



TUGAS AKHIR - RE 184804

STUDI PEMANFAATAN LUMPUR KERING UNIT *SLUDGE DRYING BED* (SDB) IPLT KEPUTIH SEBAGAI PUPUK

IFTINA IRBATUL ULAYYA
03211640000103

DOSEN PEMBIMBING
Ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl. SE. M. Sc, Ph.D

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020



TUGAS AKHIR - RE 184804

STUDI PEMANFAATAN LUMPUR KERING UNIT *SLUDGE DRYING BED* (SDB) IPLT KEPUTIH SEBAGAI PUPUK

IFTINA IRBATUL ULAYYA
03211640000103

DOSEN PEMBIMBING
Ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl. SE. M. Sc, Ph.D

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020



FINAL PROJECT - RE 184804

STUDY UTILIZATION DRY SLUDGE FROM SLUDGE DRYING BED (SDB) IPLT KEPUTIH AS FERTILIZER

IFTINA IRBATUL ULAYYA
03211640000103

SUPERVISOR
Ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl. SE. M. Sc, Ph.D

Department of Environmental Engineering
Faculty of Civil Engineering, Planning, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PEMANFAATAN LUMPUR KERING UNIT *SLUDGE DRYING BED* (SDB) IPLT KEPUTIH SEBAGAI PUPUK

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

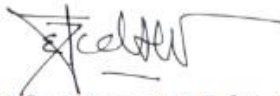
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Iftina Irbatul Ulayya
NRP. 03211640000103

Menyetujui,

Dosen Pembimbing
Departemen Teknik Lingkungan



Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl. SE, M.Sc, Ph.D
NIP. 19600308 198903 1 001

SURABAYA, AGUSTUS 2020



“halaman ini sengaja dikosongkan”

STUDI PEMANFAATAN LUMPUR KERING UNIT *SLUDGE DRYING BED* (SDB) IPLT KEPUTIH SEBAGAI PUPUK

Nama : Iftina Irbatul Ulayya
NRP : 03211640000103
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Ir. Eddy Setiadi S.,Dipl.SE.M.Sc,Ph.D

ABSTRAK

Pada IPLT Keputih, lumpur kering SDB digunakan oleh DKRTH untuk digunakan sebagai pupuk pada jalur hijau dan taman kota di Surabaya. Namun hingga saat ini belum ada kajian mengenai kelayakan lumpur kering tersebut sebagai pupuk sesuai dengan PERMEN PUPR no. 7 tahun 2017. Sehingga pada penelitian ini dilakukan identifikasi karakteristik lumpur unit SDB IPLT Keputih untuk mengetahui kelayakannya berdasarkan kandungan kimia. Selain itu untuk mengetahui pengaruh penggunaan lumpur kering terhadap laju pertumbuhan tanaman yang disesuaikan jenisnya dengan kondisi eksisting di Surabaya.

Pada penelitian ini dilakukan identifikasi karakteristik lumpur kering SDB dengan menggunakan data skunder dan studi literatur sesuai dengan PERMENTAN No. 70 tahun 2011. Parameter yang digunakan adalah C-organik, kadar air, pH, hara makro (N, P₂O₅ dan K₂O), dan hara mikro (Fe, Mn dan Zn), dan logam berat (As, Hg, Pb, Cd). Kemudian dilakukan pengujian langsung pada tanaman untuk mengetahui laju pertumbuhan tanaman menggunakan reaktor berupa pot. Tanaman yang digunakan yaitu pucuk merah (*Syzygium oleina*), lidah mertua (*Sansevieria*) dan bunga asoka (*Ixora acuminata roxb*) sebagai variable jenis tanaman. Digunakan perbandingan variasi rasio media tanam antara lumpur kering SDB dengan tanah taman sebanyak 1:1, 2:1 dan 3:1 disertai dengan kontrol masing-masing lumpur kering dan tanah taman. Penelitian ini berlangsung selama 4 minggu dengan pengamatan setiap hari pertumbuhan fisik masing-masing tumbuhan, yaitu panjang daun dan jumlah ruas daun baru.

Hasil dari penelitian ini, identifikasi lumpur kering SDB sesuai dengan baku mutu pupuk PERMENTAN No. 70 tahun 2011 didapatkan nilai berupa range. Beberapa parameter yang masih belum memenuhi baku mutu seperti pada pH dan hara makro, sedangkan pada kadar air, C/N, dan kandungan besi pada hara

mikro melebihi baku mutu. Perlu adanya *treatment* untuk meningkatkan pH terendah sebesar 0,16. Untuk C/N, perlu penambahan C-organik untuk mendapatkan C/N sebesar 3,81 nilai terendah dan penambahan N untuk menurunkan C/N sebesar 5,21 nilai tertinggi C/N lumpur. Pada unsur hara parameter besi (Fe) di hara mikro perlu diturunkan sebesar 7300 ppm pada nilai tertinggi besi, dan hara makro pada Nitrogen, Pospat, serta kalium perlu penambahan sebesar 2,92 %, 32%, dan 3,91% pada nilai terendah. Penggunaan lumpur kering yang semakin banyak maka semakin baik pertumbuhan pada masing-masing jenis tanaman, hal ini disebabkan unsur hara dan zat organik pada lumpur kering yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah taman. Perbedaan panjang daun pada bunga asoka dan lidah mertua sebesar 1 cm dan 2,2 cm. Sedangkan untuk jumlah ruas memiliki perbedaan sebesar 9 buah dan 4 buah daun baru pada bunga asoka dan lidah mertua. Namun pada tumbuhan *Syzygium olenia* tidak dapat tumbuh dan mengering pada masa aklimatisasi.

