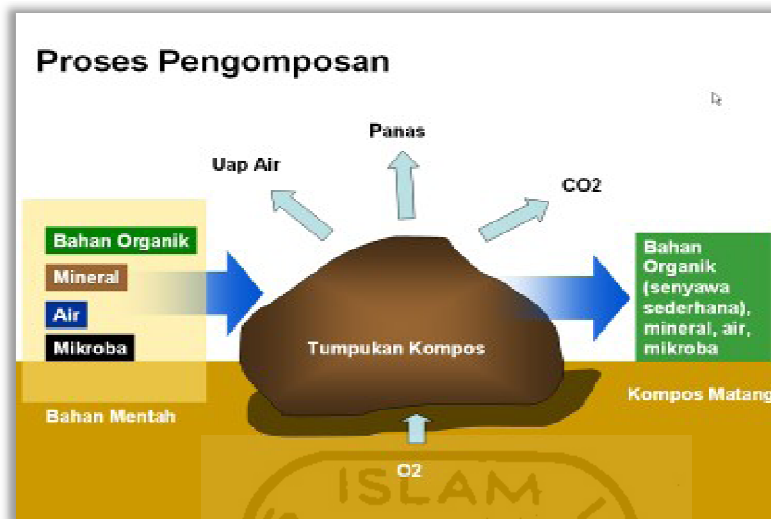
Proses maturasi adalah suatu proses pematangan seperti halnya yang ada pada pengolahan air limbah dimana pengolahan tersebut bahan organik dioksidasi oleh bakteri aerobik dan fakultatif dengan menggunakan oksigen yang dihasilkan oleh alga yang tumbuh disekitar permukaan air (Ekawati, 2006). Adapun proses maturasi pada lumpur adalah proses pematangan lumpur untuk menjadikan kondisi lumpur tersebut menjadi stabil baik dalam pH dan suhu nya, sehingga dengan proses pematangan tersebut lumpur sudah memenuhi standar yang dapat digunakan sebagai pupuk setelah dilakukan pencampuran dengan *asam humate*.

Dalam penelitian ini kami hanya menggunakan metode maturasi dalam pematangan lumpur, karena sedikitnya kadar air yang ada pada lumpur yaitu kurang dari 15 % sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukannya proses pengomposan.

II.4.2 Metode Pengomposan (*Composting*)

Menurut J.H. Crawford (2003) Kompos adalah hasil dekomposisi parsial/tidak lengkap, dipercepat secara artifisial dari campuran bahan-bahan organik oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik.

Sedangkan proses pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Membuat kompos adalah mengatur dan mengontrol proses alami tersebut agar kompos dapat terbentuk lebih cepat. Proses ini meliputi membuat campuran bahan yang seimbang, pemberian air yang cukup, pengaturan aerasi, dan penambahan aktivator pengomposan.



Gambar II.1: Proses Umum Pengomposan Limbah Padat Organik

Proses pengomposan akan segera berlangsung setelah bahan-bahan mentah dicampur. Proses pengomposan secara sederhana dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktif dan tahap pematangan. Selama tahap-tahap awal proses, oksigen dan senyawa-senyawa yang mudah terdegradasi akan segera dimanfaatkan oleh mikroba mesofilik. Suhu tumpukan kompos akan meningkat dengan cepat. Demikian pula akan diikuti dengan peningkatan pH kompos. Suhu akan meningkat hingga di atas $50^{\circ} - 70^{\circ} \text{C}$. Suhu akan tetap tinggi selama waktu tertentu. Mikroba yang aktif pada kondisi ini adalah mikroba Termofilik, yaitu mikroba yang aktif pada suhu tinggi. Pada saat ini terjadi dekomposisi/penguraian bahan organik yang sangat aktif. Mikroba-mikroba di dalam kompos dengan menggunakan oksigen akan menguraikan bahan organik menjadi CO_2 , uap air dan panas. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka suhu akan berangsur-angsur mengalami penurunan. Pada saat ini terjadi pematangan kompos tingkat lanjut, yaitu pembentukan kompleks liat humus. Selama proses pengomposan akan terjadi penyusutan volume maupun biomassa bahan. Pengurangan ini dapat mencapai 30 – 40% dari volume/bobot awal bahan (Isroi, 2008).

Adapun agar dapat digunakan sebagai pupuk, maka ada persyaratan seperti berikut, bila persyaratan ini terpenuhi maka dapat dilakukan proses pengomposan yaitu sebagai berikut :

Tabel II.1 Syarat yang diperlukan untuk dapat digunakan sebagai pupuk

Item Utama	Rincian Kandungan
1. Dalam bentuk yang mudah digunakan	a.Mengandung kadar air yang tepat (sekitar 30-40%) b.Tidak berbau menyengat c.Tidak mengandung kuman, parasit dan sejenisnya
2. Aman terhadap tanah dan tanaman	a.Setelah disebar, tidak terurai secara drastis b.Tidak menyebabkan defisiensi nitrogen (rasio C/N dibawah 20) c.Tidak mengandung zat pengganggu pertumbuhan d.Tidak mengandung bahan berbahaya e.Tidak mengandung kuman tumbuhan d.Tidak mengandung bibit rerumputan/gulma
3. Efektif bagi tanah dan tanaman	a.Mensuplai protein terhadap tumbuhan b.Meningkatkan mutu kimia dari tanah c.Meningkatkan mutu fisika dari tanah d.Menjaga dan meningkatkan aktivitas mikroba dalam tanah

Sumber : Gapkindo, 2009

Tujuan dan perlunya pengomposan yaitu :

1. Terurainya bahan organik yang bersifat membusuk
Bila lumpur mengandung bahan organik bersifat membusuk disebar di permukaan tanah, maka secara spontan bahan organik terurai dengan mengkonsumsi oksigen di dalam tanah. Sebagai hasilnya, oksigen yang dibutuhkan tumbuhan menjadi berkurang. Oleh karena itu, bahan organik bersifat membusuk perlu diuraikan terlebih dahulu, dibuat dalam kondisi stabil agar tidak terurai secara spontan.
2. Meningkatnya persentase nitrogen
Sebagai indikator kualitas pupuk adalah rasio C/N yang menunjukkan persentase karbon dan nitrogen. Bila zat organik dengan rasio C/N tinggi disebar di tanah pertanian, maka kadar asupan nitrogen dari tanaman akan berkurang dan pertumbuhannya menjadi terganggu. Rasio C/N diperkecil

dengan meningkatkan persentase nitrogen. Patokan rasio C/N untuk pupuk adalah dibawah 20.

3. Dibasminya kuman dan hama

Dalam proses pengomposan, apabila fermentasi tengah mencapai puncaknya, maka suhu bahan akan mencapai 60-65°C. Bakteri atau serangga akan mati pada suhu diatas 60 °C. Dengan proses ini, pupuk kompos menjadi tidak berbahaya bagi manusia, ternak dan tumbuhan.

4. Kemudahan penanganan (*handling improvement*)

Sampah kota dan lumpur, dari aspek bau, kandungan air, higienitas maupun bentuknya menimbulkan rasa tidak nyaman dalam penanganannya. Dengan terurainya bahan organik pembusuk (memungkinkan penyimpanan yang awet), kadar air dan beratnya juga berkurang, sehingga memudahkan penanganannya.

Selain itu kadar air juga sangat berpengaruh besar terhadap kondisi fermentasi, kerja dan tingkat keaktifan mikroba, serta bentuk kompos. Pada berbagai proses sejak pemasukan bahan baku hingga kompos matang, air merupakan elemen yang penting. Hubungan antara kadar air dalam bahan baku kompos dan kondisi fermentasi dapat dilihat pada tabel dibawah, sebagai berikut :

Tabel II.2 Hubungan antara kadar air dalam bahan baku kompos dan kondisi fermentasi

Kadar Air	Kondisi Fermentasi	Tindakan
Kurang dari 15%	Hampir tidak ada kadar air, mikroba tak beraktifitas, fermentasi tidak terjadi	Tambahkan air, wujudkan lingkungan dimana mikroba mulai beraktifitas
20-50%	Bila tidak ada kadar air, aktifitas mikroba melambat kecepatan penguraian bahan organik dan perkembangbiakan mikroba melambat, kecepatan fermentasi melambat dan suhu tidak meningkat	Tambahkan air, buat aktifitas mikroba meningkat

50-60%	Merupakan kisaran kadar air yang tepat, mikroba mulai beraktifitas, panas muncul secara intensif, suhu bahan pun meningkat. Bila disuplai sejumlah kecil udara, fermentasi yang baik akan terus berlanjut.	
60-70%	Bila kadar air melampaui kisaran yang tepat, maka pori-pori dalam bahan akan tertutup, aliran udara terganggu, berpindah ke kondisi anaerob dan menimbulkan bau busuk	Semburkan udara untuk menyebar air atau atur kadar air (dengan menambahkan sekam padi, jerami atau serbuk gergaji) hingga menjadi kadar air yang tepat
70-75%	Bila kadar air melampaui 70%, jalan udara akan tertutup, menjadi kondisi anaerob, panas digunakan untuk penguapan air sehingga suhu tidak meningkat	Tambahkan kulit padi, serbuk gergaji atau serpihan kayu, atur kadar air dan pastikan lorong pengaliran udara
Di atas 80%	Kadar air terlalu banyak, suhu fermentasi tidak meningkat	Tambahkan bahan organik seperti bungkil minyak, dedak untuk melengkapi kondisi fermentasi lalu naikan suhu

Sumber : Gapkindo, 2009

II.5 Asam Humus (*Humic acid*)

Asam humus adalah zat organik yang memiliki struktur molekul kompleks dengan berat molekul tinggi (makromolekul) atau dapat disebut sebagai polimer organik yang mengandung gugus aktif. Di alam, asam humat terbentuk melalui proses fisika, kimia, dan biologi dari bahan-bahan yang berasal dari tumbuhan maupun hewan, yang disebut proses humifikasi. Oleh karena struktur asam humat terdiri dari campuran senyawa organik alifatik dan aromatik (diantaranya ditunjukkan dengan adanya gugus aktif asam karboksilat dan quinoid), maka asam

humat memiliki kemampuan untuk menstimulasi dan mengaktifkan proses biologi dan fisiologi pada organisme hidup dalam tanah. (Anonim 3,2009)

Asam humat memiliki peranan yang penting dalam memperbaiki kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Senyawa ini berperan dalam sejumlah reaksi tanah, hal ini dikarenakan asam humat memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi. Secara kimia, asam humat dapat berikatan dengan ion logam yang bersifat racun sehingga menjadi tidak larut dan meracuni tanaman. Secara fisik, asam humat juga berpengaruh terhadap tanah, diantaranya memperbaiki struktur tanah, aerasi, permeabilitas dan daya ikat terhadap air (Tan, 2003 dalam Maulana Fajri 2010). Asam humat juga berperan langsung dalam pertumbuhan tanaman, diantaranya dapat merangsang pertumbuhan akar dan bagian atas tanaman. Berkaitan dengan hal ini, asam humat dapat digunakan sebagai perangsang pertumbuhan tanaman dan sebagai penunjang pertumbuhan serta produktifitas lahan.

Asam humat bukanlah pupuk, tetapi merupakan bagian dari pupuk. Pupuk adalah sumber hara untuk tanaman dan mikroflora. Asam humat pada dasarnya membantu menggerakkan miktonutrien dari tanah ke tanaman (Sahala, 2006 dalam Maulana Fajri 2008)

II.5.1 Pembentukan dan Karakteristik Asam Humus/Asam Humate

Berdasarkan kelarutannya dalam alkali dan asam, senyawa huma tersusun dari tiga fraksi, yaitu (a) *Asam fulvat*, teringan bobot molekulnya, berwarna coklat, larut dalam asam maupun alkali; (b) *Asam humat*, bobot molekul sedang dan berwarna coklat sampai hitam, larut dalam alkali dan tidak larut dalam asam; dan (c) *Humin*, terberat bobot molekulnya dan berwarna hitam serta tidak larut baik pada alkali maupun pada asam (Tan, 1993 dalam Wardani 2002). Berdasarkan penelitian, secara kimia ketiga fraksi humat tersebut hampir sama komposisinya, tetapi berbeda dalam bobot molekul dan kandungan gugus fungsionalnya. Kemungkinan penyerapan logam berat yang terbanyak terjadi pada fraksi organik ini adalah oleh *asam humat* dan *asam fulvat* karena kedua asam

organik ini mempunyai gugus-gugus COOH, OH fenolat, dan berbagai grup ikatan C = O (Jones dan Jarvis, 1981 dalam Wardani 2002).

Asam humat biasanya kaya akan karbon, yaitu berkisar dari 41 sampai 57%. *Asam humat* dibedakan dengan *asam fulvat* dari kandungan oksigen yang lebih rendah, kandungan hidrogen dan nitrogen yang lebih tinggi. *Asam humat* mempunyai kemasaman total yang lebih rendah dibandingkan *asam fulvat*.

Sifat kimia dari bahan humat secara umum dikontrol oleh dua gugus fungsional, yaitu karboksil dan grup phenolik-OH. Pada pH rendah, molekul humat mampu menarik kation yang dipengaruhi oleh reaksi pertukaran kation. Kapasitas tukar kation dari substansi humat bisa ditetapkan dari nilai kemasaman totalnya. *Asam humat* bersifat amfoterik tergantung pada keadaan tanah, *asam humat* bisa bersifat netral, negatif, atau positif. Sifat negatif ini dipengaruhi kehadiran phenolik-OH dan grup karboksil (Tan, 1993 dalam Wardani 2002).

II.5.2 Pengaruh dan Fungsi Asam Humat

Bahan humat bertanggung jawab atas beberapa aktivitas kimia di dalam tanah. Asam humat masuk dalam reaksi kompleks dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, baik langsung maupun tidak langsung. Secara langsung asam humat mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui peningkatan permeabilitas sel, atau melalui aksi hormon pertumbuhan. Secara tidak langsung pengaruhnya adalah melalui perbaikan agregat, aerasi, dan kapasitas menahan air (Tan, 1993 dalam Wardani 2002). Mekanisme asam humat dalam meningkatkan stabilitas agregat tanah dijelaskan dengan pembentukan kompleks liat – humat melalui jembatan kation polivalen yang terserap permukaan liat (Picocolo dan Mbagwu, 1994 dalam Wardani 2002). Karena peranannya yang penting, maka asam humat telah diproduksi dalam jumlah yang besar dan digunakan sebagai soil amendment, soil conditioner, atau sebagai pupuk.

II.5.3 Humagrow

Pada penelitian ini menggunakan *asam humus* dengan produk yang bernama *Humagrow*. *Humagrow* ini adalah humus kadar tinggi, siap pakai dalam bentuk granular *crystal* yang dapat larut air. Terbuat dari ekstrak batu-batuan alami yang mengandung unsur humus tinggi.

II.5.4 Komposisi dan Bahan

Komposisi bahan yang terdapat atau terkandung di dalam *Humagrow* sebagai berikut :

Tabel II.3 Komposisi bahan yang terkandung di dalam *Humagrow*

Komposisi	Jumlah Kandungan
Humad acid	85%
a) Makro	
N-organik	0,54%
N-NH ₄	0,03%
P (P ₂ O ₅)	0,14%
K (K ₂ O)	12,49%
b) Mikro	
Fe	2020 ppm
Cu	4 ppm
Mn	6 ppm
Zn	7 ppm
B	174 ppm
Co	0,74 ppm
pH (dalam 1% larutan)	8
KTK/CEC (me/100g)	203,19
Kelarutan air	100%
Kandungan air	10%
Bentuk	Granular
Warna	Coklat kehitaman

II.5.5 Manfaat Humagrow

Adapun manfaat dari *Humagrow* sebagai berikut :

1. Memperbaiki sifat fisik tanah (tanah lebih remah/gembur sehingga mudah diolah, meningkatkan aerasi tanah dan kapasitas menahan air dan mengurangi erosi)
2. Memperbaiki aktifitas biologi tanah dengan meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme tanah yang menguntungkan dalam penyediaan nutrisi.
3. Memperbaiki sifat kimia tanah, sehingga tanah mampu mengikat nutrisi yang diperlukan oleh tanaman.
4. Merangsang pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan komposisi vegetatif tanaman (jumlah dan kualitas daun, pertumbuhan tunas/pucuk, tinggi tanaman, diameter batang, pertumbuhan akar, dan meningkatkan hasil produksi.
5. Mengurangi tingkat stress bibit tanaman yang dipindah ke lapang.
6. Meningkatkan perkecambahan dan daya tumbuh benih.

II.6 Unsur Hara Tanaman

Seperti manusia, tanaman memerlukan makanan yang sering disebut hara tanaman. Berbeda dengan manusia yang menggunakan bahan organik, tanaman menggunakan bahan anorganik untuk mendapatkan energi dan pertumbuhannya. Dengan fotosintesis, tanaman mengumpulkan karbon yang ada di atmosfer yang kadarnya sangat rendah, ditambah air yang diubah menjadi bahan organik oleh klorofil dengan bantuan sinar matahari. Unsur yang diserap untuk pertumbuhan dan metabolisme tanaman dinamakan hara tanaman. Mekanisme perubahan unsur hara menjadi senyawa organik atau energi disebut metabolisme.

Dengan menggunakan hara, tanaman dapat memenuhi siklus hidupnya. Fungsi hara tanaman tidak dapat digantikan oleh unsur lain dan apabila tidak terdapat suatu hara tanaman, maka kegiatan metabolisme akan terganggu atau berhenti sama sekali. Disamping itu umumnya tanaman yang kekurangan atau ketiadaan suatu unsur hara akan menampilkan gejala pada suatu organ tertentu yang spesifik yang biasa disebut gejala kekahatan.

Unsur hara yang diperlukan tanaman adalah Karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Sulfur (S), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Seng (Zn), Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Molibden (Mo), Boron (B), Klor (Cl), Natrium (Na), Kobal (Co), dan Silikon (Si). (Anonim 5, 2009)

Tentang unsur-unsur hara makro dan mikro yang sangat diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan diambil oleh tanaman dalam bentuk anion dan kation. Bentuk-bentuknya dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel II.4 Unsur Hara Anion dan Kation Yang Diserap Oleh Tanaman

Jenis Unsur Hara	Simbol	Bentuk yang diserap oleh tanaman	
		Anion (-)	Kation (+)
I. Unsur Hara Makro			
Nitrogen	N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
Pospor	P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	-
Kalium	K	42 ⁻	K ⁺
Kalsium	Ca	-	Ca ²⁺
Magnesium	Mg	-	Mg ²⁺
Sulfur	S	SO ₄ ²⁻	-
II. Unsur Hara Mikro			
Mangan	Mn	-	Mn ²⁺
Boron	B	BO ₃ ²⁻	-
Molibdenum	Mo	MOO ₄ ²⁻	-
Tembaga	Cu	-	Cu ²⁺ atau Cu ³⁺
Seng	Zn	-	Zn ²⁺
Besi	Fe	-	Fe ²⁺ atau Fe ³⁺

Sumber : Ir. Mul Mulyani, 2008

Berikut ini merupakan unsur hara yang tergolong penting bagi tanaman yaitu:

1) Nitrogen (N)

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian – bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang, dan akar, tetapi kalau terlalu banyak dapat menghambat pembungaan dan pembuahan pada tanamannya.