Kata kunci: IPLT, Laju pertumbuhan, Logam Berat, Lumpur Kering SDB, Pupuk Organik

STUDY UTILIZATION DRY SLUDGE FROM *SLUDGE DRYING BED (SDB) IPLT KEPUTIH AS FERTILIZER*

Name of Student : Iftina Irbatul Ulayya
NRP : 0321164000103
Study Programme : Environmental Engineering
Supervisor : Ir. Eddy Setiadi S.,Dipl.SE.M.Sc,Ph.D

ABSTRACT

At the IPLT Keputih, Sludge Drying Bed (SDB) dry sludge is used by DKRTH as a composter for green lane and city park in Surabaya. Recently, there is no study yet regarding the practical usage of dry sludge as a fertilizer according to PERMEN PUPR No. 7 in 2017. So, in this research there is characteristic identification of sludge unit SDB IPLT Keputih to know its usage based on chemical substances. Besides, this research also aim to discover the impact of dry sludge usage towards the plant rapid growth accustomed to Surabaya existing condition.

In this research, the writer identified the characteristic of dry sludge based on secondary data and literature study of PERMENTAN No. 70 in 2011. The parameter used for this research are C-Organic, water content, pH, hara macro (N, P₂O₅, and K₂O) and hara micro (Fe, Mn, and Zn), the last parameter is heavy metal substances (As, Hg, Pb, Cd). Direct testing was conducted to a plant with a pod. The plants were used such as *Syzygium oleina*, *Sansevieria*, and *Ixora acuminata roxb*. The media ratio variation between SDB dry sludge and soil were 1:1, 2:1, and 3:1 along with control of every material. This research was conducted for 4 weeks with observing physical growth of leaf lengths and the number of new leaf segments each day.

The result of this research is SDB dry sludge identification based on quality standard in a form of range score. The parameters still below quality standard are pH and hara macro. The water content, C/N, and iron substances in hara micro excess the quality standard. A treatment is needed to increase pH amount to 0.16. The C-Organic addition to increase the lowest C/N for 3.81 and N

addition to decrease the highest C/N for 5.21. The reduction of iron (Fe) in hara micro at the rate of 7300 ppm, otherwise Nitrogen, Phospar, and Potassium in hara macro should be increased at 2.92%, 32%, and 3.91% at the lowest point. The usage of dry sludge causes the plant growth better because the nutrient and organic substances in dry sludge have a higher amount than the regular park soil. The difference in leaf length in *Ixora acuminata roxb* and *Sansevieria* is 1 and 2.2 cm. Meanwhile, the different number of leaf segment are 9 new leaves segments for *Ixora acuminata roxb* and 4 new leaves segments for *Sanseveiria*. As for *Syzygium olenia*, the plant could not grow and dried on the acclimatization phase.

Keywords: Dry Sludge SDB, Growth Rate, Heavy Metal, IPLT, Organic Fertilizer

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Studi Pemanfaatan Lumpur Kering Unit *Sludge Drying Bed* (SDB) IPLT Keputih sebagai Pupuk**” tepat pada waktunya. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE.M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir atas bimbingan, dan saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Harmin Sulistyaningtitah, ST, MT, PhD selaku koordinator Tugas Akhir.
3. Bapak Prof. Ir. Joni Hermana, MScES, PhD, Bapak Dr. Ir. Agus S., MSc, Ibu Ipung F. Purwanti, ST, MT, PhD, Bapak Dr. Ir. Rachmat B., MT, Ibu Ervin Nurhayati, S.T., M.T., Ph.D, Bapak Dr. Ali Masduqi, ST., MT, Bapak Ir. Bowo D. Marsono, MEng, dan Bapak Dr. Abdu F. Assomadi, S.Si, MT selaku dosen pengarah atas saran dan masukannya.
4. Segenap dosen pengajar di Teknik Lingkungan yang telah membagikan ilmunya.
5. Kedua orang tua, adik, dan segenap keluarga atas doa dan dukungan.
6. Teman-teman angkatan 2016 dan para sahabat yang selalu membantu dan mendukung penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas dukungan dan kerja sama yang diberikan.

Saya menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini dengan segala keterbatasan ditengah *Covid-19* ini. Oleh karena itu saya menerima saran agar tugas akhir ini menjadi lebih baik Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca ataupun untuk penelitian selanjutnya.