Fungsi Nitrogen yang selengkapnya bagi tanaman adalah sebagai berikut:

- a. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman,
- b. Dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau, kekurangan N dapat menyebabkan khlorosis (pada daun muda berwarna kuning),
- c. Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman,
- d. Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daunan,
- e. Meningkatkan berkembangbiaknya mikroorganisme di dalam tanah. Sebagaimana diketahui hal itu penting sekali bagi kelangsungan pelapukan bahan organik.

Udara merupakan sumber Nitrogen yang tersebar. Dalam pemanfaatannya bagi tanaman harus mengalami perubahan terlebih dahulu dalam bentuk Amoniak dan Nitrat dan hal ini dapat dihasilkan oleh:

- a. Terjadinya halilintar di udara ternyata dapat menghasilkan zat Nitrat, yang kemudian dibawa air hujan meresap ke bumi,
- b. Bahan organik dalam bentuk sisa-sisa tanaman di alam terbuka (misalnya dalam pupuk kandang),
- c. Pabrik-pabrik pupuk buatan (seperti Urea, ZA, dll.),
- d. Oleh bakteri-bakteri.

2) Fosfor (P)

Pospor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein dan pospatide, merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel, demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Pospor diambil tanaman dalam bentuk $H_2PO_4^-$, dan HPO_4^- . Secara umum, fungsi dari P (pospor) dalam tanaman dapat dinyatakan sebagai berikut :

- a. Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai,
- b. Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa pada umumnya,
- c. Dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji atau gabah,

d. Dapat meningkatkan produksi biji-bijian.

Selain hal-hal diatas, fosfor sebagai penyusun lemak dan protein. Bagian-bagian tubuh tanaman yang bersangkutan dengan pembiakan generative, seperti daun-daun bunga, tangkai-tangkai sari, kepala-kepala sari, butir-butir tepung sari,daun buah serta bakal biji ternyata mengandung P. Jadi yang mendorong pembentukan bunga dan buah sangat banyak diperlukan unsur P. Dalam sitoplasma dan membran sel fosfor dirubah menjadi fosfat. Adapun sumbernya sebagai berikut:

- a. Dalam bentuk batu kapur-fosfat (Cirebon fosfat, Muria Fosfat, dll.),
- b. Dalam bentuk sisa-sisa tanaman dan lain-lain bahan organis,
- c. Dalam berbagai bentuk pupuk buatan (superfosfat, dobel superfosfat,Cirebon fosfat, basic slag, dll.),

3) Kalium (K)

Elemen ini dapat dikatakan bukan elemen yang langsung pembentuk bahan organik. Dalam hal ini dapat pula ditegaskan bahwa kalium berperan membantu :

- a. Pembentukan protein dan karbohidrat
- b. Mengeraskan jerami dan bagian kayu dari tanaman
- c. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit
- d. Meningkatkan kualitas biji/buah.

Adapun tentang sumber-sumber Kalium, adalah:

- a. Beberapa jenis mineral,
- b. Sisa-sisa tanaman dan jasad renik,
- c. Air irigasi serta larutan dalam tanah,
- d. Abu tanaman dan pupuk tanaman.

II.7 Logam Berat

Logam berat ialah unsur logam dengan berat molekul tinggi. Dalam kadar rendah logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Termasuk logam berat yang sering mencemari habitat ialah Hg, Cr, Cd, As, dan Pb (Am.geol. Inst., 1976).

Logam berat berkenaan dengan pertanian memunculkan empat persoalan yang saling berkaitan berupa akibat atas: (1) edafon, yaitu keseluruhan kehidupan di dalam tanah yang merupakan salah satu faktor pokok penentu produktivitas tanah; (2) hasil panen pertanian, baik jumlah maupun mutunya; (3) kesehatan ternak; dan (4) kesehatan manusia. Keempat persoalan tersebut dapat dikembalikan kepada satu persoalan dasar, yaitu perilaku logam berat di dalam tanah. Perilaku ini menentukan seberapa kuat dayanya mempengaruhi edafon, dan seberapa banyak jumlahnya yang dapat diserap tanaman.

Berdasarkan tinjauan serbacakup (*comprehensive*) Brummer (Verloo, 1993), keseluruhan logam berat yang ada dalam tanah dapat dipilahkan menjadi berbagai fraksi atau bentuk:

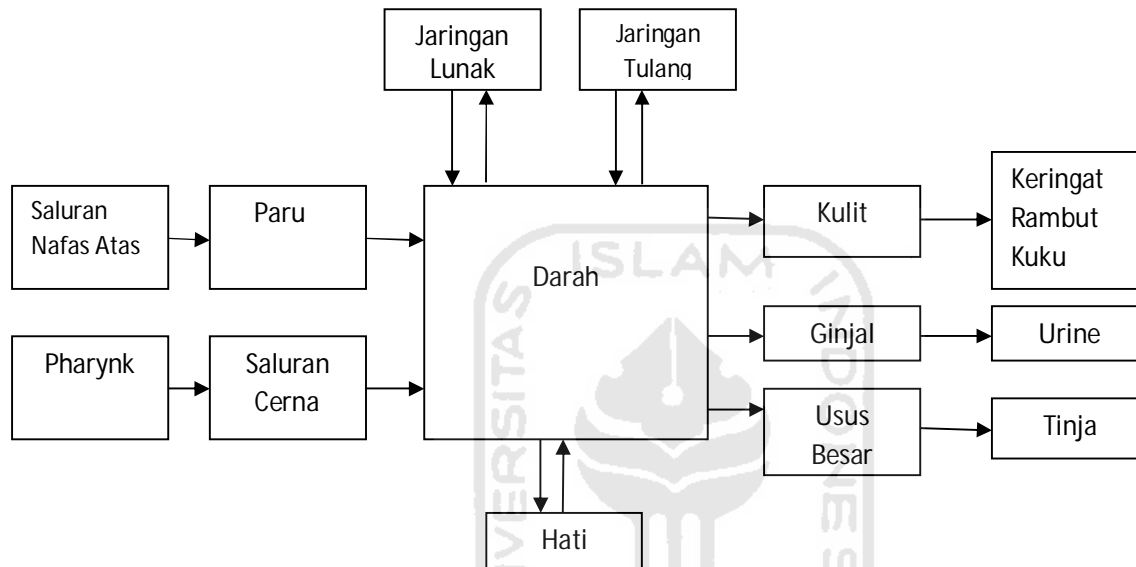
1. Larut air, berada dalam larutan tanah.
2. Tertukarkan, terikat pada tapak-tapak jerapan (*adsorption sites*) pada koloid tanah dan dapat dibebaskan oleh reaksi pertukaran ion.
3. Terikat secara organik, berasosiasi dengan senyawa humus yang tidak terlarutkan.
4. Terjerat (*occluded*) di dalam oksida besi dan mangan.
5. Senyawa-senyawa tertentu, seperti karbonat, fosfat, dan sulfida.
6. Terikat secara struktural di dalam mineral silikat atau mineral primer.

Bagian terbesar segala logam berat yang ada dalam tanah, yaitu 95 – 99% jumlah total, berada dalam fraksi 2, 3, 4, 5, dan 6. Meskipun fraksi 1 jumlahnya hanya sedikit, namun dilihat dari segi ekologi, fraksi ini paling penting karena penyerapan tanaman dan pengangkutan dalam lingkungan bergantung padanya. (Tejoyuwono, 2006)

II.7.1 Timbal (Pb)

Timbal termasuk logam berat "*trace metals*" karena mempunyai berat jenis lebih dari lima kali berat jenis air.²⁴ Bentuk kimia senyawa Pb yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan akan mengendap pada jaringan tubuh, dan sisanya akan terbuang bersama bahan sisa metabolisme.

Konsentrasi timbal di lingkungan tergantung pada tingkat aktivitas manusia, misalnya di daerah industri, di jalan raya, dan tempat pembuangan sampah. Karena timbal banyak ditemukan di berbagai lingkungan maka timbal dapat memasuki tubuh melalui udara, air minum, makanan yang dimakan dan tanah pertanian. (Sudarwin, 2008)



Gambar II.2 Skema metabolisme Pb dalam Tubuh Manusia (Hemberg S dalam Zens C, 1994, dengan modifikasi dalam Sudarwin, 2008)

Menurut Sudarwin, 2008, Timbal merupakan suatu logam toksik yang bersifat kumulatif, toksisitasnya dibedakan menurut organ yang dipengaruhi antara lain yaitu :

1. Risiko Timbal (Pb) pada system hemopoietik (berhubungan dengan sistem darah),
2. Risiko Keracunan Timbal (Pb) Pada Sistem Syaraf
3. Risiko Keracunan Timbal (Pb) Pada Sistem Ginjal
4. Risiko Keracunan Timbal (Pb) Pada Sistem Gastrointestinal (berhubungan dengan lambung dan usus)
5. Risiko Keracunan Timbal (Pb) Pada Sistem Kardiovaskular (peredaran darah)

6. Risiko Keracunan Timbal (Pb) Pada Sistem Reproduksi Dan Endokrin
7. Risiko Karsinogenik

II.7.2 Kadmium (Cd)

Kadmium adalah suatu logam putih, mudah dibentuk, lunak dengan warna kebiruan. Titik didih relatif rendah (767°C) membuatnya mudah terbakar, membentuk asap kadmium oksida. Kadmium masuk ke dalam tubuh manusia terjadi melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi. Untuk mengukur kadmium masuk ke dalam tubuh manusia perlu dilakukan pengukuran kadar Cd dalam makanan yang dimakan atau kandungan Cd dalam faeces. (Sudarwin, 2008)

Tabel II.5 Masuknya Cd per Hari pada Pria di Amerika berdasarkan kandungan Cd dalam makanan dan dalam faeces.

Sampel	Umur Org/th	Lokasi	Kadar
Makanan	15-18	-	26-61 ($\mu\text{g/hr}$)
Faeces	10-59	Texas	13-19 ($\mu\text{g/hr}$)
	10-59	Chicago	15-18 ($\mu\text{g/hr}$)
Sereal	-	-	23% *
Buah	-	-	18%
Sayuran daun	-	-	6%
Kentang	-	-	18%
Sayuran akar	-	-	1,5%
Legume	-	-	0,8%

*Presentase dari masuknya Cd per hari

Sumber : Fox (1983) dalam Sudarwin 2008

Sekitar 5% dari diet kadmium, diabsorpsi dalam tubuh. Sebagian besar Cd masuk melalui saluran pencernaan, tetapi keluar lagi melalui faeces sekitar 3 – 4 minggu kemudian dan sebagian kecil dikeluarkan melalui urin. Kadmium dalam tubuh terakumulasi dalam hati dan ginjal terutama terikat sebagai metalotionein. Metalotionein mengandung unsur sistein, di mana Cd terikat dalam gugus

sulfhidril (- SH) dalam enzim seperti *karboksil sisteinil*, *histidil*, *hidroksil*, dan *fosfatil* dari protein dan purin. Kemungkinan besar pengaruh toksisitas Cd disebabkan oleh interaksi antara Cd dan protein tersebut, sehingga menimbulkan hambatan terhadap aktivitas kerja enzim dalam tubuh. 16 Plasma enzim yang diketahui dihambat Cd adalah aktivitas dari enzim *alfa - antitripsin*. Terjadinya defisiensi enzim ini dapat menyebabkan *emfisema* dari paru dan hal ini merupakan salah satu gejala gangguan paru karena toksisitas Cd. (Sudarwin, 2008)

II.8 Bayam (*Amaranthus spp*)

II.8.1 Morfologi Bayam

Bayam termasuk tanaman setahun atau lebih yang berbentuk perdu (terna) dan tingginya dapat mencapai $\pm 1\frac{1}{2}$ meter. Sistem perakarannya menyebar dangkal pada kedalaman antara 20 – 40 cm, dan memiliki akar tunggang karena termasuk kelas *Dicotyledonae* (tanaman berbiji keping dua).

Batang bayam banyak mengandung air (*herbaceous*), tumbuh tinggi di atas permukaan tanah. Bayam tahun kadang-kadang batangnya mengeras berkayu, dan bercabang banyak. Percabangan akan melebar dan tumbuh tunas baru bila sering dilakukan pemangkasan.

Daun bayam umumnya berbentuk bulat telur dengan ujung agak meruncing, dan urat-urat daunnya jelas. Warna daun bervariasi, mulai dari hijau muda, hijau tua, hijau keputih-putihan sampai warna merah. Struktur daun bayam liar umumnya kasap, dan kadang-kadang berduri.

Bunga tersusun dalam malai yang tumbuh tegak, keluar dari ujung tanaman ataupun dari ketiak-ketiak daun. Bentuk malai bunga memanjang mirip ekor kucing, dan pembuangannya dapat berlangsung sepanjang musim atau tahun.

Alat reproduksi (perbanyakn tanaman) umumnya secara generatif (biji). Dari setiap tandan (malai) bunga dapat dihasilkan ratusan hingga ribuan biji. Ukuran biji sangat kecil, bentuknya bulat dan berwarna coklat tua mengkilap sampai hitam kelam, namun pada varietas Maksi bijinya berwarna putih sampai krem. (Rahmat, 1995)

II.8.2 Jenis Bayam

Bayam ada yang di budidayakan, ada juga yang tidak dibudidayakan. Bayam yang liar dan tidak dibudidayakan ada dua jenis, yaitu bayam tanah (*Amaranthus sp*) dan bayam berduri (*Amaranthus spinosus.L*). Bayam tersebut enak dimakan walaupun agak keras dan kasap. Warna batangnya kemerah-merahan. Sementara bayam yang biasa ditaman (diusahakan) umumnya berbiji hitam, di antaranya bayam cabut dan bayam tahun. Jenis bayam yang akan digunakan pada penelitian ini adalah bayam cabut (*Amaranthus tricolor*) (Hendro, 2010).

II.8.3 Bayam Cabut (*Amarathus tricolor*)

Bayam Cabut merupakan termasuk jenis tanaman semusim. Batang bayam cabut atau biasa disebut bayam sekul ada yang berwarna kemerah-merahan (bayam merah) dan ada yang hijau keputih-putihan (bayam putih). Bayam sekul berbunga pada ketiak daun. Jenis bayam ini dijual akarnya dalam bentuk ikatan sebesar lingkaran dua jari. Adapun jenis bayam cabut yang dianjurkan ditanam ialah giti hijau dan giti merah.(Hendro, 2010) Adapun ciri-ciri bayam cabut siap dipanen adalah umur tanaman antara 25 – 35 hari setelah tanam, tinggi tanaman antara 15 – 20 cm (Rahmat, 1995).

II.9 Landasan Perbandingan Komposisi Pupuk

Karena percobaan pemanfaatan limbah lumpur domestik ini akan dibandingkan dengan pemanfaatan limbah lumpur industri karet dengan perlakuan yang sama, maka untuk komposisi yang akan dilakukan mengacu pada percobaan yang telah dilakukan oleh industri karet di PT. Dharma Kalimantan Jaya (DKJ) dengan kombinasi lumpur dengan *asam humus* 1:100 dicobakan pada tanaman pepaya dan hasil buahnya lebih manis dibandingkan dengan kontrol media tanah biasa, walaupun tidak secara ilmiah percobaan tersebut dilakukan akan tetapi dapat menjadi dasar penelitian ini.

II.10 Landasan Perbandingan Media Tanam

Menurut Happy Widiastuti, dkk 2009 dalam “Keefektifan Beberapa Dekomposer Untuk Pengomposan Limbah *Sludge* Pabrik Kertas Sebagai Bahan Baku Pupuk Organik” media tanam dilakukan dengan perbandingan 80% tanah dan 20% kompos *sludge*. Dari jurnal tersebut dapat dijadikan landasan untuk perbandingan media tanam pada penelitian ini.



BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan di ruang terbuka dengan menggunakan *Polybag* ukuran 20cm x 20cm dengan menguji 6 (enam) konsentrasi lumpur kering dengan *asam humus* sebagai pupuk dan dicobakan pada tanaman bayam (*Amaranthus spp.*). Keenam konsentrasi tersebut adalah 1:100, 1:125, 1:150, 100% lumpur kering, 100% tanah ladang, dan tanah ladang yang ditambah asam humus, dari variasi tersebut terdapat 3 perlakuan sebagai kontrol berupa 100% lumpur kering, 100% tanah ladang, dan tanah ladang yang ditambah asam humus. Serta untuk media tanam dilakukan dengan perbandingan 80% tanah dan 20% pupuk organik (perbandingan campuran lumpur kering dan asam humus).

- a) Pelaksanaan proses pengamatan dan pemeliharaan tanaman dilakukan di samping rumah kaca Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dengan bahan baku lumpur kering dari IPAL Sewon, Bantul dan asam humus.
- b) Analisa kandungan organik, N, P, dan K lumpur kering IPAL Sewon dan campuran lumpur kering dengan asam humus dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Analisisnya menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)/*Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS)*.
- c) Analisa kandungan logam berat Pb dan Cd yang terkandung dalam lumpur kering IPAL Sewon dan campuran lumpur kering dengan asam humus yang dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Analisisnya menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)/*Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS)*.

III.2 Alat Dan Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian

A. Alat

1. *Polybag*
2. Ayakan
3. Palu kayu
4. Sekop kecil
5. Timbangan
6. Neraca analitik
7. Karung
8. Penggaris/meteran
9. Botol aqua bekas
10. Ember

B. Bahan

1. Lumpur kering hasil sedimentasi IPAL Sewon
2. *Asam Humus*
3. Benih bayam (*Amaranthus spp*)
4. Air
5. Tanah ladang

III.3 Variabel Penelitian

III.3.1 Variasi Komposisi Campuran Lumpur Kering dengan Asam Humus

Penelitian dilakukan dengan percobaan / eksperimen, dengan rancangan acak lengkap. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh komposisi antara tanah, lumpur kering, dan asam humus terhadap pertumbuhan tanaman bayam, maka dilakukan pengujian campuran berdasarkan asam humus dan lumpur kering yaitu 1:100, 1:125, 1:150, 100% lumpur kering, 100% tanah ladang, dan tanah ladang yang ditambah asam humus, dari variasi tersebut terdapat 3 perlakuan sebagai kontrol berupa 100% lumpur kering, 100% tanah ladang, dan tanah ladang yang ditambah asam humus.