Surabaya, 7 Agustus 2020

Penyusun

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Keputih	5
2.2 <i>Sludge Drying Bed</i> (SDB).....	5
2.3 <i>Zero Waste</i>	7
2.4 Definisi Pupuk dan Kompos	8
2.4.1 Kompos.....	9
2.4.2 Pupuk.....	8
2.5 Baku Mutu PERMENTAN No.70 Tahun 2011	9
2.5.1 C-Organik	11
2.5.2 Nitrogen	12
2.5.3 C/N.....	12
2.2.1. Kadar Air.....	12
2.5.4 pH	12

2.5.5	Hara Makro	13
2.6	Flora yang Digunakan	14
2.6.1	Bunga Asoka (<i>Ixora acuminata roxb</i>)	14
2.6.2	Lidah Mertua (<i>Sansevieria</i>)	15
2.6.3	Pucuk Merah (<i>Syzygium oleina</i>)	16
2.7	Penelitian Terdahulu	18
BAB III METODE PENELITIAN		21
3.1	Kerangka Penelitian	21
3.2	Ide Penelitian	25
3.3	Studi Literatur	25
3.4	Jenis Flora	26
3.5	Media Tanam	26
3.6	Tahap Persiapan Penelitian	27
3.7	Pembuatan Reaktor	28
3.8	Identifikasi Lumpur Kering SDB	29
3.9	Penelitian Laju Pertumbuhan Tanaman	30
3.10	Analisis dan Pembahasan	30
3.11	Kesimpulan dan Saran	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Karakteristik Lumpur Kering SDB	31
4.1.1.	C-organik	31
4.1.2.	Kadar Air	32
4.1.3.	Logam berat	33
4.1.4.	pH	34
4.1.5.	Hara makro	35
4.1.6.	C/N	38

4.1.7.	Hara mikro	39
4.2	Media Tanam	40
4.2.1	Lumpur Kering IPLT	41
4.2.1	Tanah Taman	41
4.2.2	Rasio 1:1.....	43
4.2.3	Rasio 2:1.....	44
4.2.4	Rasio 3:1.....	44
4.3	Laju Pertumbuhan Tanaman	45
4.3.1	<i>Ixora acuminata roxb</i>	45
4.3.2	<i>Sansevieria</i>	50
4.3.4	<i>Syzygium oleina</i>	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		59
BIOGRAFI PENULIS		73

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2	Bunga Asoka.....	14
Gambar 2. 3	Lidah Mertua.....	15
Gambar 2. 4	Pohon Pucuk Merah	17
Gambar 3. 2	Kerangka Penelitian.....	22
Gambar 3. 3	Kerangka Penelitian Lanjutan.....	23
Gambar 3. 4	Skema Penelitian Lanjutan	24
Gambar 3. 5	Reaktor pot yang digunakan.....	28
Gambar 3. 6	Layout reaktor.....	29
Gambar 4. 1	Lumpur Kering IPLT Keputih	41
Gambar 4. 2	Tanah Taman	42
Gambar 4. 3	Media Campuran Rasio 1:1	43
Gambar 4. 4	Media Campuran Rasio 2:1	44
Gambar 4. 5	Media Campuran Rasio 3:1	45
Gambar 4. 6	Grafik Tinggi pertumbuhan Rata-rata Asoka	46
Gambar 4. 7	Tinggi Rata-rata Bunga Asoka hari ke-28	46
Gambar 4. 8	Grafik Rata-rata pertumbuhan Ruas Asoka	47
Gambar 4. 9	Rata-rata Jumlah Ruas Daun Baru Asoka Hari ke-28	48
Gambar 4. 10	Bakal Bunga Asoka pada (kiri) Rasio 1:1 dan (kanan) Kontrol Tanah Taman.....	49
Gambar 4. 11	Bakal Bunga Asoka pada (kiri) Rasio 1:1 dan (kanan) Kontrol Tanah Taman.....	50
Gambar 4. 12	Grafik Rata-rata pertumbuhan Panjang Daun Sansevieria	50
Gambar 4. 13	Panjang Daun Sansevieria pada Hari Ke- 28.....	51
Gambar 4. 14	Grafik Pertambahan Ruas Daun Baru Lidah Mertua.....	52
Gambar 4. 15	Jumlah Ruas Daun Baru Lidah Mertua Hari ke-28	53
Gambar 4. 16	Pucuk Merah Masa Aklimatisasi.....	54
Gambar 4. 17	Media tanam Tanah Taman (a) dan Lumpur Kering (b)	55

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Karakteristik Lumpur SDB IPLT Keputih.....	6
Tabel 2. 2	Karakteristik Lumpur Kering unit SDB IPLT Keputih .	6
Tabel 2. 3	Persyaratan Pupuk Organik Padat	9
Tabel 2. 4	Persyaratan Pembenh Tanah Organik	11
Tabel 2. 5	Penelitian terdahulu terkait penelitian	18
Tabel 3. 1	Variasi reaktor	24
Tabel 3. 2	Penggunaan Reaktor	29
Tabel 4. 1	Data Skunder C-organik	31
Tabel 4. 2	Data Skunder Kadar Air	32
Tabel 4. 3	Persyaratan Teknis Minimal Pupuk	33
Tabel 4. 4	Data Skunder Logam	33
Tabel 4. 5	Data Skunder pH	35
Tabel 4. 6	Data Skunder Nitrogen	35
Tabel 4. 7	Data Skunder Pospat	37
Tabel 4. 8	Data Skunder Kalium	38
Tabel 4. 9	Data Skunder C/N.....	38
Tabel 4. 10	Data Skunder Hara Makro	40

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perlunya pengolahan buangan manusia atau tinja merupakan kebutuhan setiap individu agar tidak mencemari lingkungan sekitar dan menimbulkan dampak negatif. Salah satu dampak yang muncul akibat kurangnya pengolahan sanitasi yaitu penyakit *thypus*, diare, hepatitis, demam berdarah dan penyakit lainnya (Soedjono, 2016) yang disebarkan oleh nyamuk atau lalat di daerah kumuh. Pentingnya pengolahan sanitasi juga disebutkan pada SDG's (*Sustainable Development Goals*) 2030 poin keenam yaitu "akses air bersih dan sanitasi" di mana perlunya sanitasi yang layak di seluruh wilayah Indonesia untuk mencapai pembangunan berkelanjutan yang dianggap layak. Selain itu sanitasi merupakan salah satu poin penting yang diangkat oleh pemerintah adalah program 100.0.100 yaitu 100% akses air bersih, 0% permukiman kumuh dan 100% akses sanitasi yang layak pada tahun 2019 merupakan bukti pentingnya pengolahan sanitasi untuk keberlangsungan hidup manusia. Salah satu upaya dalam mengolah limbah hasil sanitasi yaitu Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT).

Dalam operasional Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) ini diperlukan *maintenance* untuk menjaga kualitas efluen yang dihasilkan oleh Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja agar tetap memenuhi baku mutu serta tidak menjadi pencemar di lingkungan. Buangan domestik termasuk lumpur tinja mengandung berbagai materi seperti organik, anorganik, bakteri patogen dan juga logam berat (Purwita, 2014), sehingga dalam prosesnya IPLT yang operasionalnya tidak sesuai dengan ketentuan berpotensi mencemari badan air dan mengontaminasi lingkungan jika dibuang langsung ke alam. Selain itu tangki septik dan IPLT memiliki peranan penting dalam mengurangi beban pencemaran dan juga meningkatkan daya tampung lingkungan atau kemampuan lingkungan mengolah limbah secara alami (Anggraini, 2015) sehingga dapat mengurangi beban pencemar yang harus di rilis ke lingkungan.

Menurut Oktarina (2013), tujuan dari pengolahan lumpur tinja adalah proses untuk menurunkan kandungan zat organik dan

kandungan mikroorganisme patogen berupa bakteri, virus jamur dan lain sebagainya. Sehingga dalam proses pengolahan limbah tinja sangat diperlukan kontrol untuk menjaga kualitas efluen yang dihasilkan. Dari pengolahan limbah tinja terdapat dua produk yang harus di kelola yaitu efluen air dan lumpur dari hasil pengolahan proses biologi. Lumpur kering merupakan hasil akhir dari pengeringan oleh unit *Sludge Drying Bed* (SDB) untuk mendapatkan padatan yang telah stabil dan dapat dibuang dengan aman ke lingkungan sesuai dengan baku mutu.

Produk lumpur dari unit SDB dianggap kering jika memenuhi baku mutu sesuai dengan PERMEN PUPR No. 4 tahun 2017 yaitu 80 – 60% kadar air pada lumpur hasil pengeringan. Lumpur kering hasil pengeringan SDB pada penelitian ini berasal dari IPLT Keputih yang berada di Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya. Pada operasionalnya IPLT Keputih memiliki unit pengolahan yang dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap pengolahan fisik, pengolahan biologis dan pengolahan lumpur (Dian, 2016) yang kemudian menghasilkan lumpur kering yang kemudian digunakan sebagai media penanaman di jalur hijau dan taman kota. Menurut PERMENTAN No.70 tahun 2011 bahwa media tanam yang dimaksud merupakan pupuk padat atau produk biologi aktif terdiri atas mikroba yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah sehingga kandungannya memiliki kriteria baku mutu untuk digunakan menjadi pupuk atau media tanam. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan lumpur kering yang berasal dari pengeringan unit *Sludge Drying Bed* (SDB) IPLT Keputih untuk uji dan membandingkan dengan baku mutu kompos yang berlaku.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah karakteristik lumpur kering dari unit SDB IPLT Keputih?
2. Bagaimanakah pengaruh penggunaan lumpur kering SDB IPLT Keputih sebagai pupuk terhadap laju pertumbuhan tanaman?