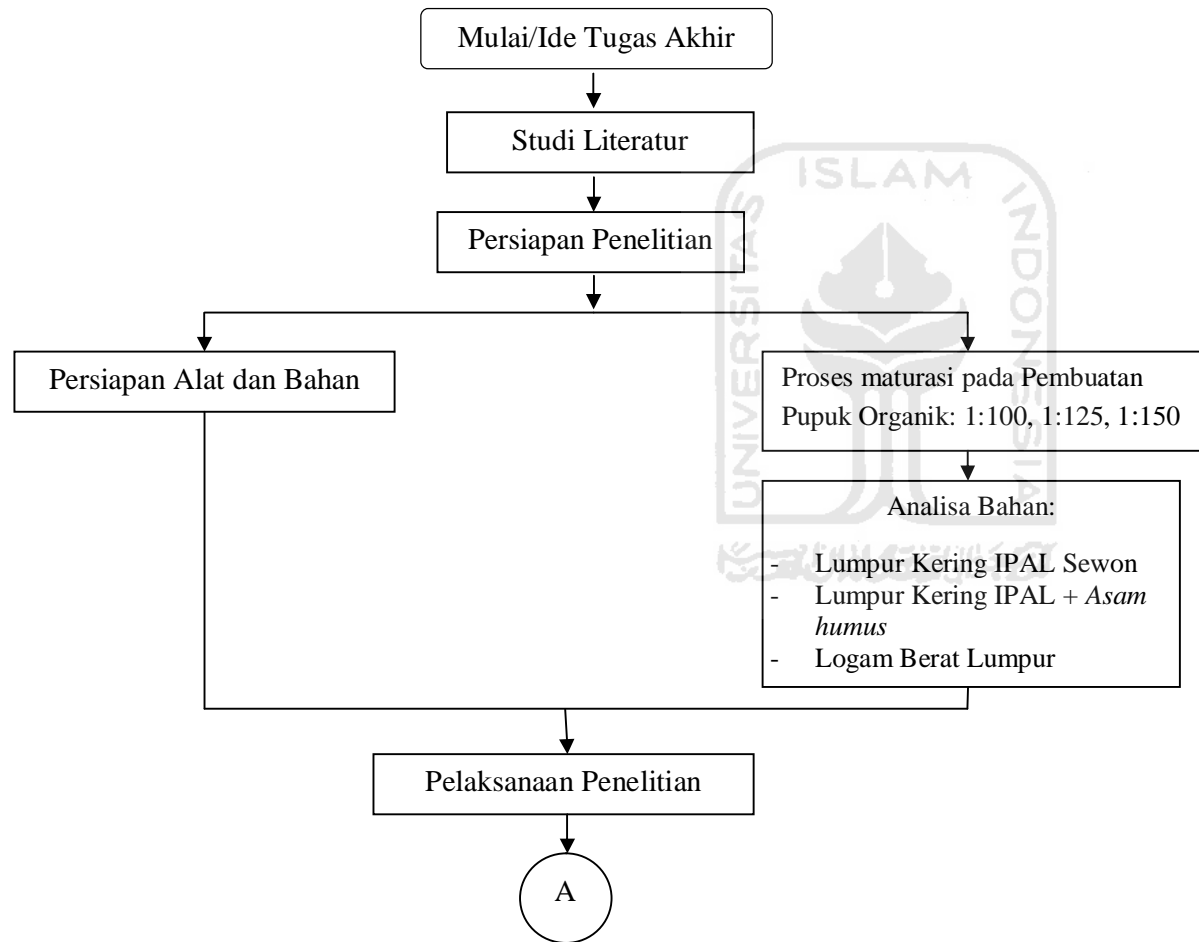
III.3.2 Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus spp*) Berdasarkan Variasi Campuran Lumpur Kering Dengan Asam Humus

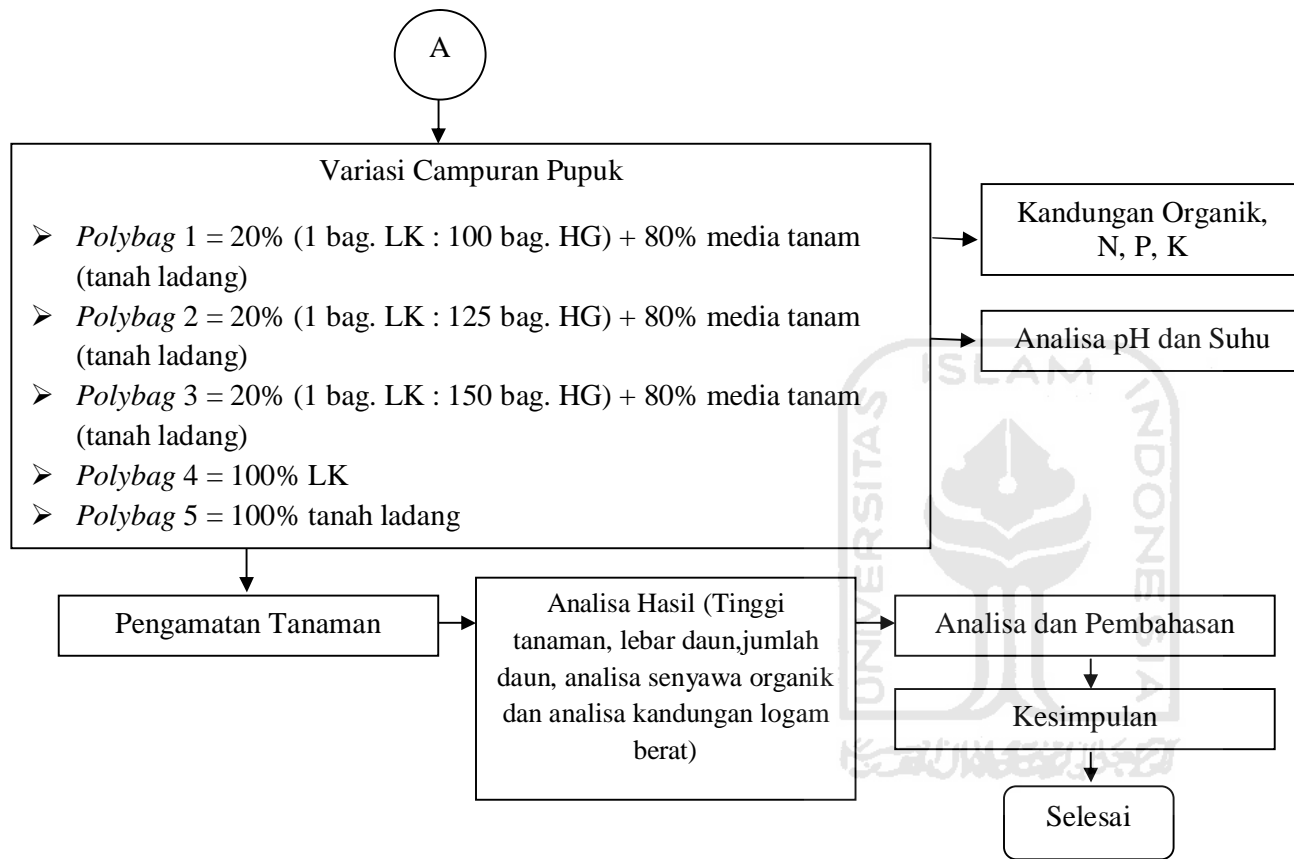
Untuk mengetahui perbandingan pertumbuhan tanaman bayam, maka dilakukan pengamatan selama pertumbuhannya berdasarkan indikator:

1. Tinggi tanaman Bayam
2. Lebar daun tanaman Bayam
3. Jumlah Daun



III.4 Kerangka Penelitian Tugas Akhir





Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

III.5 Tahapan Penelitian

III.5.1 Persiapan Bahan

Pada penelitian ini bahan yang akan digunakan adalah tanah ladang, *asam humate*, dan lumpur kering berasal dari hasil pengolahan IPAL Sewon, Bantul. *Sludge Drying Bed* pada IPAL Sewon, Bantul dapat dilihat pada Gambar III.2:



Gambar III.2 SDB (*Sludge Drying Bed*) IPAL Domestik Sewon, Bantul

Lumpur yang digunakan adalah lumpur kering yang diambil dari atas permukaan SDB (*Sludge Drying Bed*) pada ketebalan lumpur ± 10 cm yang kemudian dihancurkan hingga sebagian besar halus dengan cara ditumbuk, selanjutnya di ayak sehingga memperoleh lumpur kering yang halus saja untuk mempermudah dalam pencampuran dengan bahan lain. Proses persiapan bahan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar III.3 Proses Penumbukan Lumpur



Gambar III.4 Proses Pengayakan Lumpur

Untuk tanah digunakan tanah ladang biasa atau tanah yang umum untuk media tanam yang nantinya akan ditambah pupuk organik. Sedangkan *asam humate* merupakan bahan buatan pabrikan dengan merk *Humagrow* yang nantinya akan dicampurkan dengan lumpur kering menurut variasinya masing – masing.

III.5.2 Persiapan Reaktor

Reaktor yang digunakan untuk pencampuran bahan – bahan dan proses maturasi (pematangan) adalah ember dengan volume 43,8 liter. Sesuai dengan variasi yang akan dimatangkan terdapat 3 buah ember yang masing – masing diisi sesuai dengan variasinya yaitu 1: 100, 1: 125, 1:150. Pada proses pembuatan pupuk organik ini reaktor ditutup agar terjaga suhu dan kelembabannya. Reaktor dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar III.5 Reaktor Untuk Pembuatan Pupuk Organik

III.5.3 Pengoperasian Reaktor (Pembuatan Pupuk Organik dengan Proses Maturasi)

Untuk pembuatan pupuk organik dicobakan dengan berbagai variasi campuran sebagai berikut:

a. Variasi I dengan konsentrasi 1:100 untuk proses maturasi (pematangan)

Berat total pupuk organik adalah 5534,45 gram yang terdiri dari *asam humate* dengan lumpur kering. Pada variasi ini setelah dilakukan perhitungan didapat 54,8 gram untuk *asam humate* dan 5479,65 gram untuk lumpur kering.

b. Variasi I dengan konsentrasi 1:125 untuk proses maturasi (pematangan)

Berat total pupuk organik adalah 5534,62 gram yang terdiri dari *asam humate* dengan lumpur kering. Pada variasi ini setelah dilakukan perhitungan didapat 43,9 gram untuk *asam humate* dan 5490,72 gram untuk lumpur kering.

c. Variasi I dengan konsentrasi 1:150 untuk proses maturasi (pematangan)

Berat total pupuk organik adalah 5534,75 gram yang terdiri dari *asam humate* dengan lumpur kering. Pada variasi ini setelah dilakukan perhitungan didapat 36,65 gram untuk *asam humate* dan 5498,1 gram untuk lumpur kering.

Pembuatan pupuk organik dengan proses maturasi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- Mempersiapkan *asam humate* kemudian ditimbang dengan menggunakan Neraca Analitik sesuai dengan jumlah masing-masing variasi. Proses penimbangan *asam humate* dapat dilihat pada Gambar III.6 :



Gambar III.6 : Penimbangan Asam Humate dengan Neraca Analitik

- Mempersiapkan lumpur kering hasil ayakan dan kemudian ditimbang menurut variasinya masing – masing dan dimasukkan ke dalam reaktor. Lumpur kering yang telah dimasukkan ke dalam reaktor dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar III.7 : Lumpur yang telah dimasukkan ke dalam reaktor

- Mencampur *asam humate* dan lumpur kering pada masing-masing reaktor kemudian diaduk dengan sekop kecil sampai merata agar mendapatkan hasil yang optimal. Pengadukan dilakukan setiap hari selama pengujian dilakukan yaitu dalam kurun waktu satu minggu.



Gambar III.8 Proses pencampuran dan pengadukan

III.5.4 Persiapan Media Tanam

Persiapan media tanam dilakukan dengan variasi campuran 1:100, 1:125, 1:150, dan kontrol berupa 100% Lumpur Kering, kontrol 100% Tanah, kontrol *Asam Humate* + Tanah, yang masing – masing di ulang sebanyak 3 kali perlakuan, dengan melakukan tahapan:

- Menyiapkan *polybag* dengan ukuran 20 cm x 20 cm
- Melakukan perhitungan berat *asam humate*, lumpur kering, dan tanah dari masing – masing variasi sesuai dengan volume *polybag*
- Menyiapkan *asam humate* ± 27 gram untuk kebutuhan total variasi dan kontrol
- Menyiapkan lumpur kering hasil ayakan ± 9 kg untuk kebutuhan total variasi dan kontrol
- Menyiapkan tanah ladang ± 19 kg untuk kebutuhan total variasi dan kontrol
- Mencampur lumpur kering, *asam humate* dan tanah ladang dengan menggunakan media ember sebagai alat untuk pencampuran, kemudian digojok sampai merata agar menjadi satu sesuai dengan variasi media

tanam. Pencampuran lumpur kering, *asam humate* dan tanah ladang dapat dilihat pada Gambar III.9 berikut:



Gambar III.9 Pencampuran Bahan – Bahan untuk Media Tanam

- Terdapat 3 buah variasi campuran dan 3 buah perlakuan lagi untuk kontrol sebagai berikut:

1. Variasi I dengan Konsentrasi 1:100

Pada media tanam variasi ini setelah dilakukan perhitungan sesuai volume *polybag* didapat berat bahan – bahan yaitu 3,564 gram untuk *asam humate*, 3,564 ons untuk lumpur kering dan 1,44 kg tanah ladang. Variasi ini di gunakan dari hasil percobaan secara non-formal atau hasil uji coba campuran *asam humate* dan lumpur kering dari PT. Dharma Kalimantan Jaya industri karet di Kalimantan dengan perbandingan tersebut, selanjutnya mencobakannya pada tanaman pepaya dan dibandingkan dengan tanah biasa tanpa pupuk, hasilnya pepaya lebih manis daripada menggunakan tanah tanpa pupuk.

2. Variasi II dengan Konsentrasi 1:125

Pada media tanam variasi ini setelah dilakukan perhitungan sesuai volume *polybag* didapat berat bahan – bahan yaitu 2,856 gram untuk *asam humate*, 3,571 ons untuk lumpur kering dan 1,44 kg tanah ladang, sehingga konsumsi lumpur kering lebih banyak.

3. Variasi III dengan Konsentrasi 1:150

Untuk media tanam variasi ini konsumsi lumpur lebih banyak lagi dibanding dengan variasi sebelumnya. Setelah dilakukan perhitungan didapat 2,384 gram *asam humate*, 3,576 ons lumpur kering, dan 1,44 kg tanah ladang.

4. Kontrol IV dengan konsentrasi 100 % lumpur kering

Pada kontrol I ini diberikan lumpur 100 % untuk media tanam, sehingga nantinya untuk perbandingan untuk variasi pupuk organik mengenai efektifitas lumpur kering IPAL Sewon, Bantul tanpa pencampuran apapun. Pemberiannya sesuai dengan volume *polybag*.

5. Kontrol V dengan Konsentrasi 100 % Tanah Ladang

Pada kontrol II diberikan tanah ladang 100 % untuk media tanam, sehingga dapat digunakan untuk perbandingan variasi pupuk organik dengan tanpa pencampuran apapun. Pemberiannya sesuai dengan volume *polybag*.

6. Kontrol VI dengan Konsentrasi Asam Humate Dengan Tanah

Untuk konsentrasi ini diambil dari penanaman tanaman bayam pada umumnya dengan pemberian *asam humate* sesuai dengan dosis pada *Humagrow* . Setelah dilakukan perhitungan didapat berat *asam humate*.

III.5.5 Penanaman

Penanaman dilakukan di dalam *polybag*, dan terdapat 6 variasi perlakuan, setiap variasi ada 3 *polybag* dan setiap *polybag* terdapat 4 tanaman bayam. Setiap *polybag* diberi label K 1:100, K 1:125, K 1:150, AH:T, KK dan KT.

III.5.6 Proses Perawatan Tanaman

Perawatan tanaman dilakukan setelah benih bayam mulai di tanam dalam *polybag* sampai masa panen, dengan tahapan :

- Melakukan penyiraman setiap hari khususnya pada waktu sore hari menggunakan botol aqua bekas 600 ml yang sudah diberi lobang pada ujung botolnya dengan perlakuan sama pada setiap *polybag*.
- Melakukan penyiangan setiap hari agar dalam pertumbuhan tanaman bayam tidak terganggu oleh tanaman lain.

III.5.7 Proses Pengambilan Sampel

Proses pengambilan sampel direncanakan diambil pada semua jumlah tanaman bayam yang ada pada semua *polybag* dari semua variasi yaitu :

- a. Tinggi tanaman
 - ✓ Pengukuran tinggi tanaman dilakukan selama proses pertumbuhan awal hingga akhir pertumbuhan tanaman bayam yaitu masa panen.
 - ✓ Cara pengukuran tinggi tanaman bayam adalah dengan menggunakan penggaris, diukur dari atas sampai pada batang bawah diatas media tanam. Proses pengukuran tinggi tanaman dapat dilihat pada gambat berikut :



Gambar 3.12 Proses Pengukuran Tinggi Tanaman

b. Lebar daun tanaman bayam

- ✓ Pengukuran lebar daun dilakukan selama proses pertumbuhan awal hingga akhir pertumbuhan tanaman bayam.
- ✓ Cara pengukuran lebar daun adalah dengan menggunakan penggaris diukur dari diameter daun yang paling lebar. Proses pengukuran lebar daun dapat dilihat pada gambar dibawah :



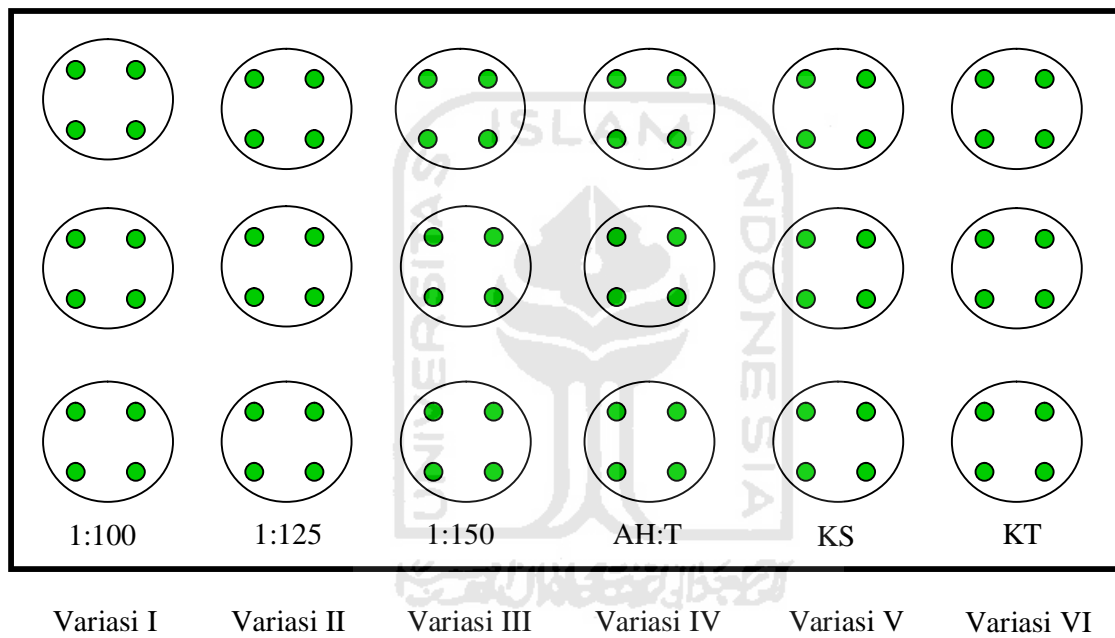
Gambar 3.13 Proses pengukuran lebar daun

c. Jumlah daun tanaman bayam

- ✓ Menghitung jumlah daun dilakukan selama proses pertumbuhan awal hingga akhir pertumbuhan tanaman bayam.
- ✓ Cara menghitung jumlah daun adalah dengan menghitung daun yang sudah terbentuk dengan sempurna atau tulang daunnya sudah terlihat.

III.5.8 Metode Rancangan Percobaan

Sebanyak 18 buah polybag dibagi dalam 6 kelompok yaitu kelompok 1:100, 1:125, 1:150, AH:T, KK, dan KT disusun seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.14 Rancangan Percobaan

Keterangan :

● = Tanaman Bayam

○ = Polybag (Tanah, Lumpur kering dan *asam humate*)

III.5.9 Pengamatan dan Pengumpulan Tanaman Bayam

Pengamatan tanaman dilakukan setiap satu kali dalam seminggu dan data yang diambil merupakan data perbandingan pertumbuhan tanaman bayam berdasarkan indikator tinggi tanaman, lebar daun dan jumlah daun



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini mencoba untuk mengetahui kemampuan limbah lumpur kering hasil dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik khususnya hasil dari unit sedimentasi yang telah dikeringkan di *sludge drying bed* (SDB) sebagai pupuk organik dengan perbandingan variasi berat penambahan *asam humate* (*humagrow*). Dari pencampuran tersebut dilakukan pematangan (maturasi) terlebih dahulu dengan parameter pH dan suhu.

Penelitian selanjutnya untuk mengetahui kelayakan sebagai pupuk organik, yang pokok harus diteliti ialah unsur C/N organik, Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K), karena unsur – unsur tersebut merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar (0,1% - 5%). Nitrogen bersama – sama P dan K sering disebut juga unsur hara primer, karena merupakan unsur yang paling sering menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman (Ali M, 2011). Untuk mengetahui Untuk mendukung hasil uji unsur – unsur diatas, pupuk organik akan dicobakan pada tanaman bayam cabut berwarna hijau (*Amaranthus tricolor*) dengan pengamatan tinggi, lebar daun, dan jumlah daun.

IV.1 Proses Pematangan (Maturasi)

Maturasi merupakan proses menuju kedewasaan (matang) atau dalam hal ini adalah untuk mengetahui proses dimana suatu reaksi pengomposan menjadi berhenti atau stabil dan siap digunakan untuk nutrisi suatu tanaman. Pada proses maturasi ini hanya dilakukan pada variasi perbandingan berat 1:100, 1:125, dan 1:150 untuk mengetahui apabila dilakukan pencampuran dengan *asam humate* masih mengalami proses pengomposan.

Proses maturasi ini dilakukan selama 7 hari di dalam ember dengan pengukuran parameter pH dan suhu yang dilakukan setiap jam 10 pagi agar suhu lingkungan sekitar relatif sama untuk setiap harinya dan tidak berpengaruh banyak pada pengukuran. Akan tetapi apabila suhu terlihat naik serta diikuti kenaikan pH dalam setiap harinya, maka campuran tersebut masih mengalami proses pengomposan, sehingga penelitian dilakukan lebih lama sampai suhu dan pH terlihat stabil. Hasil pengukuran pH dan suhu dapat dilihat pada tabel berikut :

Variasi Hari	1 : 100		1 : 125		1 : 150	
	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu
Senin	7	25	7	25	7	25
Selasa	7	25	7	25	7	25
Rabu	7	25	7	25	7	25
Kamis	7	25,5	7	25	7	25
Jumat	7	25	7	25	7	25
Sabtu	7	25	7	25	7	25
Minggu	7	25	7	25	7	25

Sumber : Data Primer, 2011

Tabel IV.1 Hasil Pengukuran pH dan Suhu pada Proses Pematangan (Maturasi)

IV.1.1 Analisa pH

Derajat keasaman tanah sangat berpengaruh pada proses pematangan, karena menurut Isroi (2011) apabila pH semakin naik berarti campuran tersebut masih dalam proses pengomposan, sedangkan untuk pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral (7,0).

Menurut Kemas Ali H. (2009), nilai pH tanah dapat digunakan sebagai indikator kesuburan kimiawi tanah, karena dapat mencerminkan ketersediaan hara dalam tanah tersebut. Setiap tanaman memerlukan jumlah hara dalam komposisi yang berbeda – beda, pengetahuan tentang pengaruh pH terhadap pola

ketersediaan hara tanah dapat digunakan sebagai acuan dalam pemilihan tanaman yang sesuai pada suatu jenis tanah.

Menurut Mul Mulyani S. (2008) derajat kemasaman/kebasaan dalam lambang pH yang berarti konsentrasi “ion hidrogen”, sehingga selanjutnya kita mengenal urutan skala sebagai berikut :

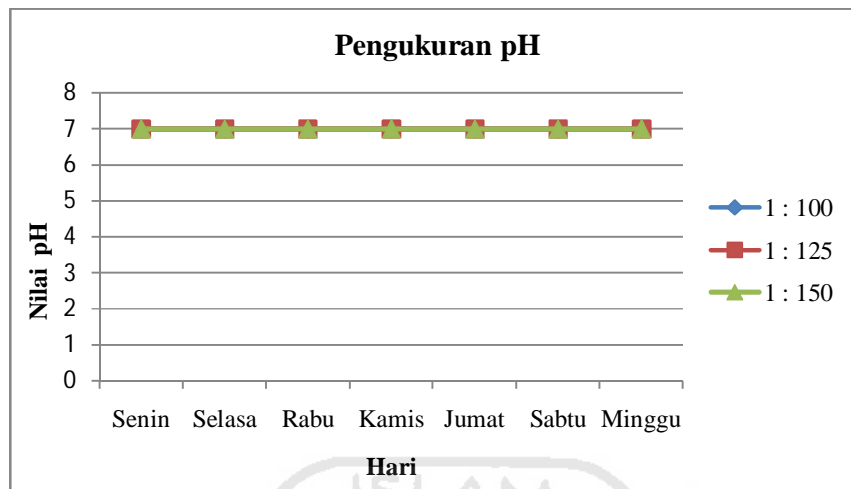
- pH 10 – 9 = sangat basa (alkalis),
- pH 8 = alkalis,
- pH 7 = netral,
- pH 6 = agak/sedikit masam,
- pH 5 = sedang/cukup masam,
- pH 4 = masam benar,
- pH 3 = sangat masam (ekstrim).

Pengukuran pH setiap hari dilakukan dari hari ke-1 sampai ke-7 pada campuran *asam humate* dengan lumpur kering untuk semua variasi dengan pH meter. Berikut pengukuran pH yang dilakukan:



Gambar IV.1 Pengukuran pH

Hasil pengukuran pH selama 7 hari didapat sebagai berikut:



Grafik IV.1 Hasil Pengukuran pada Proses Maturasi

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pH dari campuran perbandingan berat masing – masing variasi menunjukkan kestabilan yaitu dengan nilai 7 dari hari ke-1 sampai ke-7. Hasil tersebut menunjukkan bahwa selama proses maturasi tidak ada reaksi atau proses yang berlangsung, sehingga dapat dikatakan matang atau telah sampai pada titik stabil. Hasil yang diperoleh untuk campuran masing – masing variasi (pupuk organik) bersifat netral. Hal ini karena memang lumpur kering yang digunakan sudah bersifat stabil sehingga pada saat pencampuran dengan *asam humate* dan dilakukan maturasi proses pengomposan tidak berlangsung karena proses pengomposan kemungkinan terjadi pada saat pengeringan di *sludge drying bed*.

Dengan hasil pH netral, diharapkan unsur hara yang terkandung dalam pupuk dapat cukup banyak. Karena menurut Mul Mulyani (2008) pada reaksi tanah yang netral pH 7 atau tepatnya antara ph 6,5 – 7,5, biasanya tersedia unsur hara yang cukup banyak (optimal).

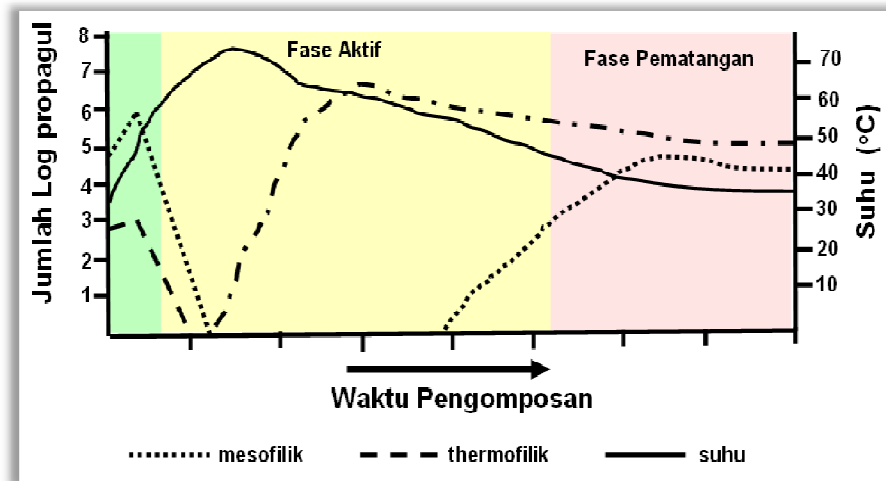
Pola ketersediaan hara ini juga menunjukkan bahwa pH optimum untuk ketersediaan unsur hara tanah adalah sekitar 7,0, karena pada pH ini semua unsur makro (C, O₂, H, N, P, K, Ca, Mg, dan S) tersedia secara maksimum sedangkan

unsur hara mikro (Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo, dan Cl) tidak maksimum kecuali Mo, sehingga kemungkinan terjadinya toksisitas unsur mikro tertekan. Pada pH dibawah 6,5 dapat terjadi defisiensi P, Ca, dan Mg serta toksisitas B, Mn, Cu, Zn, dan Fe, sedangkan pH diatas 7,5 dapat terjadi defisiensi P, B, Fe, Mn, Cu, Zn, Ca, dan Mg, juga keracunan B dan Mo (Kemas, 2009).

IV.1.2 Analisa Suhu

Dinamika temperatur menjadikan peranan yang penting dalam proses pengomposan. Dinamika temperatur adalah indikator dari dinamika aktivitas mikrobiologi dalam pengomposan. Oleh karena itu profil perubahan temperatur menggambarkan pula karakteristik proses pengomposan yang sedang berjalan, bahkan menjadi parameter kematangan kompos. Kompos dikatakan matang apabila temperatur kompos tidak lebih dari 20 °C di atas temperatur udara. Proses pengomposan umumnya digambarkan sebagai hubungan antara waktu – temperatur. Temperatur meningkat karena adanya panas yang dihasilkan oleh metabolisme mikroba dan terinsulasi oleh material yang dikomposkan. Panas yang dihasilkan oleh mikroba merupakan hasil dari respirasi. Mikroba tidak benar-benar efisien dalam mengkonversikan dan menggunakan energi kimia di dalam substrat. Energi yang tidak terpakai menjadi panas. Oleh karena itu kenaikan temperatur menjadi indikator adanya aktivitas mikroba. Semakin aktif populasi mikroba, semakin tinggi panas yang dihasilkan. (Wahyono, S dan Firman L. Sahwan, 2008).

Menurut Sri Wahyono dan Firman L. Sahwan (2008) fasa pematangan yang ditandai dengan penurunan temperatur dari temperatur puncak menuju kestabilan. Kematangan kompos terjadi pada temperatur 26-27 °C pada hari ke 30. Temperatur ini sama dengan temperatur tanah dan telah sesuai dengan persyaratan kompos matang. Dinamika suhu dalam proses pengomposan dapat dilihat pada grafik berikut:



Sumber : Pengomposan Limbah Kakao, Isroi, 2008

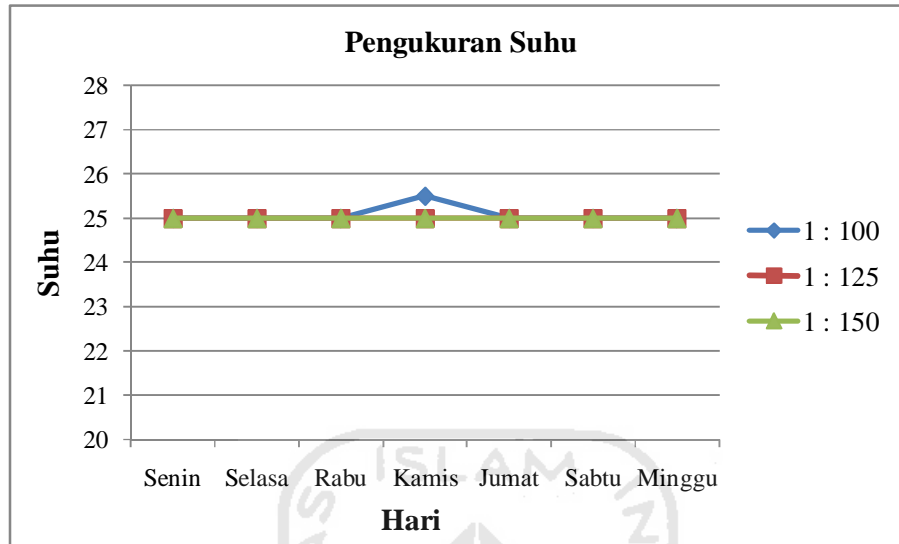
Grafik IV.2 Perubahan Suhu dan Jumlah Mikroba Selama Proses Pengomposan

Pengukuran suhu/temperatur yang dilakukan setiap hari selama 7 hari berturut – turut pada variasi perbandingan berat campuran *asam humate* dengan lumpur kering yang ditempatkan ke reaktor maturasi yaitu ember dengan volume sekitar 44 liter. Berikut pengukuran suhu yang dilakukan:



Gambar IV.2 Pengukuran Suhu/Temperatur

Hasil pengukuran suhu yang dilakukan selama 7 hari sebagai berikut:



Garfik IV.3 Hasil Pengukuran Suhu pada Proses Maturasi

Dari hasil yang telah diperoleh terlihat menunjukkan kestabilan suhu yaitu 25°C untuk semua variasi, walaupun terdapat satu kenaikan suhu di variasi 1:100 pada hari kamis yaitu 25,5°C. Namun kenaikan suhu tersebut tidak begitu berarti karena pada hari seterusnya sampai hari ke-7 suhu kembali stabil, sehingga dari hasil tersebut dapat dikatakan variasi campuran berdasarkan perbandingan berat telah menunjukkan fase pematangan. Hasil ini memang seharusnya terjadi karena lumpur kering yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik ini telah stabil, sehingga pada saat pencampuran dengan *asam humate* dan pada proses maturasi tidak mengalami pengomposan, karena dimungkinkan proses pengomposan lumpur sudah terjadi pada saat pengering di *sludge drying bed*.

IV.2 Hasil Pengukuran C/N, N, P, K

IV.2.1 Analisa Lumpur Kering

Analisa lumpur kering dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur hara yang berasal dari *Sludge Drying Bed* IPAL Sewon. Analisa lumpur kering meliputi N – total, P – total, K – total, C – organik, dan ratio C/N - organik. Analisa tanah dilakukan di Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Yogyakarta. Adapun hasil analisa tanah dapat dilihat pada tabel IV.2 :

Kode	C-organik	N-total	Ratio C/N	P-total	K-total
Satuan	%	%		%	%
Lumpur	6,61	1,09	6	0,90	0,04

Sumber : Data Primer, 2011

Tabel IV.2 Hasil Analisa Lumpur Kering

IV.2.2 Analisa Tanah

Analisa tanah dilakukan juga untuk mengetahui unsur hara yang terkandung di dalamnya seperti halnya lumpur kering tanpa ditambahkan apapun. Analisa tanah meliputi N – total, P – total, K – total, C – organik, dan ratio C/N – organik. Analisa tanah dilakukan di Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Yogyakarta. Adapun hasil analisa tanah dapat dilihat pada tabel IV.3 :

Kode	C-organik	N-total	Ratio C/N	P-total	K-total
Satuan	%	%		%	%
Tanah	2,18	0,24	9	0,23	0,02

Sumber : Data Primer, 2011

Tabel IV.3 Hasil Analisa Tanah

IV.2.3 Analisa Campuran Tanah dengan Asam Humate

Analisa Campuran Tanah dengan *asam humate* dilakukan untuk mengetahui pengaruh *asam humate* apabila ditambahkan ke tanah sebagai pupuknya. Analisa tanah meliputi N – total, P – total, K – total, C – organik, dan ratio C/N – organik. Analisa tanah dilakukan di Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Yogyakarta. Adapun hasil analisa tanah dapat dilihat pada tabel IV.4 :

Kode	C-organik	N-total	Ratio C/N	P-total	K-total
Satuan	%	%		%	%
Tanah + AH	2,78	0,24	12	0,20	0,05

Sumber : Data Primer, 2011

Tabel IV.4 Hasil Analisa Campuran Tanah dengan *Asam Humate*

IV.2.4 Analisa Pupuk Organik

Dalam penelitian ini yang disebut pupuk organik merupakan variasi campuran berdasarkan berat, yaitu 1:100, 1:125, dan 1:150. Analisa pupuk organik ini dilakukan setelah mengalami proses pematangan/maturasi. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui unsur hara yang terkandung di dalamnya terutama unsur hara makro, sehingga dapat dibandingkan dengan standar kelayakan pupuk organik. Adapun analisa pupuk organik dari 3 variasi tersebut dapat dilihat pada tabel IV.5 sebagai berikut :

Data Analisa Pupuk Organik dalam Variasi 1:100		
Parameter	Unit Satuan	Hasil Uji
C/N		7
N-total (Nitrogen)	%	0,84
Posfor (P)	%	0,99
Kalium (K)	%	0,05
Data Analisa Pupuk Organik dalam Variasi 1:125		
Parameter	Unit Satuan	Hasil Uji
C/N		5
N-total (Nitrogen)	%	0,7
Posfor (P)	%	1,01
Kalium (K)	%	0,05
Data Analisa Pupuk Organik dalam Variasi 1:150		
Parameter	Unit Satuan	Hasil Uji
C/N		5
N-total (Nitrogen)	%	1,35
Posfor (P)	%	0,79
Kalium (K)	%	0,05

Sumber : Data primer, 2011

Tabel IV.5 Data analisis pupuk organik pada variasi 1:100, 1:125, dan 1:150

Dari keseluruhan hasil variasi pupuk organik berdasarkan berat dsan kontrol, didapat berbagai macam hasil kandungan unsur hara yang meliputi N – total, P – total, K – total, C – organik, dan ratio C/N – organik yang dihasilkan dari analisa laboratorium diatas. Hasil pengukuran kandungan unsur hara dari tiap – tiap variasi dan kontrol dapat dilihat pada tabel IV.6 :