1.3. Tujuan

1. Mengidentifikasi karakteristik lumpur kering dari unit SDB IPLT Keputih

2. Menentukan pengaruh penggunaan lumpur kering unit SDB IPLT Keputih sebagai pupuk terhadap laju pertumbuhan tanaman

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian berada di Laboratorium Pemulihan Air Departemen Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan pekarangan rumah di Yogyakarta.
2. Penelitian berskala laboratorium.
3. Sampel lumpur kering yang diteliti berasal dari unit *Sludge Drying Bed* (SDB) IPLT Keputih, Surabaya
4. Parameter yang diamati yaitu C-Organik, Kadar Air, pH, Hara Makro (N, P₂O₅ dan K₂O), Hara Mikro (Fe, Mn dan Zn), Logam Berat (As, Hg, Pb, Cd) dan pertumbuhan fisik tanaman
5. Variabel pada penelitian ini adalah rasio jumlah lumpur dengan tanah yaitu 1:1, 2:1, 3:1 dengan masing-masing kontrol untuk lumpur kering dan tanah
6. Variabel yang digunakan yaitu jenis tanaman yang digunakan tanaman Bunga Asoka (*Ixora acuminata roxb*), Lidah mertua (*Sansevieria*), dan Pucuk merah (*Syzygium oleina*).
7. Penelitian dilakukan selama 4 minggu masa tanam dan diamati pertumbuhan fisik tanaman

1.5. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai karakteristik lumpur kering hasil unit SDB
2. Mengetahui pengaruh penggunaan lumpur kering unit SDB IPLT Keputih terhadap pertumbuhan tanaman
3. Mengetahui rasio efektif penggunaan lumpur kering SDB IPLT Keputih untuk tumbuhan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Keputih

Untuk memenuhi kebutuhan pengolahan sanitasi, Kota Surabaya memiliki satu Instalasi pengolahan lumpur tinja yang berada di Keputih. IPLT Keputih ini sudah berdiri sejak tahun 1991 dengan kapasitas desain 400 m³ /hari. IPLT Keputih memiliki 8 unit pengolahan, yang terdiri dari bak pemisah lumpur, unit ekualisasi, unit parit oksidasi, unit pengendap akhir, unit distribusi, unit kolam pematangan, unit pengering lumpur, dan unit kolam pengering lumpur (Dian, 2019). Namun pada pelaksanaannya IPLT ini terkadang juga menerima limbah domestik yang berasal dari sentra makanan atau fasilitas umum lainnya sehingga influen yang masuk sebagai lumpur baku tidak murni sebagai lumpur tinja, hal ini juga dapat memberikan pengaruh terhadap hasil dari proses pengolahan yang ada di instalasi pengolahan lumpur tinja yang ada di IPLT Keputih. IPLT Keputih menerima lumpur tinja melalui truk-truk tinja dari *saptic tank* warga dengan membebaskan biaya retribusi tiap m³ pembuangan tinja di IPLT tersebut.

2.2 Sludge Drying Bed (SDB)

Sludge Drying Bed merupakan unit pengolahan lumpur yang terdiri dari bak pengering berisi filter dan saluran filtrat. Lumpur yang dikeringkan pada unit SDB ini merupakan lumpur hasil proses biologi atau dari unit *clarifier*. Lumpur tersebut mengalami proses filtrasi dan juga evaporasi di dalam unit SDB. Filtrasi pada unit SDB memanfaatkan pasir dan kerikil. Hasil dari proses yang terjadi di SDB berupa padatan dan filtrat, di mana padatan akan mengalami proses *dewatering* dan filtrat akan dialirkan pada pipa *underdrain*. Pengeringan pada unit SDB memanfaatkan evaporasi alamiah oleh panas matahari langsung sehingga produk akhirnya merupakan lumpur kering. Lumpur kering yang dihasilkan pada SDB IPLT Keputih secara berkala diambil dengan pengerukan alat berat *eksavator*. Lumpur kering dari unit SDB di IPLT Keputih digunakan kembali sebagai media tanam dan pupuk di sepanjang jalur hijau dan taman kota Surabaya (Dian, 2016). Prinsip pengolahan lumpur SDB yaitu mengurangi volume lumpur dan kadar air dengan pengeringan. Proses *dewatering* yang terjadi di unit SDB dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ketebalan *cake*

atau lumpur, ukuran media filter, dan lama waktu pengeringan. (Ummah, 2018). Menurut Danish (2016), laju pengeringan pada unit SDB juga dipengaruhi oleh faktor suhu, kelembaban, kadar air lumpur yang masuk, pembentukan kerak, kecepatan udara dan kadar zat kimia pada lumpur biologi. Sedangkan menurut Sarah (2005), pengeringan juga bergantung pada faktor sinar matahari untuk evaporasi secara alami pada unit SDB. Pada unit SDB tersusun oleh media filter tipis yang tersusun oleh media penahan, pasir dan kerikil dengan berbagai ukuran dan ketinggian yang telah ditentukan dalam Panduan Perencanaan Bangunan IPAL Kementerian PU&PR. Sedangkan menurut Ummah (2018) lumpur yang masuk pada unit SDB memiliki karakteristik awal yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Karakteristik Lumpur SDB IPLT Keputih