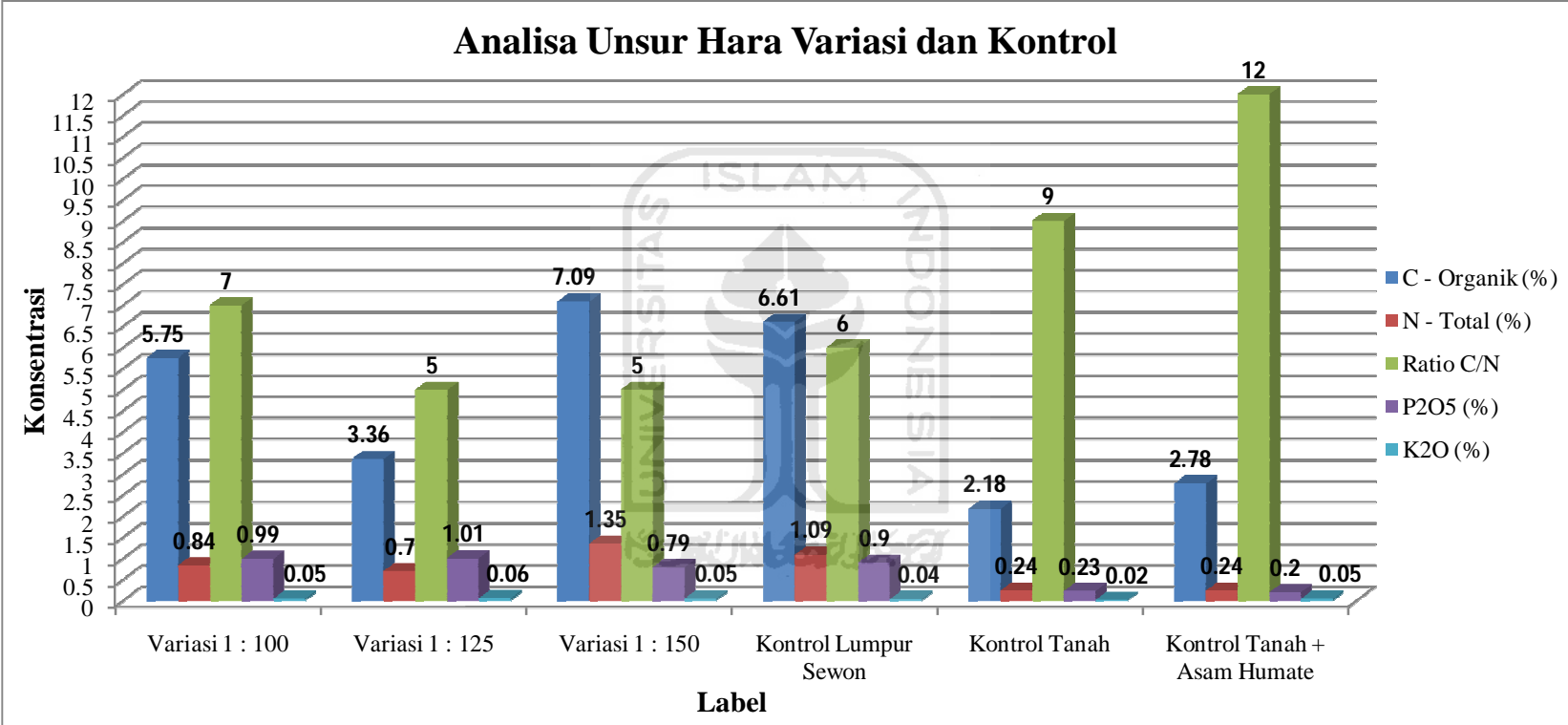
No	Variasi/Kontrol	Konsentrasi				
		C - Organik (%)	N - Total (%)	Ratio C/N	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
1	Variasi 1 : 100	5.75	0.84	7	0.99	0.05
2	Variasi 1 : 125	3.36	0.7	5	1.01	0.06
3	Variasi 1 : 150	7.09	1.35	5	0.79	0.05
4	Kontrol Lumpur Sewon	6.61	1.09	6	0.9	0.04
5	Kontrol Tanah	2.18	0.24	9	0.23	0.02
6	Kontrol Tanah + <i>Asam Humate</i>	2.78	0.24	12	0.2	0.05

Sumber : Data Primer, 2011

Tabel IV.6 : Hasil Analisa Unsur Hara Laboratorium Untuk Pupuk Organik dan Kontrol



Berikut Grafik Hasil Analisa Unsur Hara Laboratorium Untuk Pupuk Organik dan Kontrol :



Grafik IV.4 Hasil Analisa Unsur Hara Laboratorium Untuk Pupuk Organik dan Kontrol

IV.3 Kualitas Pupuk Organik

Dikatakan pupuk organik bukan hanya dari bahan dasarnya, akan tetapi dari kualitasnya juga turut mengindikasikan sebagai pupuk organik. Dari hasil analisa laboratorium variasi pupuk organik yang diperoleh diatas dapat di analisis lagi dengan dibandingkan antara masing – masing variasi dengan kontrol yang ada, dan diperoleh hasil paling optimum dari variasi – variasi tersebut berdasarkan pada unsur hara yang ada di dalamnya. Setelah didapat hasil paling optimum, sesuai dengan pembahasan dalam hal ini yaitu kualitas pupuk organik apabila dibandingkan dengan peraturan atau standar mengenai pupuk organik berdasarkan unsur hara yang terkandung.

IV.3.1 Analisa N - Total

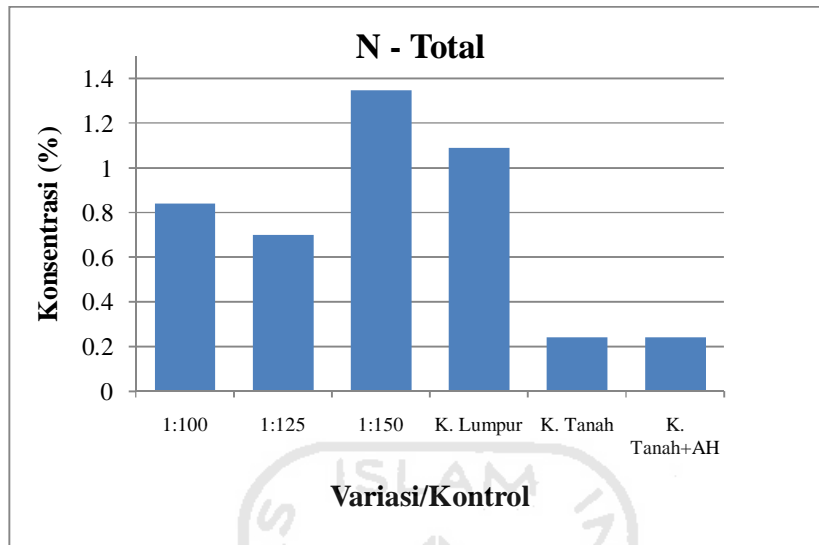
Analisa N-total merupakan pembahasan dari hasil analisa laboratorium yang berupa N-total untuk semua variasi yaitu 1:100, 1:125, dan 1:150, begitu juga kontrol lumpur Sewon, kontrol tanah, dan kontrol tanah + *asam humate*. Analisa ini berguna untuk mengetahui unsur hara yang berupa N-total dari tiap-tiap variasi dan kontrol yang ada. Adapun hasil N-total sebagai berikut :

No	Variasi/Kontrol	Parameter
		N-total (%)
1	Variasi 1 : 100	0.84
2	Variasi 1 : 125	0.7
3	Variasi 1 : 150	1.35
4	Kontrol Lumpur Sewon	1.09
5	Kontrol Tanah	0.24
6	Kontrol Tanah + <i>Asam Humate</i>	0.24

Sumber : Data Primer, 2011

Tabel IV.7 Hasil Analisa N-total Variasi dan Kontrol

Apabila dilihat dalam bentuk grafik didapat sebagai berikut:



Grafik IV.5 Hasil Analisa N-total Variasi dan Kontrol

N-total termasuk unsur hara yang penting bagi semua tanaman atau disebut unsur hara makro. Seperti yang dikemukakan oleh Ali Munawar (2011), Nitrogen (N) merupakan bagian dari semua sel hidup. Didalam tanaman N berfungsi sebagai komponen utama protein, hormon, klorofil, vitamin, dan enzim-enzim esensial untuk kehidupan tanaman. N diperlukan dalam jumlah besar untuk seluruh proses pertumbuhan di dalam tanaman. Metabolisme N merupakan faktor utama pertumbuhan vegetatif, batang, dan daun. Tanaman yang mendapatkan pasokan N yang cukup, pertumbuhan vegetatif baik dengan ciri warna hijau tua, tetapi pasokan yang terlalu banyak dapat menunda pembungaan dan pembentukan buah. Sebaliknya, kekurangan pasokan N menyebabkan daun menguning, pertumbuhan kerdil, dan gagal panen.

Apabila kita lihat grafik dari hasil analisa laboratorium mengenai N-total, diantara variasi pupuk organik yang paling menunjukkan angka tertinggi jika dibandingkan dengan kontrol sebagai acuan adalah variasi 1:150 dengan hasil N-total 1,35%, menurut Afandie Rosmarkam dan Nasih Widya Y. (2002) harkat N-total dengan hasil seperti itu tergolong “Sangat Tinggi”. Hal ini dimungkinkan

karena dari lumpur keringnya sendiri tanpa pencampuran dengan *asam humate* sudah cukup mengandung N-total, sebaliknya apabila ditambah *asam humate* justru menurunkan kadar N-total. Hal lain yang dapat diperkirakan adalah waktu sampling variasi pupuk organik, kemungkinan *asam humate* terambil tidak dapat mewakili perbandingan variasinya, karena *asam humate* dalam bentuk granul/serbuk kasar sehingga tidak dapat homogen sepenuhnya waktu pencampuran.

Mengacu berdasarkan persyaratan teknis minimal pupuk organik dalam persyaratan teknis minimal organik dan pembenah tanah Surat Keputusan Menteri Pertanian NO:28/PERMENTAN/SR.130/B/2009, bahwa untuk N-total variasi pupuk organik dalam penelitian ini keseluruhan termasuk memenuhi standar, karena dalam standar dicantumkan nilai N-total < 6 %.

IV.3.2 Analisa Fosfor (P)

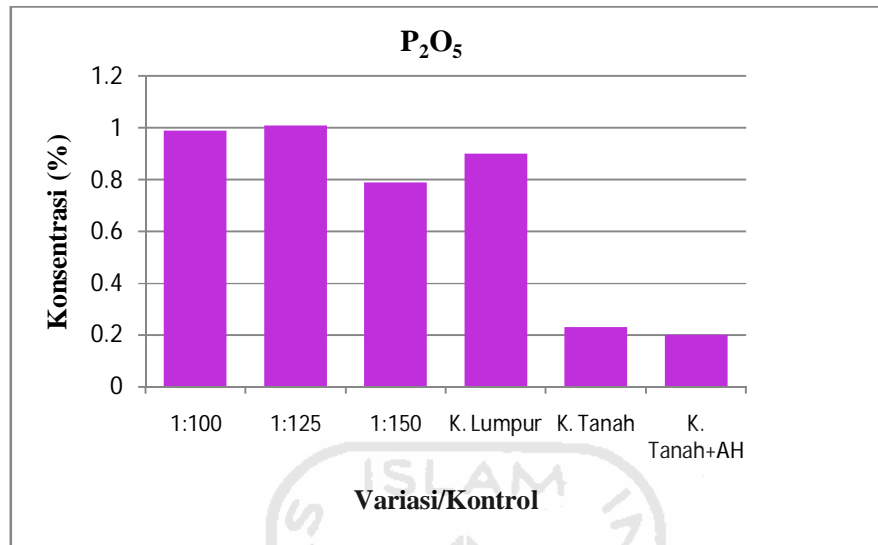
Fosfor (P) merupakan termasuk unsur makro yang diperlukan tanaman, sehingga penting diteliti kandungan yang ada dalam variasi pupuk organik guna mengetahui konsentrasi fosfor (P) yang ada di tiap variasinya. Berikut tabel hasil analisa laboratorium:

No	Variasi/Kontrol	Parameter
		P ₂ O ₅ (%)
1	Variasi 1 : 100	0,99
2	Variasi 1 : 125	1,01
3	Variasi 1 : 150	0,79
4	Kontrol Lumpur Sewon	0,9
5	Kontrol Tanah	0,23
6	Kontrol Tanah + <i>Asam Humate</i>	0,2

Sumber : Data Primer, 2011

Tabel IV.8 Hasil Analisa N-total Variasi dan Kontrol

Apabila dilihat dalam bentuk grafik didapat sebagai berikut:



Grafik IV.6 Hasil Analisa Fosfor (P) Variasi dan Kontrol

Menurut Ali Munawar (2011) Fosfor (P) adalah unsur hara esensial/mendasar penyusun beberapa senyawa kunci dan sebagai katalis reaksi-reaksi biokimia penting di dalam tanaman. Fosfor berperan dalam menangkap dan mengubah energi matahari menjadi senyawa-senyawa yang sangat berguna bagi tanaman. Itulah peran vital P di dalam nutrisi tanaman agar tanaman dapat tumbuh, berkembang, dan memproduksi dengan normal.

Fosfor merupakan bagian esensial/mendasar proses fotosintesis dan metabolisme karbohidrat. Di samping itu, P juga memacu kemasakan tanaman, terutama pada tanaman biji-bijian, dan mengurangi masa untuk pemasakan biji. Kecukupan P dapat meningkatkan kekuatan jerami tanaman sereal dan lapasitas sematan N oleh legum, dan ketahanan tanaman terhadap penyakit akar (Ali Munawar, 2011). Pasokan P yang cukup dapat meningkatkan kualitas buah, pakan ternak, sayuran, dan biji tanaman (Havlin *et al.* 2005 dalam Ali Munawar, 2011).

Karena fungsi P sangat penting untuk pertumbuhan dan metabolisme tanaman, kekurangan P sangat menghambat sebagian besar proses-proses tersebut,

seperti pembelahan sel dan pengembangan sel, respirasi, dan fotosintesis (Marschner 1986; Havlin et al. 2005 dalam Ali Munawar, 2011). Gejala kekahatan P pada beberapa jenis tanaman, jagung dan kubis misalnya, ditandai dengan batang dan daun hijau kebiruandan berkembang menjadi warna ungu, pemasakan dan pertumbuhan terhambat.

Dilihat dari grafik hasil analisa laboratorium mengenai Fosfor dalam P_2O_5 , diantara variasi pupuk organik yang paling menunjukkan angka tertinggi jika dibandingkan dengan kontrol sebagai acuan adalah variasi 1:125 dengan hasil 1,01% P_2O_5 atau 0,43% P, menurut Afandie Rosmarkam dan Nasih Widya Y. (2002) dalam Churun A'in harkat P dengan hasil seperti itu tergolong "Sangat Tinggi".

Dilihat pada kontrol lumpur kering yang hasil analisisnya cenderung tinggi, seharusnya untuk perbandingan 1:150 hasil lebih tinggi daripada kontrol lumpur kering, karena telah dicampur dengan asam humate guna menambah kadar P itu sendiri. Hal ini kemungkinan pada saat sampling tidak dapat mewakili variasinya, karena kurang homogen dalam pencampurannya.

Mengacu berdasarkan persyaratan teknis minimal pupuk organik dalam persyaratan teknis minimal organik dan pembenah tanah Surat Keputusan Menteri Pertanian NO:28/PERMENTAN/SR.130/B/2009, bahwa untuk Fosfor (P) dalam P_2O_5 variasi pupuk organik dalam penelitian ini keseluruhan termasuk memenuhi standar, karena dalam standar dicantumkan nilai $P_2O_5 < 6 \%$.

IV.3.3 Analisa Kalium (K)

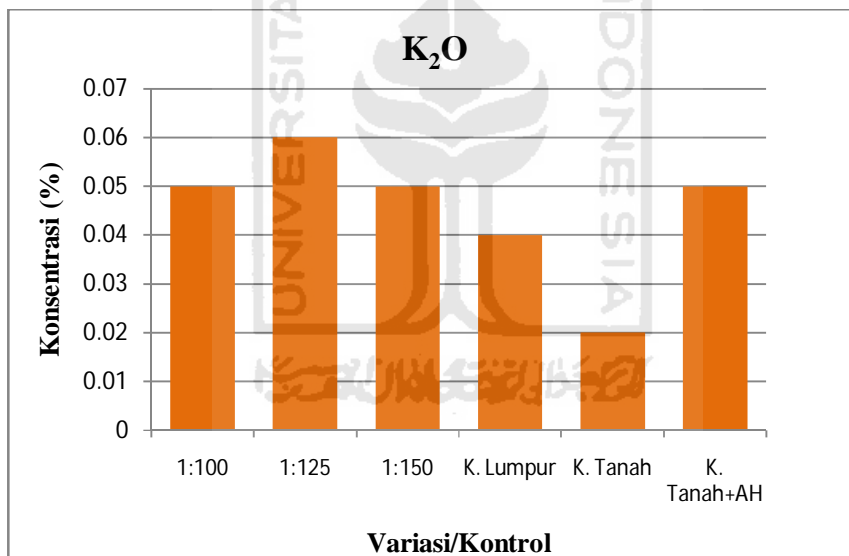
Karena telah di analisa unsur Nitrogen (N) dan Fosfor (P), tidak lupa unsur Kalium (K) juga penting untuk di analisa dalam penelitian pupuk organik ini. Karena menurut Ali Munawar (2011) bersama-sama unsur N dan P, Kalium (K) adalah unsur hara esensial primer bagi tanaman yang diserap oleh tanaman dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan unsur-unsur hara lainnya, kecuali N. berikut hasil analisa laboratorium untuk Kalium (K) :

No	Variasi/Kontrol	Parameter
		K ₂ O (%)
1	Variasi 1 : 100	0,05
2	Variasi 1 : 125	0,06
3	Variasi 1 : 150	0,05
4	Kontrol Lumpur Sewon	0,04
5	Kontrol Tanah	0,02
6	Kontrol Tanah + <i>Asam Humate</i>	0,05

Sumber : Data Primer, 2011

Tabel IV.9 Hasil Analisa Kalium (K) Variasi dan Kontrol

Apabila dilihat dalam bentuk grafik didapat sebagai berikut:



Grafik IV.7 Hasil Analisa Kalium (K) Variasi dan Kontrol

Menurut Novizan (2002), secara umum peran kalium berhubungan dengan proses metabolisme, seperti fotosintesis dan respirasi. Tanaman yang kahat K mempunyai daun-daun muda yang berwarna hijau tua, batang kecil, dan buku pendek. Daun-daun tuanya nekrosis (kematian sel) pada bagian pinggir dan ujung daun, serta keriting tegak atau nekrosis di daerah antar tulang daun. Pada tanaman

padi dan jagung, kekahatan K menyebabkan batang menjadi lebih kecil, lemah dan mudah rebah (Jones 1998;Havlin et al.2005 dalam Ali Munawar 2011).

Dilihat dari hasil analisa laboratorium kandungan K dalam pupuk organik yang paling tinggi adalah pada variasi perbandingan 1:125 dengan hasil 0,06 % K_2O atau 0,0498% K, menurut Afandie Rosmarkam dan Nasih Widya Y. (2002) harkat K-total dengan hasil seperti itu tergolong “Rendah”. Kemungkinan hal ini karena memang dari lumpur kering sendiri sudah rendah kandungan Kaliumnya, atau juga karena pengaruh pada sampling yang pencampurannya kurang homogen.

Mengacu berdasarkan persyaratan teknis minimal pupuk organik dalam persyaratan teknis minimal organik dan pembenah tanah Surat Keputusan Menteri Pertanian NO:28/PERMENTAN/SR.130/B/2009, bahwa untuk kalium (K) dalam K_2O variasi pupuk organik dalam penelitian ini keseluruhan termasuk memenuhi standar, karena dalam standar dicantumkan nilai $K_2O < 6 \%$.

IV.3.4 Analisa Ratio C/N

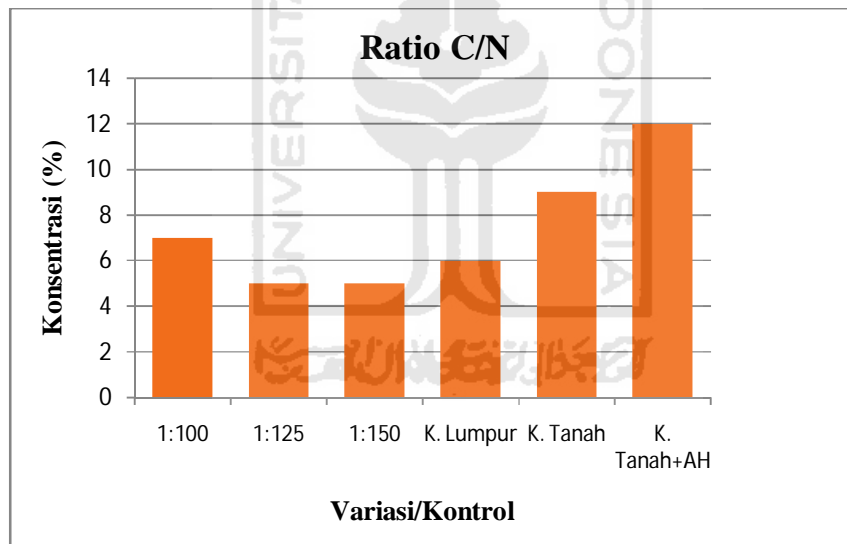
Salah satu sifat bahan organik yang sangat penting bagi peningkatan kandungan bahan organik tanah adalah kandungan karbon (C) dan Nitrogen (N) sumber bahan organik. Hubungan C dan N menentukan nilai dari bahan atau paling tidak menentukan tindakan yang harus dilakukan agar penambahan bahan organik bermanfaat untuk perbaikan kondisi tanah (Ali Munawar, 2011). Berikut merupakan hasil analisa laboratorium C/N dari penelitian pupuk organik ini:

No	Variasi/Kontrol	Parameter
		Rasio C/N
1	Variasi 1 : 100	7
2	Variasi 1 : 125	5
3	Variasi 1 : 150	5
4	Kontrol Lumpur Sewon	6
5	Kontrol Tanah	9
6	Kontrol Tanah + <i>Asam Humate</i>	12

Sumber : Data Primer, 2011

Tabel IV.10 Hasil Analisa Rasio C/N Variasi dan Kontrol

Apabila dilihat dalam bentuk grafik didapat sebagai berikut:



Grafik IV.8 Hasil Analisa Rasio C/N Variasi dan Kontrol

Pentingnya rasio C/N suatu bahan terkait dengan pengaruh bahan tersebut terhadap ketersediaan N bagi tanaman, dan tingkat laju dekomposisi bahan di dalam tanah. Rasio C/N rendah berarti bahan mengandung banyak N dan mudah terdekomposisi, sehingga dapat memasok N bagi tanaman. Sebaliknya bahan-bahan dengan rasio C/N tinggi akan sulit terdekomposisi dan dapat menyebabkan

kekahatan N pada tanaman. Jika hanya sedikit N yang terkandung dalam residu tanaman, jasad renik akan menggunakan N inorganik di dalam tanah untuk memenuhi kebutuhan N-nya, sehingga jasad renik tersebut berebut N dengan tanaman dan mengurangi jumlah N yang tersedia bagi pertumbuhan tanaman. Peristiwa ini disebut dengan imobilisasi N, akan tetapi imobilisasi N akan terjadi jika residu tanaman atau bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah mempunyai rasio $C/N > 30$, sehingga bahan organik dengan rasio $C/N > 30$ perlu dikomposkan terlebih dahulu sebelum diberikan ke dalam tanah. (Ali Munawar, 2011).

Dilihat pada grafik hasil analisa laboratorium mengenai C/N, variasi yang menunjukkan angka terendah adalah variasi 1:125 dan 1:150 dengan hasil 5. Dipilih angka terendah karena pada unsur C/N ini apabila hasilnya rendah justru unsur N yang terkandung dalam bahan organik lebih banyak tersedia bagi tanaman. Berdasarkan pembahasan sub bab sebelumnya mengenai kandungan unsur N yang paling tinggi adalah pada variasi 1:150, sehingga untuk unsur C/N ini dipilih yang paling optimal adalah variasi 1:150. Namun, ketersediaan bahan organik pada umumnya berasal dari sisa tanaman atau akar-akaran, pada penelitian ini paling dominan adalah bahan organik dari limbah lumpur hasil pengolahan IPAL yang kaya akan bahan organik.

Mengacu berdasarkan persyaratan teknis minimal pupuk organik dalam persyaratan teknis minimal organik dan pembenah tanah Surat Keputusan Menteri Pertanian NO:28/PERMENTAN/SR.130/B/2009, bahwa untuk rasio C/N variasi pupuk organik dalam penelitian ini keseluruhan belum memenuhi standar, karena dalam standar dicantumkan 15 – 25.

IV.3.4 Analisa Logam Berat

Logam berat merupakan kandungan yang dapat membahayakan bagi kesehatan, terutama untuk kadar-kadar yang melebihi standar baku mutu. Pada pupuk organik ini di analisis kandungan logam berat guna mengetahui seberapa besar logam berat yang terdapat dalam pupuk organik sehingga dapat diperkirakan kecenderungan akumulasi pada tanaman bayam nantinya, dan tentunya dibandingkan dengan standar baku mutunya. Logam berat yang di analisis pada penelitian ini adalah Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd).

A. Timbal (Pb)

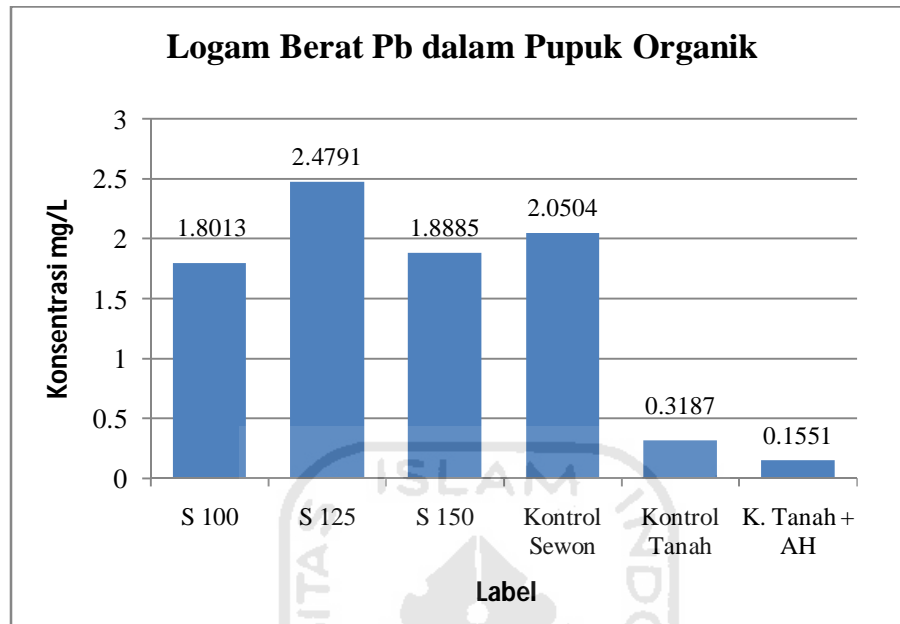
Timbal (Pb) dalam lumpur IPAL Domestik bersumber dari berbagai macam aktifitas atau potensi dari input yang menggunakan jasa instalasi limbah tersebut, begitu juga IPAL Sewon yang berbagai macam jenis limbah dapat masuk ke dalam instalasinya. Sesuai dengan bahan baku pupuk organik ini, logam berat yang terkandung dalam lumpur kering akan di analisis dahulu dengan skala laboratorium untuk menunjukkan keamanan sesuai standar pupuk apabila terakumulasi pada tanaman bayam. Berikut merupakan hasil analisis laboratorium berdasarkan masing-masing variasi dan kontrol:

Pb	
Label Sampel	Konsentrasi (mg/L)
S 100	1.8013
S 125	2.4791
S 150	1.8885
Kontrol Sewon	2.0504
Kontrol Tanah	0.3187
K. Tanah + AH	0.1551

Sumber : Data Primer, 2011

Tabel IV.11 Hasil Analisa Timbal (Pb) Variasi Pupuk Organik dan Kontrol

Apabila dilihat dalam bentuk grafik didapat sebagai berikut:



Grafik IV.9 Hasil Analisa Timbal (Pb) Variasi Pupuk Organik dan Kontrol

Untuk Peran Pb sebagai hara tumbuhan belum diketahui. Unsur ini merupakan pencemar kimiawi utama terhadap lingkungan, dan sangat beracun bagi tumbuhan, hewan, dan manusia (Mengel & Kirkby, 1987 dalam anonim, 1993). Menurut Casarett dan Doull, 1975 dalam Saeni, 1995, timbal cenderung ditimbun dalam tulang, dan pada keracunannya didapatkan kandungan Pb tertinggi pada aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testes, jantung, dan otak. Sehingga begitu bahanya keracunan atau akumulasi logam berat timbal ini.

Dilihat berdasarkan hasil analisa laboratorium dengan parameter logam berat timbal di atas, hasil tertinggi diperoleh pada perbandingan variasi 1:125 dengan nilai konsentrasi 2,4791 mg/L, hasil ini dikatakan tinggi karena konsentrasi melebihi dari kontrol Sewon yaitu 2,0504 mg/L, hal ini dimungkinkan karena tidak homogennya pencampuran sehingga pada saat sampling tidak dapat mewakili. Untuk variasi 1:100 dan 1:150 hasil konsentrasinya dapat dikatakan sesuai dengan teori, hal ini dipengaruhi oleh penambahan *asam humate* pada

variasi karena logam berat yang bereaksi dengan asam akan mengalami pelarutan, sehingga hasil konsentrasi pada variasi seharusnya lebih rendah daripada kontrol lumpur Sewon. Dapat dibuktikan dengan hasil kontrol tanah dengan campuran asam humate yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah 100%.

Mengacu berdasarkan persyaratan teknis minimal pupuk organik dalam persyaratan teknis minimal organik dan pembenah tanah Surat Keputusan Menteri Pertanian NO:28/PERMENTAN/SR.130/B/2009, bahwa untuk logam berat timbal (Pb) hasil keseluruhan variasi di bawah standar baku mutu, sehingga termasuk dalam syarat pupuk organik. Dalam standar dicantumkan hasil konsentrasi harus <50 mg/L dan untuk hasil konsentrasi variasi memenuhi, sehingga aman bagi kesehatan. Dan untuk akumulasi pada tanaman dapat diabaikan karena dipastikan konsentrasi logam beratnya akan lebih kecil dari konsentrasi logam berat variasi pupuknya.

B. Kadmium (Cd)

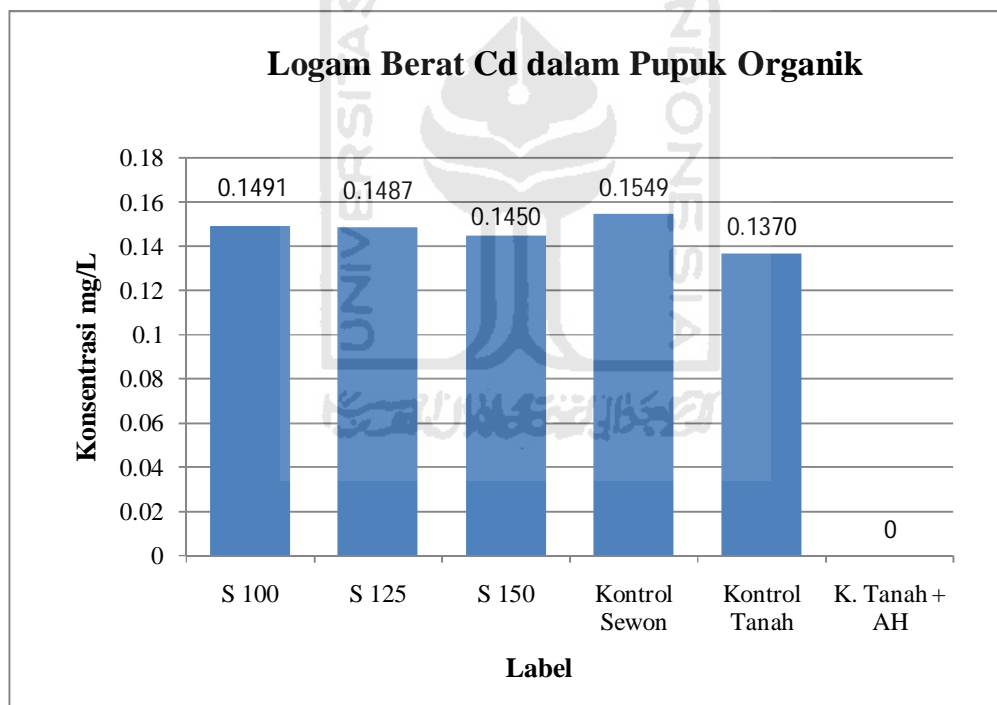
Kadmium merupakan salah satu jenis [logam berat](#) yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi terhadap [pembuluh darah](#). Kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya [hati](#) dan [ginjal](#). Kandungan logam dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya, kecuali terjadi interaksi diantara logam itu sehingga terjadi hambatan penyerapan logam tersebut oleh tanaman. Akumulasi logam dalam tanaman tidak hanya tergantung pada kandungan logam dalam tanah, tetapi juga tergantung pada unsur kimia tanah, jenis logam, pH tanah, dan spesies tanaman (Darmono, 1995 *dalam* Charlena, 2004 *dalam* Aditya H. M. dkk, 2010). Untuk itu dalam penelitian ini perlu di analisis konsentrasi kandungan logam berat yang terdapat dalam variasi dan pengaruhnya apabila ditambah dengan *asam humate*. Berikut hasil analisis laboratoriumnya:

Cd	
Label Sampel	Konsentrasi (mg/L)
S 100	0.1491
S 125	0.1487
S 150	0.1450
Kontrol Sewon	0.1549
Kontrol Tanah	0.1370
K. Tanah + AH	0

Sumber : Data Primer, 2011

Tabel IV.12 Hasil Analisa Kadmium (Cd) Variasi Pupuk Organik dan Kontrol

Apabila dilihat dalam bentuk grafik didapat sebagai berikut:



Grafik IV.10 Hasil Analisa Kadmium (Cd) Variasi Pupuk Organik dan Kontrol

Dilihat secara keseluruhan hasil analisis laboratorium di atas semakin tinggi dosis lumpur kering dan semakin sedikit dosis asam humate justru logam berat kadmium semakin menurun. Menurut anonim, 2011 menerangkan bahwa Para khelasi logam berat beracun elemen hadir dalam tanah juga dipengaruhi oleh zat humat hadir. Sehingga hasil dari variasi pupuk organik di atas semakin tinggi dosis *asam humate* semakin tinggi pula logam berat yang dihasilkan, akan tetapi apabila diandingkan dengan kontrol lumpur kering hasilnya masih lebih rendah, hal ini kemungkinan kelarutan oleh asam humat hanya sedikit. Sedangkan dibandingkan dengan kontrol tanah dan kontrol campuran asam humat dengan tanah masih lebih tinggi.

Namun demikian, apabila mengacu berdasarkan persyaratan teknis minimal pupuk organik dalam persyaratan teknis minimal organik dan pembenah tanah Surat Keputusan Menteri Pertanian NO:28/PERMENTAN/SR.130/B/2009, bahwa untuk logam berat Kadmium (Cd) hasil keseluruhan variasi di bawah standar baku mutu, sehingga termasuk dalam syarat pupuk organik. Dalam standar dicantumkan hasil konsentrasi harus <10 mg/L dan untuk hasil konsentrasi variasi memenuhi, sehingga aman bagi kesehatan. Dan untuk akumulasi pada tanaman dapat diabaikan karena dipastikan konsentrasi logam beratnya akan lebih kecil dari konsentrasi logam berat variasi pupuknya.

IV.4 Hubungan Kebutuhan Unsur Hara Tanaman Bayam dengan Ketersediaan Unsur Hara dalam Pupuk Organik

Dalam memilih tanaman uji pupuk organik juga harus memperhatikan kebutuhan unsur hara tanaman tersebut apakah tersedia dalam pupuk yang dibuat. Hasil dapat dilihat pada tabel berikut:

Variasi	N-Total		Phospor		Kalium	
	Pupuk Organik (kg/m ²)	Keb. Bayam (kg/m ²)	Pupuk Organik (kg/m ²)	Keb. Bayam (kg/m ²)	Pupuk Organik (kg/m ²)	Keb. Bayam (kg/m ²)
1:100	243.6	0.005152	124.7	0.009	12.036	0.010917
1:125	203	0.005152	125.86	0.009	14.44	0.010917
1:150	391.5	0.005152	98.5	0.009	12.036	0.010917

Sumber: Data Primer, 2011

Tabel IV.13 Perbandingan Hasil Analisa Laboratorium Pupuk Organik dengan Kebutuhan Unsur Hara Tanaman Bayam

Dilihat dari hasil perbandingan tersebut dapat terlihat jelas ketersediaan unsur hara dari pupuk organik dibanding dengan kebutuhan unsur hara yang diperlukan bagi tanaman bayam, sangat tersedia dengan perbandingan yang sangat jauh. Sehingga tanaman bayam tidak akan kekurangan unsur hara sebagai makanannya.

IV.5 Kualitas Pupuk Organik Berdasarkan Pertumbuhan Tanaman Bayam

Kualitas pupuk organik tidak hanya ditinjau dari hasil analisa kandungan unsur haranya, melainkan reaksi pertumbuhan tanaman yang dihasilkan dari pemberian pupuk organik tersebut. Hubungan unsur hara dengan pertumbuhan tanaman juga tergantung dari jenis tanamannya sehingga didapat keefektifannya juga untuk masing-masing jenis tanaman .