Parameter	Nilai	Satuan
Lumpur IPAL Biologis		
Kadar Air	97,95	%
TS	17.425	mg/L
TSS	5.750	mg/L
COD	23.500	mg/L
BOD	2.511	mg/L
Amonium	58,4	mg/L
Total <i>Coliform</i>	40.000	MPN/100mL

Sumber: Ummah dan Herumurti, 2018

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Lestari dan Yudihanto (2013) didapatkan karakteristik lumpur kering yang ada pada unit Sludge Drying Bed (SDB) pada IPLT Keputih sebagai karakteristik lumpur yang ada di IPLT Keputih Surabaya, dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Karakteristik Lumpur Kering unit SDB IPLT Keputih

Parameter	Nilai	Satuan
Suhu	29,00	°C
Kadar Solid	12,81	%
Kadar Air	87,19	%
Volatile Solid	74,44	%
Karbon	41,36	%

Sumber: Lestari dan Yudihanto, 2013

Unit SDB memiliki kemiripan dengan *Slow Sand Filter* (SSF) di mana proses yang terjadi adalah filtrasi oleh media pasir atau kerikil. Namun memiliki beberapa perbedaan, di mana pada SDB bertujuan untuk mengeringkan lumpur biologi yang berasal dari *clarifier* di mana hanya ada proses fisik. Sedangkan pada SSF berfungsi untuk memurnikan air yang kotor, di mana pada unit ini terdapat proses biologi berupa lapisan kulit (*schmutsdecke*). Pada filter lambat akan dimungkinkan terdapat biofilm sebagai pengurai biologis yang akan terbentuk selama kurang lebih tiga bulan operasi awal SSF, sedangkan filter lambat yang ada pada SDB hanya berlangsung selama 10 hingga 15 hari pengeringan (Ummah, 2018).

2.3 Zero Waste

Pertumbuhan penduduk dan semakin bervariasinya kegiatan manusia merupakan faktor utama meningkatnya limbah yang ada di lingkungan. Salah satu usaha untuk mengurangi penumpukan limbah dengan menerapkan prinsip *zero waste* atau nol sampah di mana konsep pengelolaan sampah yang mengutamakan kegiatan daur ulang (*Recycle*), sampah atau sesuatu yang sudah tidak lagi digunakan kemudian dikelola sehingga dapat kembali digunakan (Widiarti, 2012). Usaha pengurangan timbulan sampah, meminimalisir timbulnya sampah dan daur ulang atau pemanfaatan kembali dengan fungsi yang berbeda dapat mengurangi beban Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan lingkungan sekitar sehingga prinsip 3R sangat perlu dilakukan sejak dari sumbernya (Maharani, 2007)

Usaha *zero waste* juga dapat diterapkan pada IPLT yaitu penggunaan kembali lumpur kering yang telah melewati proses biologis untuk digunakan kembali menjadi media tanam yang lebih berguna. Lumpur kering hasil proses biologi yang terdapat pada IPLT memiliki kandungan residu organik cukup tinggi meskipun telah melewati proses biologis (Ummah, 2019). Sebagian besar hasil pengolahan air limbah atau tinja menghasilkan lumpur *biomass* yang harus dibuang, mengandung banyak bahan organik dan mikroba sehingga banyak digunakan sebagai pupuk atau komponen perbaikan tanah setelah dilakukan pengujian (Ronald, 2008)

Dari kandungan organik yang tersisa pada lumpur kering tersebut dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara makro yang dapat mempercepat pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, sintesis asam amino dan protein dalam tanaman. Pertumbuhan vegetatif yaitu pertumbuhan panjang serta lebar daun, pertumbuhan batang dan juga dapat mempengaruhi warna hijau daun tanaman (Asnad, 2013). Namun untuk menjadi pupuk atau media tanam yang memenuhi baku mutu lumpur kering dari unit *Sludge Drying Bed* (SDB) di IPLT perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut. Lumpur pengolahan air limbah memiliki kandungan N, P dan K dalam jumlah yang besar sehingga sangat dapat digunakan sebagai pupuk di bidang pertanian, namun jika terdapat logam berat didalamnya maka penggunaannya harus dibatasi dan diawasi karena sangat berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup (Ndiritu, 2018) untuk itu diperlukannya pengujian dan pemenuhan parameter lain yang terdapat pada syarat pupuk yang tercantum pada PERMENTAN No. 7 tahun 2011.