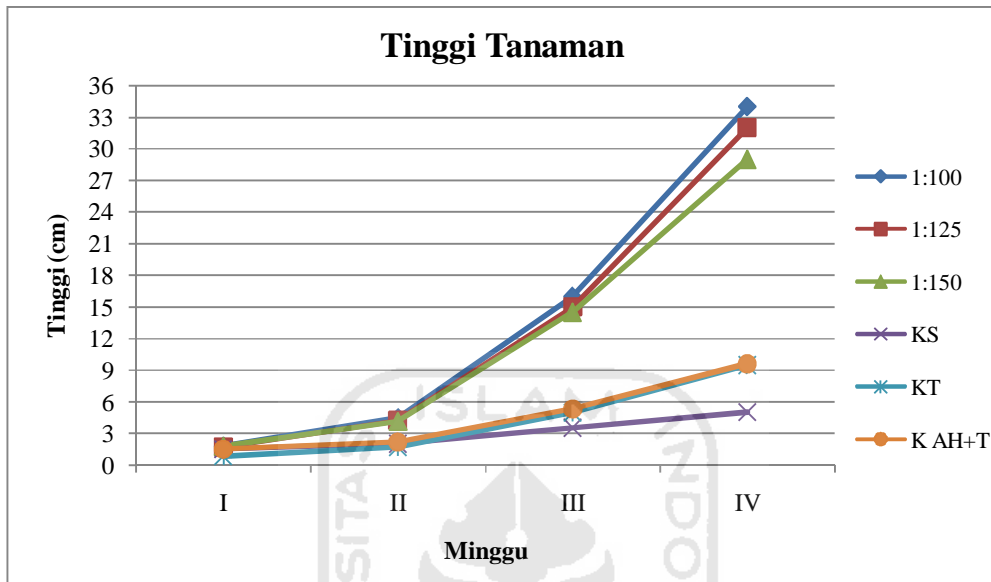
Dalam penelitian ini sebagai tanaman uji pupuk organik campuran *asam humate* dengan lumpur kering domestik adalah tanaman bayam (*Amaranthus spp.*). Untuk mengetahui kualitas pupuk organik berdasarkan pertumbuhan tanamannya dilakukan pengukuran berdasarkan parameter tinggi tanaman, lebar

daun, dan jumlah daun, karena tanaman bayam dimanfaatkan dari batang dan daunnya. Keseluruhan parameter tanaman tersebut dilakukan 7 HST (Hari Setelah Tanam) dan dilakukan selama 30 hari karena umur tanaman bayam pada umumnya antara 25–35 hari atau tinggi tanaman antara 15-20 cm dan belum berbunga, Rahmat Rukmana, 1994. Pengukuran dilakukan serentak berdasarkan variasi masing-masing. Parameter ini dilakukan karena berdasarkan tanaman uji yang digunakan adalah tanaman bayam yang dimanfaatkan bagian batang dan daunnya. Berikut hasil pengukuran yang telah dilakukan selama 30 hari:

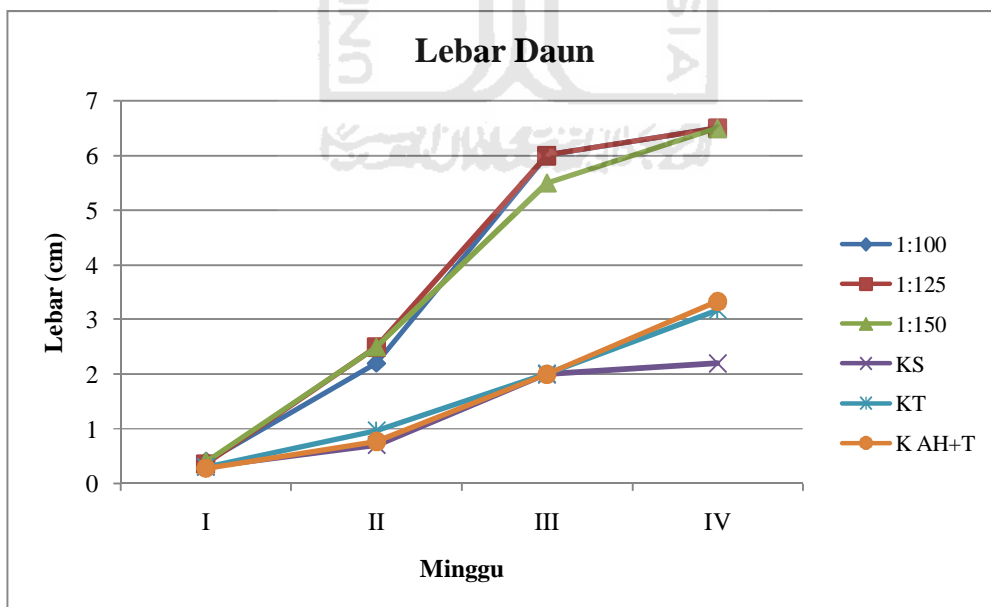
Variasi Minggu	1:100	1:125	1:150	Kontrol Sewon	Kontrol Tanah	Kontrol Tanah+AH
Tinggi (cm)						
I	1.8	1.7	1.8	1.5	0.83	1.5
II	4.5	4.2	4.16	2	1.67	2.17
III	16	15	14.5	3.5	5	5.33
IV	34	32	29	5	9.5	9.6
Lebar Daun (cm)						
I	0.4	0.36	0.4	0.3	0.3	0.28
II	2.2	2.5	2.5	0.7	0.97	0.77
III	6	6	5.5	2	2	2
IV	6.5	6.5	6.5	2.2	3.17	3.33
Jumlah Daun (Buah)						
I	2	2	2	2	2	2
II	5	5	5	4	4	3
III	9	9	8	6	5	5
IV	9	9	9	6	7	7

Tabel IV.14 Hasil Pengukuran Pertumbuhan Tanaman

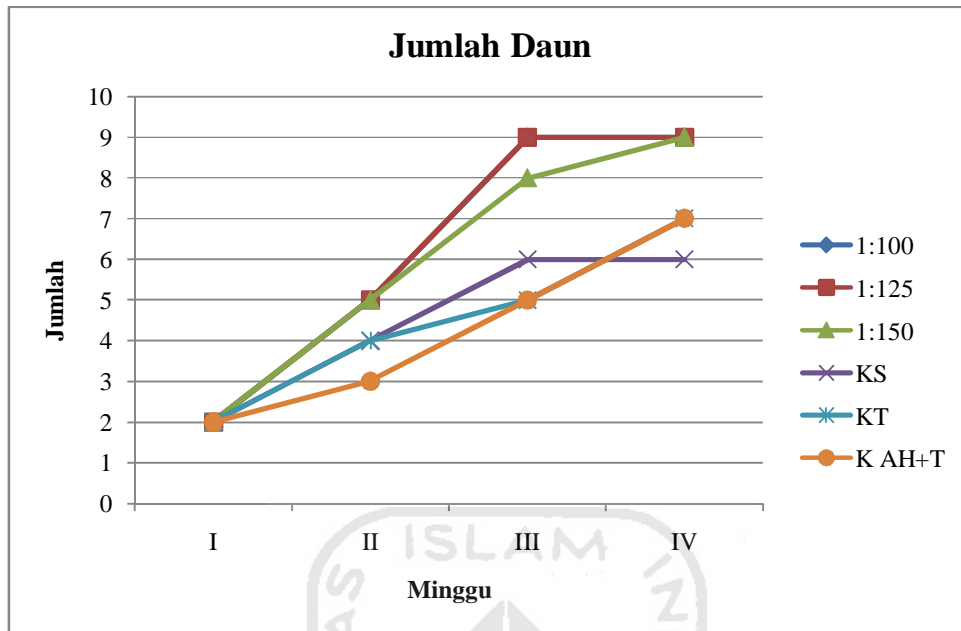
Apabila dilihat dalam bentuk grafik dapat dilihat di bawah ini berdasarkan masing-masing parameter:



Grafik IV.11 Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman



Grafik IV.12 Hasil Pengukuran Lebar Daun



Grafik IV.13 Hasil Pengukuran Jumlah Daun

Dari hasil pengukuran tinggi tanaman, lebar daun, dan jumlah daun pertumbuhan tanaman uji bayam di atas terlihat jelas bahwa penanaman dengan media tanam ditambah dengan pupuk organik hasil variasi *asam humate* dengan lumpur jauh lebih bagus dan mendominasi untuk masing-masing parameter.

Untuk tinggi tanaman saja terlihat jelas perbedaan tiap variasi sesuai dengan dosis *asam humate* yaitu untuk variasi 1:100 tanaman terlihat lebih tinggi dibanding dengan variasi 1:125 dan 1:150 pada tiap minggunya. Sedangkan untuk tinggi pada kontrol keseluruhan jauh di bawah media tanam yang ditambah dengan pupuk organik. Berdasarkan pada buku acuan penanaman bayam Rahmat Rukmana, 1994, tinggi tanaman siap panen adalah antara 15-20 cm dan belum berbunga dengan waktu penanaman umumnya antara 25–35 hari, sedangkan dengan pemakaian pupuk organik ini hanya dalam waktu 20 hari atau 3 minggu sudah memenuhi persyaratan untuk panen. Sehingga diperoleh keuntungan waktu yang lebih cepat dari waktu penanaman umumnya.

Berdasarkan pengukuran lebar daun, untuk media tanam dengan ditambah pupuk organik hasil tahap pertumbuhan hampir sama atau tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tiap minggunya. Hanya saja pada variasi 1:150 minggu ketiga terlihat agak lambat, akan tetapi pada minggu keempat relatif sama untuk semua variasi. Sedangkan pada kontrol didapatkan hasil terlampaui jauh di bawah variasi pupuk organik.

Hasil perhitungan untuk parameter jumlah daun tiap minggunya pada ketiga variasi terlihat variasi 1:100 dan 1:125 yang menunjukkan relatif sama, sedangkan untuk variasi 1:150 didapat hasil sedikit dibawah variasi 1:100 dan 1:125. Pada kontrol sama seperti parameter tinggi tanaman dan lebar daun yaitu masih menunjukkan hasil dibawah variasi pupuk organik.

Parameter-parameter diatas merupakan termasuk parameter vegetatif, sehingga pertumbuhannya tidak lepas dari kandungan hara yang ada dalam media tanam. Berdasarkan analisa unsur hara di laboratorium, memang unsur organik N, P, dan K sangat berperan penuh terhadap pertumbuhan tanaman bayam. Kebutuhan unsur hara untuk pertumbuhan bayam yang difokuskan ke batang dan daun tentunya dapat dilihat dari fungsi unsur masing-masing.

Unsur hara nitrogen (N) diperlukan dalam jumlah besar untuk seluruh proses pertumbuhan di dalam tanaman. Metabolisme N merupakan faktor utama pertumbuhan vegetatif, batang, dan daun. Tanaman dengan pasokan N yang cukup maka pertumbuhan vegetatifnya akan baik dengan ciri daun warna hijau tua. Kecukupan pasokan N ke tanaman ditandai oleh aktivitas fotosintetis yang tinggi, pertumbuhan vegetatif yang baik, dan warna tanaman yang hijau tua (Ali Munawar, 2011). Sehingga apabila dilihat dari pertumbuhan tanaman bayam hasil uji pada variasi pupuk organik mendapatkan unsur N yang cukup.



Gambar IV.3 Daun yang Berwarna Hijau Tua pada Variasi Pupuk Organik

Unsur hara esensial penyusun beberapa senyawa kunci dan sebagai katalis reaksi-reaksi biokimia penting dalam tanaman adalah Fosforus (P). Fosforus juga mempunyai fungsi menyimpan dan mentransfer energi di dalam tanaman (Havlin et al, 2005 dalam Ali Munawar, 2011). Fosforus dalam perkecambahan sangat diperlukan karena dapat mempercepat akar semai benih, selain itu juga memperkuat batang tubuh tanaman. Pasokan P yang cukup dapat meningkatkan kualitas buah, pakan ternak, sayuran, dan biji tanaman (Ali Munawar, 2011).

Bersama-sama dengan unsur N dan P, Kalium (K) adalah unsur hara esensial primer bagi tanaman yang diserap oleh tanaman dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan unsur-unsur hara lainnya, kecuali N. Hal ini terlihat pada pertumbuhan lebar daun yang menunjang dalam pengamatan. Selain itu, hubungan C dan N menentukan tindakan yang harus dilakukan agar penambahan bahan organik bermanfaat untuk perbaikan kondisi tanah.

Berdasarkan parameter-parameter diatas, didapat kualitas pupuk organik yang paling optimal menurut penilaian berikut:

Parameter Variasi	N - total	P	K	C/N
1 : 100	*****	*****	**	**
1: 125	****	*****	***	**
1 : 150	*****	*****	**	**

Parameter Variasi	Tinggi	Lebar Daun	Jumlah Daun	Konsumsi Lumpur	Kesimpulan
1 : 100	*****	*****	*****	**	31
1: 125	****	*****	*****	***	31
1 : 150	***	*****	*****	*****	32

Tabel IV.15 Hasil Penilaian Variasi Pupuk Organik

Keterangan :

- Unsur Hara Pupuk Organik

Nilai	N-total (%)	P dalam P ₂ O ₅ (%)	K dalam K ₂ O (%)	C/N
*****	> 0,75 dan < 6	> 0,5 dan < 6	> 0,15 dan < 6	> 25
****	0,51 - 0,75	0,3 - 0,5	0,10 - 0,15	16 – 25
***	0,21 - 0,50	0,15 - 0,3	0,06 - 0,10	11 – 15
**	0,10 - 0,20	0,05 - 0,15	0,04 - 0,06	5 – 10
*	< 0,10	0,05	< 0,04	< 5

Sumber: Rosmarkan dan Widya (2002)

Tabel IV.16 Keterangan Penilaian Variasi Pupuk Organik

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

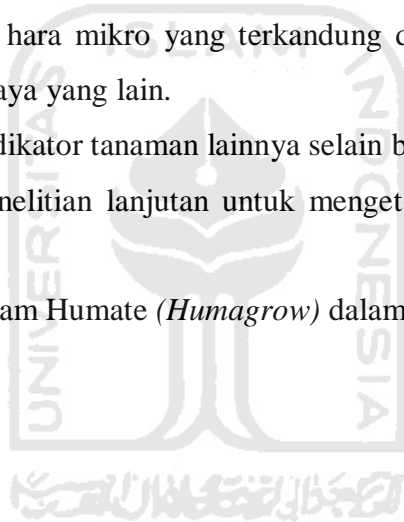
Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kandungan pupuk organik dengan campuran *asam humate (humagrow)* dalam penelitian dengan variasi (1:100, 1:125, dan 1:150) memiliki kandungan N, P, K dan C/N yang tergolong bagus dengan selisih tidak terlalu jauh dan masih dibawah standar yang diperbolehkan berdasarkan baku mutu pupuk organik Surat Keputusan Menteri Pertanian NO:28/PERMENTAN/SR.130/B/2009, sehingga memang layak disebut Pupuk Organik.
2. Kandungan logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) memiliki nilai dibawah standar baku mutu pupuk organik berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian NO:28/PERMENTAN/SR.130/B/2009 dan tidak berbahaya bagi kesehatan apabila digunakan dalam tanaman pangan.
3. Hasil uji tanaman bayam menunjukkan kandungan dari parameter yang diteliti (N, P, K, C/N, Pb dan Cd) memiliki hasil tinggi tanaman, lebar, dan jumlah daun tidak berbeda jauh antara ketiga variasi pupuk organik (1:100, 1:125, dan 1:150). Hal ini menunjukkan ketiga variasi pupuk organik tersebut layak untuk digunakan sebagai pupuk organik.
4. Pada tanaman uji bayam yang menggunakan pupuk organik ini diperoleh waktu panen yang lebih pendek dibanding dengan waktu pada umumnya.

5. Kebutuhan unsur hara tanaman bayam sangat terpenuhi dengan pemberian pupuk organik ini dengan mengacu perbandingan unsur hara hasil analisis dengan kebutuhan unsur hara tanaman bayam.
6. Dengan mengacu pada teknologi bersih, hasil yang paling optimal dalam penelitian ini adalah variasi dengan perbandingan 1:150.

V.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya dibuat variasi yang lebih tinggi dari 1:150 agar lumpur dari IPAL Sewon dapat dimanfaatkan secara maksimal.
2. Perlu diteliti unsur hara mikro yang terkandung dalam variasi tersebut dan logam berat berbahaya yang lain.
3. Diujikan dengan indikator tanaman lainnya selain bayam.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui nilai produksi bersih pada IPAL Sewon.
5. Menguji potensi Asam Humate (*Humagrow*) dalam menurunkan logam berat.



Daftar Pustaka

- Anonim 1, 2006. *Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Jawa Barat: Sumberdaya Lahan Pertanian
- Anonim 2, 2009. Pupuk Anorganik dan Pengelolaannya. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>. Diakses tanggal 10 Juli 2011
- Anonim. 1999. *Sayuran Petunjuk Praktis "Hidup Sehat dan Kaya Berkat Sayuran"*. Yogyakarta: Kanisius.
- Anonim. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, Dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah
- A'in, Churun. 2009. *Alternatif Pemanfaatan Ex Disposal Area Untuk Kegiatan Perikanan Dan Pertanian Di Kawasan Segara Anakan Berdasarkan Sistem Informasi Geografis*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Alfons Andrew Maramis, Agustinus Ignatius Kristijanto, Soenarto Notosoedarmo. (2005). *"Sebaran Logam Berat Dalam Sedimen Dan Hubungannya Dengan Parameter Fisik Dan Hidrologi Di Sungai Kreo Semarang"*, Seminar Nasional MIPA 2005, FMIPA - Universitas Indonesia. Depok, Nopember 2005
- Ali Hanafiah, Kemas. 2009. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Atmoko, Yanuar Dipo. 2007. *Tugas Akhir Pemanfaatan Ampas Kelapa Hasil Pembuatan VCO (Virgin Coconut Oil) Dengan Lumpur IPAL Sewon Sebagai Media Tanam Tomat*. Yogyakarta: UII.
- Darmawan Putra, Dwi, dkk. 2009. *Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Yang Berkualitas Dari Limbah Peternakan Sapi dan Babi di Desa Marga Dauhpuri, Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan*. Denpasar : Fakultas Pertanian Universitas Udayana.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup Dan Pencemaran*, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ekawati Dian, Sudarno. 2006. *Analisis Kinerja Sistem Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kota Magelang*. Vol.1 No.1, ISSN 1907-187X
- EPA, 1999. *Biosolids Generation, Use, and Disposal in The United States*. EPA530-R-99-009.

- Fajri, Maulana, dkk. 2010. *Pengaruh Asam Humat pada Absorpsi Logam Berat Pb, Cd, Ba dan Pertumbuhan Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) Tahap Pembibitan*. Makalah Seminar Departemen Agronomi dan Hortilkultura. IPB: Bogor.
- Fardiaz,S, (1995). *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Gapkindo. 2009. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair dengan Sistem Lumpur Aktif di Industri Karet*. Jakarta : Jetro.
- Hanafiah, Kemas Ali. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Herman, Zulkifli Danny. 2006. *Tinjauan terhadap tailing mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari sisa pengolahan bijih logam*. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1 No. 1 Maret 2006: 31-36
- Heryanto, Polar, (2004). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, CV. Rineka Cipta. Jakarta.
- Isroi. 2008. *Pengomposan Limbah Padat Organik dan Pengomposan Limbah Kakao*. Bogor : BPBPI
- Anonim. 1999. *Sayuran Petunjuk Praktis "Hidup Sehat dan Kaya Berkat Sayuran"*. Yogyakarta :Kanisius.
- Kastono, Dody. 2005. *Tanggapan Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Hitam Terhadap Penggunaan Pupuk Organik dan Biopestisida Gulma Siam (Chromolaena odorata)*. Ilmu Pertanian Vol. 12 No.2, 2005 : 103 – 116.
- Komarayati, Sri, dkk. 2007. *Kualitas Arang Kompos Limbah Industri Kertas dengan Variasi Penambahan Arang Serbuk Gergaji*. J. Ilmu & Teknologi Kayu Tropis Vol.5 • No. 2.
- Komarayati, S., Gusmailina dan G. Pari. 2002. *Pembuatan kompos dan arang kompos dari serasah dan kulit kayu tusam*. Buletin Penelitian Hasil Hutan (20) 3 : 231 - 242. Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Lahuddin. 2007. *Aspek Unsur Mikro Dalam Kesuburan Tanah*. Universitas Sumatra Utara : Medan
- Marvelia, Awalita, dkk. *Produksi Tanaman Jagung Manis (Zea Mays L. Saccharata) yang Diperlakukan dengan Kompos Kascing dengan Dosis yang Berbeda*. Buletin Anatomi dan Fisiologi Vol. XIV, No. 2, Oktober 2006.
- Maspary, 2010. *Prospek Bisnis Budidaya bayam Cabut*. <http://www.gerbangpertanian.com/2010/06/prospek-bisnis-budidaya-bayam-cabut.html>. Diakses tanggal 7 Juli 2011.
- Mirnowati. 2008. *Peran Asam Humat Sebagai Penetralisir Logam Berat Dalam Bioteknologi Bungkil Inti Sawit Untuk Pakan Unggas*. Padang: Universitas Andalas.

- Munawar, Ali.2011.Kesuburan Tanah Dan Nutrisi Tanaman.Bogor:IPB Press
- Muntalif, Setiani Barti, dkk. 2004. *Akumulasi Pb Dan Cd Pada Buah Tomat Yang Ditanam Di Tanah Mengandung Lumpur Kering Dari Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik*. ISBN : 979-99965-0-3
- Nawawi, Gunawan.2001.*Fungsi dan Manfaat Tanah dan Pupuk*.Jakarta:Departemen Pendidikan Nasional
- Notohadiprawiro, Tejoyuwono. 2006. *Logam Berat Dalam Pertanian*. Yogyakarta: UGM
- Purnawati, Nurcahyani. 2007. *Tugas Akhir Pemanfaatan Urin Manusia Sebagai Pupuk Cair Pada Tanaman Bayam (Amaranthus sp)*. Yogyakarta: UII.
- Purniasari, Dian.2008. Pengaruh Stabilisasi Tanah Pasir Dengan Menggunakan Aspal Sc 60-70 Terhadap Kuat Geser Tanah.Yogyakarta:UII
- Putranto, Rizky. 2011. *Tugas Akhir Pengaruh Fraksi Organik Terhadap Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cd dan Cr) Dalam Lindi Hasil Proses Biodegradasi Sampah*. Yogyakarta: UII
- Rahmawati, Sri. 2003. *Karakterisasi Asam Humate Dari Kompos Gambut dan Kompos Daun Karet*. Bogor :IPB
- Rahmiasari, Pravita.2006.*Pemanfaatan Lumpur (Sludge) Dari Sludge Drying Bed Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Sewon, Bantul, Jogjakarta, Serbuk Gergaji Kayu Sengon Dan Kotoran Sapi Untuk Kompos*.Jogjakarta:UII
- Rosmarkam, A dan Nasih Widya Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta :Kanisius
- Rukmana, Rahmat, Ir. 1995. *Bayam Bertanam & Pengolahan Pascapanen*. Yogyakarta :Kanisius
- Santi Nuraini, D. 2004. *Pengelolaan Limbah Cair Pada Industri Penyamakan Kulit Industri Pulp Dan Kertas Industri Kelapa Sawit*. Fakultas Kesehatan Masyarakat : Univeristas Sumatra Utara.
- Sari, Mutia. 2009. *Pengendalian Limbah Cair Di Pabrik Benang Karet PT. Industri Karet Nusantara Medan*. Medan: USU Press.
- Setyorini, Diah, dan Didi Ardi Suriadikarta. 2004. *Uji Mutu dan Efektifitas Pupuk Alternatif Anorganik*. Balai Penelitian Tanah
- Sunarjono, Hendro.2010.*Bertanam 30 Jenis Sayur*.Jakarta:Penebar Swadaya
- Sutedjo, Mulyani Mul, Ir. 2008. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta.
- Sudarwin. 2008. *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb Dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang*. Universitas Diponegoro : Semarang

Sunarjono, Hendro, H., Drs. 2010. *Bertanam 30 Jenis Sayur*. Jakarta :Penebar Swadaya.

Suriadikarta, Didi Ardi, dan Diah Setyorini. 2005. *Baku Mutu Pupuk Organik*.
<http://balittanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi/buku/pupuk/pupuk11.pdf> (diakses tanggal 8 Juni 2011).

Suyasa, Budiarsa IW. 2010. *Pengolahan Lumpur (Sludge) Limbah Pencelupan Dengan Cara Komposting*. Jurnal Bumi Lestari, Volume 10 No.1, Februari, hlm. 52-59.

Suwahyono, Untung.2011.*Petunjuk Praktis Penggunaan Pupuk Organik Secara Efektif Dan Efisien*.Jakarta:Penebar Swadaya

Suwandi. 2009. *Menakar Kebutuhan Hara Tanaman Dalam Pengembangan Inovasi Budi Daya Sayuran Berkelanjutan*. Pengembangan Inovasi Pertanian 2(2), 2009: 131-147.

Wardani, Nopi. 2002. *Tugas Akhir Pengaruh Pemberian Asam Humat Sebagai Bahan Amelioran Tanah Terhadap Pertumbuhan Dan Serapan Timbal Tanaman Bayam (Amaranthus sp.) Pada Tanah Yang Tercermar Logam Berat Timbal (Pb)*. Bogor :IPB.

Wahyono, Sri, dkk.2011.*Membuat Pupuk Organik Granul Dari Aneka Limbah*.Jakarta:AgroMedia Pustaka

Widiastuti, Happy, dkk. 2009. *Keefektifan Beberapa Dekomposer Untuk Pengomposan Limbah Sludge Pabrik Kertas Sebagai Bahan Baku Pupuk Organik*. BS, No. 2, Vol. 44, 99-110.

LAMPIRAN



LAMPIRAN 1:

HASIL UJI NITROGEN (N),
FOSFOR (P), KALIUM (K) dan C/N



LAMPIRAN 2:

**HASIL UJI
LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DAN
KADMIUM (Cd)**

LAMPIRAN 3:

**HASIL PENGAMATAN DAN
PERTUMBUHAN TANAMAN
MINGGU KE 1 - 4**

LAMPIRAN 4:

PERMENTAN 2009



LAMPIRAN 5:

**PERHITUNGAN BERAT VOLUME
DARI KETIGA VARIASI PUPUK
ORGANIK (PROSES PEMBUATAN
PUPUK ORGANIK).**

LAMPIRAN 6:

**PERHITUNGAN BERAT VOLUME
VARIASI PUPUK ORGANIK
UNTUK MEDIA TANAM.**



Perhitungan Berat Volume Dari Ketiga Variasi Pupuk Organik Untuk Media Tanam.

Mencari berat volume bahan-bahan dari masing-masing variasi :

- Ukuran Polybag = 20cm × 20cm
- Berat isi tanah = 1,8 kg

- Volume media/berat total = 1,8 kg Tanah + Pupuk Organik
 - = 80% → 1,44 kg Tanah
 - = 20% → 0,36 kg Pupuk Organik

Perhitungan dari masing-masing variasi di konversikan sebagai berikut :

- **Variasi 1 : 100** (Asam Humate : Lumpur Kering)

$$\begin{aligned}0,36 \text{ kg} &\rightarrow \frac{0,36}{100} = 0,0036 \text{ kg} \\ &= 0,36 - 0,0036 = 0,3564 \rightarrow \frac{0,3564}{100} \\ &= 0,003564 \text{ kg} = 3,564 \text{ gr} \\ 1 : 100 &= 0,003564 \text{ kg} : 0,3564 \text{ kg} \\ &= 3,564 \text{ gr (Asam Humate)} : 356,4 \text{ gr (Lumpur Kering)} \rightarrow 3,564 \text{ ons}\end{aligned}$$

- **Variasi 1 : 125** (Asam Humate : Lumpur Kering)

$$\begin{aligned}0,36 \text{ kg} &\rightarrow \frac{0,36}{125} = 0,00288 \text{ kg} \\ &= 0,36 - 0,00288 = 0,3571 \rightarrow \frac{0,3571}{125} \\ &= 0,002856 \text{ kg} = 2,856 \text{ gr} \\ 1 : 125 &= 0,002856 \text{ kg} : 0,3571 \text{ kg} \\ &= 2,856 \text{ gr (Asam Humate)} : 357,1 \text{ gr (Lumpur Kering)} \rightarrow 3,571 \text{ ons}\end{aligned}$$

- **Variasi 1 : 150** (Asam Humate : Lumpur Kering)

$$\begin{aligned}0,36 \text{ kg} &\rightarrow \frac{0,36}{150} = 0,0024 \text{ kg} \\ &= 0,36 - 0,0024 = 0,3576 \rightarrow \frac{0,3576}{150} \\ &= 0,002384 \text{ kg} = 2,384 \text{ gr} \\ 1 : 150 &= 0,002384 \text{ kg} : 0,3576 \text{ kg} \\ &= 2,384 \text{ gr (Asam Humate)} : 357,6 \text{ gr (Lumpur Kering)} \rightarrow 3,576 \text{ ons}\end{aligned}$$

LAMPIRAN 7:

**PERHITUNGAN KEBUTUHAN
N,P,K DALAM PUPUK ORGANIK
dan PADA TANAMAN BAYAM.**

Konversi Kebutuhan Unsur Hara Tanaman Bayam dengan Hasil Analisis Laboratorium

1. Pupuk Organik dengan Variasi 1:100

➤ N-Total

- N-Total hasil analisis laboratorium = 0,84% = 0,84 kg/kg
- N-Total kebutuhan bayam (Untung S., 2011) = 51,52 kg/ha
= **0,005152 kg/m²**
- Berat Volume Tanah Kering (Dian P., 2008) = 1,45 gr/cm³
= 1450 kg/m³

$$\rightarrow 0,84 \text{ kg/kg} \times 1450 \text{ kg/m}^3 = 1218 \text{ kg/m}^2$$

- Kedalaman Tanah = 20 cm = 0,2 m

$$\rightarrow 1218 \text{ kg/m}^2 \times 0,2 \text{ m} = \mathbf{243,6 \text{ kg/m}^2} \rightarrow \text{Hasil Lab.}$$

➤ Phospor

- P₂O₅ hasil analisis laboratorium = 0,99%
P = 0,99 kg/kg x 0,43 = 0,43 kg/kg
- Phospor kebutuhan bayam (Untung S., 2011) = 90 kg/ha
= **0,009 kg/m²**
- Berat Volume Tanah Kering (Dian P., 2008) = 1,45 gr/cm³
= 1450 kg/m³

$$\rightarrow 0,43 \text{ kg/kg} \times 1450 \text{ kg/m}^3 = 623,5 \text{ kg/m}^2$$

- Kedalaman Tanah = 20 cm = 0,2 m

$$\rightarrow 623,5 \text{ kg/m}^2 \times 0,2 \text{ m} = \mathbf{124,7 \text{ kg/m}^2} \rightarrow \text{Hasil Lab.}$$

➤ Kalium

- K₂O hasil analisis laboratorium = 0,05%
K = 0,05 kg/kg x 0,83 = 0,0415 kg/kg
- Phospor kebutuhan bayam (Untung S., 2011) = 109,17 kg/ha
= **0,010917 kg/m²**
- Berat Volume Tanah Kering (Dian P., 2008) = 1,45 gr/cm³
= 1450 kg/m³

$$\rightarrow 0,0415 \text{ kg/kg} \times 1450 \text{ kg/m}^3 = 60,18 \text{ kg/m}^2$$

- Kedalaman Tanah = 20 cm = 0,2 m

→ $60,18 \text{ kg/m}^2 \times 0,2 \text{ m} = \mathbf{12,036 \text{ kg/m}^2}$ → Hasil Lab.

2. Pupuk Organik dengan Variasi 1:125

➤ N-Total

- N-Total hasil analisis laboratorium = 0,7% = 0,7 kg/kg
- N-Total kebutuhan bayam (Untung S., 2011) = 51,52 kg/ha
= **0,005152 kg/m²**
- Berat Volume Tanah Kering (Dian P., 2008) = 1,45 gr/cm³
= 1450 kg/m³

→ $0,7 \text{ kg/kg} \times 1450 \text{ kg/m}^3 = 1015 \text{ kg/m}^2$

- Kedalaman Tanah = 20 cm = 0,2 m

→ $1015 \text{ kg/m}^2 \times 0,2 \text{ m} = \mathbf{203 \text{ kg/m}^2}$ → Hasil Lab.

➤ Fosfor

- P₂O₅ hasil analisis laboratorium = 1,01 %
P = 1,01 kg/kg x 0,43 = 0,434 kg/kg
- Fosfor kebutuhan bayam (Untung S., 2011) = 90 kg/ha
= **0,009 kg/m²**
- Berat Volume Tanah Kering (Dian P., 2008) = 1,45 gr/cm³
= 1450 kg/m³

→ $0,434 \text{ kg/kg} \times 1450 \text{ kg/m}^3 = 629,3 \text{ kg/m}^2$

- Kedalaman Tanah = 20 cm = 0,2 m

→ $629,3 \text{ kg/m}^2 \times 0,2 \text{ m} = \mathbf{125,86 \text{ kg/m}^2}$ → Hasil Lab.

➤ Kalium

- K₂O hasil analisis laboratorium = 0,06%
K = 0,06 kg/kg x 0,83 = 0,0498 kg/kg
- Fosfor kebutuhan bayam (Untung S., 2011) = 109,17 kg/ha
= **0,010917 kg/m²**
- Berat Volume Tanah Kering (Dian P., 2008) = 1,45 gr/cm³

$$= 1450 \text{ kg/m}^3$$

$$\rightarrow 0,0498 \text{ kg/kg} \times 1450 \text{ kg/m}^3 = 72,21 \text{ kg/m}^2$$

- Kedalaman Tanah = 20 cm = 0,2 m

$$\rightarrow 72,21 \text{ kg/m}^2 \times 0,2 \text{ m} = \mathbf{14,44 \text{ kg/m}^2} \rightarrow \text{Hasil Lab.}$$

3. Pupuk Organik dengan Variasi 1:125

➤ N-Total

- N-Total hasil analisis laboratorium = 1,35% = 1,35 kg/kg
- N-Total kebutuhan bayam (Untung S., 2011) = 51,52 kg/ha

- Berat Volume Tanah Kering (Dian P., 2008) = 1,45 gr/cm³
= 1450 kg/m³

$$\rightarrow 1,35 \text{ kg/kg} \times 1450 \text{ kg/m}^3 = 1957,5 \text{ kg/m}^2$$

- Kedalaman Tanah = 20 cm = 0,2 m

$$\rightarrow 1957,5 \text{ kg/m}^2 \times 0,2 \text{ m} = \mathbf{391,5 \text{ kg/m}^2} \rightarrow \text{Hasil Lab.}$$

➤ Fosfor

- P₂O₅ hasil analisis laboratorium = 0,79 %
P = 0,79 kg/kg x 0,43 = 0,3397 kg/kg

- Fosfor kebutuhan bayam (Untung S., 2011) = 90 kg/ha
= **0,009 kg/m²**

- Berat Volume Tanah Kering (Dian P., 2008) = 1,45 gr/cm³
= 1450 kg/m³

$$\rightarrow 0,3397 \text{ kg/kg} \times 1450 \text{ kg/m}^3 = 492,565 \text{ kg/m}^2$$

- Kedalaman Tanah = 20 cm = 0,2 m

$$\rightarrow 492,565 \text{ kg/m}^2 \times 0,2 \text{ m} = \mathbf{98,5 \text{ kg/m}^2} \rightarrow \text{Hasil Lab.}$$

➤ Kalium

- K₂O hasil analisis laboratorium = 0,05%
K = 0,05 kg/kg x 0,83 = 0,0415 kg/kg

- Fosfor kebutuhan bayam (Untung S., 2011) = 109,17 kg/ha

$$= 0,010917 \text{ kg/m}^2$$

- Berat Volume Tanah Kering (Dian P., 2008) = $1,45 \text{ gr/cm}^3$
= 1450 kg/m^3

$$\rightarrow 0,0415 \text{ kg/kg} \times 1450 \text{ kg/m}^3 = 60,18 \text{ kg/m}^2$$

- Kedalaman Tanah = $20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

$$\rightarrow 60,18 \text{ kg/m}^2 \times 0,2 \text{ m} = \mathbf{12,036 \text{ kg/m}^2} \rightarrow \text{Hasil Lab.}$$



LAMPIRAN 8:

DOKUMENTASI PENELITIAN



1. Keterangan gambar : Proses persiapan untuk media tanam



Sumber : Dokumentasi penelitian, 2011

2. Keterangan gambar : Proses penanaman tanaman bayam



Sumber : Dokumentasi penelitian, 2011

3. Keterangan gambar : Penyiraman tanaman bayam



Sumber : Dokumentasi penelitian, 2011

4. Keterangan gambar : Pertumbuhan tanaman bayam minggu ke 1 – 4



Minggu I



Minggu II



Minggu III



Minggu IV (Sumber : Data penelitian, 2011)

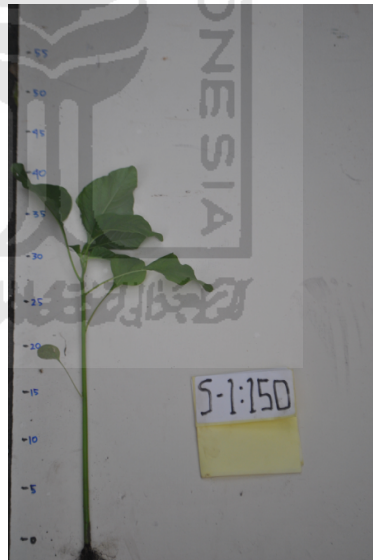
5. Keterangan gambar : Hasil panen tanaman bayam minggu ke 4



Variasi 1:100



Variasi 1:125



Variasi 1:150

(Sumber : Dokumentasi penelitian, 2011)