2.4 Definisi Pupuk dan Kompos

2.4.1 Pupuk

Menurut PERMENTAN No. 70 tahun 2011 Pasal 1 Pupuk dibagi menjadi dua jenis yaitu pupuk organik dan pupuk hayati. Pupuk organik sendiri merupakan pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba, yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Sedangkan pupuk hayati adalah pupuk yang berasal dari biologi aktif terdiri atas mikroba yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan dan kesehatan tanah. Perbedaan antara pupuk organik dan pupuk hayati terdapat pada formula di mana pupuk organik terdiri dari bahan-bahan organik dan mineral penyusun pupuk organik sedangkan pupuk hayati terdiri dari mikroba/mikro fauna dan bahan pembawa penyusun pupuk hayati itu sendiri.

2.4.2 Pembenh Tanah

2.4.3 Kompos

Kompos adalah hasil dekomposisi bahan-bahan organik oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat dan lembap. Sampai saat ini kompos telah digunakan secara luas selama ratusan tahun dan telah terbukti mampu menangani limbah pertanian sekaligus berfungsi sebagai pupuk alami. Kompos memiliki peranan yang sangat penting bagi tanah karena dapat mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat kimia, fisik dan biologis. Penambahan kompos ke dalam tanah dapat memperbaiki struktur, tekstur, dan lapisan tanah sehingga memperbaiki keadaan aerasi, drainase, absorpsi panas, kemampuan daya serap tanah terhadap air, serta berguna untuk mengendalikan erosi tanah, dan juga dapat menggantikan unsur hara tanah yang hilang akibat terbawa oleh tanaman ketika dipanen atau terbawa aliran air permukaan (Dahono, 2012).

Kualitas hasil pengomposan dipengaruhi oleh banyak faktor salah satu diantaranya adalah lama waktu pengomposan. Hal ini sesuai dengan pendapat peneliti yang menyatakan bahwa lama waktu pengomposan tergantung pada karakteristik bahan yang dikomposkan, metode pengomposan yang dipergunakan dan dengan atau tanpa penambahan *activator* pengomposan. Secara alami pengomposan akan berlangsung dalam waktu beberapa minggu sampai 2 tahun hingga kompos benar-benar matang (Nurjazuli, 2016).

2.5 Baku Mutu PERMENTAN No. 70 Tahun 2011

Menurut Peraturan Menteri Pertanian No. 70 tahun 2011 tentang pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah pada Lampiran I terdapat baku mutu pupuk organik yang digunakan sebagai acuan pengolahan lanjutan dari penelitian lumpur kering SDB IPLT Keputih di mana baku mutu tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Persyaratan Pupuk Organik Padat

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	C-Organik	%	Minimal 15
2	C/N rasio	-	15 -25
3	Kadar Air	%	15 -25
4	Logam Berat:		

	As	ppm	Maks 10
	Hg	ppm	Maks 1
	Pb	ppm	Maks 50
	Cd	ppm	Maks 2
5	pH	-	4 – 9
6	Hara makro (N + P ₂ O ₅ + K ₂ O)	%	Minimal 4
	Hara mikro		
7	Fe total	ppm	Maks 9000
	Mn	ppm	Maks 5000
	Zn	ppm	Maks 500

Sumber: PERMENTAN 70/2011

Selain itu pada PERMENTAN No. 70 tahun 2011 juga terdapat persyaratan teknis minimal untuk pembenah tanah organik (*soil conditioner*). Menurut PERMENTAN No. 70 tahun 2011, pembenah tanah adalah bahan-bahan sintetis dan/atau alami, organik dan/atau mineral berbentuk padat dan/atau cair yang mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan/atau biologi tanah. Pada awalnya penggunaan pembenah tanah adalah sebagai pemantapan agregat tanah untuk mencegah erosi dan pencemaran, mengubah kapasitas tanah menahan air, dan meningkatkan kemampuan tanah dalam memegang hara dengan cara meningkatkan kapasitas tukar kation (Arsyad, 2000). Pembenah tanah sering kali juga mengandung unsur hara, namun berbeda dengan pupuk karena kandungan hara yang ada pada pembenah tanah relatif rendah, sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan tanaman, selain itu sering kali unsur hara yang dikandungnya dalam bentuk yang tidak dapat langsung terserap oleh tanaman (Dariah, 2015). Salah satu bahan untuk pembenah tanah yang umum digunakan yaitu bahan organik, namun umumnya masyarakat menggunakan bahan organik sebagai pupuk. Namun penambahan bahan organik dalam jumlah sedikit hanya akan memenuhi sebagian kebutuhan hara tanaman sehingga penggunaannya digolongkan sebagai pembenah tanah (Suwardi, 2007). Berikut adalah persyaratan teknis minimal pembenah tanah organik yang tercantum pada PERMENTAN No. 70 tahun 2011 dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Persyaratan Pembenh Tanah Organik

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	C-Organik	%	Minimal 15
2	C/N rasio	-	25-35
3	Kadar Air	%	15 -25
	Logam Berat:		
4	As	ppm	Maks 10
	Hg	ppm	Maks 1
	Pb	ppm	Maks 50
	Cd	ppm	Maks 2
5	pH	-	4 – 9
	Hara mikro		
7	Fe total	ppm	Maks 9000
	Mn	ppm	Maks 5000
	Zn	ppm	Maks 500

Sumber: PERMENTAN 70/2011

Dari Tabel 2.4 di atas dapat dilihat beberapa perbedaan persyaratan baku mutu antara pupuk organik dengan pembenh tanah organik menurut PERMENTAN No. 70 tahun 2011. Sebagai pupuk, bahan tersebut harus memiliki rasio C/N yang relatif rendah yaitu ≤ 15 dalam kondisi matang dan stabil mendekati C/N tanah. Sedangkan untuk pembenh tanah C/N tetap perlu diperhatikan yaitu tidak lebih dari 30 (Dariah, 2015). Sedangkan pada PERMENTAN No. 70 tahun 2011, rasio C/N yang diizinkan pada pupuk organik antara 15 hingga 25. Sedangkan C/N pada pembenh dapat memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding pupuk organik, yaitu 25 hingga 35. Hal ini juga dikarenakan tidak terdapat syarat minimal adanya zat hara makro untuk kandungan nitrogen, fosfat (P_2O_3), dan Kalium (K_2O) di mana pada baku mutu pupuk dicantumkan yaitu setidaknya terdapat minimal 4% kandungan hara makro pada pupuk. Hal ini yang menjadi pembeda antara persyaratan pupuk organik dan bahan pembenh organik yang tercantum pada PERMENTAN No. 70 tahun 2011.

2.5.1 C-Organik

Kandungan bahan organik dapat berperan penting dalam bidang pertanian. Karena bahan organik dapat mengatur berbagai sifat tanah, kemudian sebagai penyangga persediaan unsur bagi

tanaman, dan berpengaruh terhadap struktur tanah (Purnomo, 2017)

2.5.2 Nitrogen

Peranan utama nitrogen bagi tanaman adalah untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan, khususnya batang cabang dan daun. Selain itu nitrogen pun berperan penting dalam pembentukan hijau daun atau klorofil yang sangat berguna dalam proses fotosintesis (Cahyadi, 2016)

2.5.3 C/N

Salah satu indikasi kontribusi bahan organik terhadap kesuburan perairan adalah rasio C/N. Karbon dan nitrogen adalah dua komponen pokok bahan organik. Kandungan karbon organik dalam sedimen berkaitan dengan faktor karakteristik sedimen, laju degradasi mikroba, produktivitas kolom air (Putri, 2015).

2.2.1. Kadar Air

Kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung berpengaruh pada suplai oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40 - 60 % adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembaban lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau yang tidak sedap (Dahono, 2012).

2.5.4 pH

Tingkat keasaman pada proses komposting merupakan faktor penting dalam proses pengomposan. Perubahan pH ini menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik. Interaksi antara proses pemberian laju aerasi yang berbeda dan pembedaan nilai C/N awal menunjukkan nilai pH yang tak berbeda. Peningkatan nilai pH yang teridentifikasi pada hari ke 8 menunjukkan bahwa perombakan bahan organik senyawa karbon menjadi asam organik tidak lagi

menjadi proses yang dominan dan telah terjadi pembentukan senyawa ammonium yang dapat meningkatkan nilai pH (Ismaya, 2012).

2.5.5 Hara Makro

Unsur hara makro adalah unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak, hal ini dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman karena hara makro baik bagi pertumbuhan tanaman. Kandungan kadar hara makro pada pupuk organik yang perlu di analisa yaitu nitrogen (N), fosfor (P_2O_5) dan K_2O (Selian, 2008). Kadar Nitrogen di analisa dengan metode Kjeldahl, titrimetri, dan spektrometri (Page, Miller, & Keeny, 1984), kadar P menggunakan metode oksidasi basah ($HNO_3 + HClO_4$), *molibdovanadat*, dan *spectrometry*, dan kadar K di analisa dengan metode oksidasi basah ($HNO_3 + HClO_4$), dan *flamephotometry* (Wullandari, 2017)

1. Phosphor

Unsur fosfor di dalam tanah terdapat dalam tiga bentuk, tetapi yang paling mudah diserap oleh tanaman adalah bentuk ion ortofosfat primer ($H_2PO_4^-$) dan ortofosfat sekunder ($HP_2O_4^-$), sedangkan bentuk PO_4^{3-} lebih sulit diserap oleh tanaman (Hanafiah, 2007). Ortofosfat disebut juga sebagai bentuk P-tersedia karena merupakan bentuk fosfat yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman, sedangkan polifosfat (sumber Porganik: fosfolipid, asam nukleat, dan fitat) harus mengalami hidrolisis terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan sebagai sumber fosfor (Purnomo, 2017)

2. Kalium

Kalium merupakan unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Tanaman yang kekurangan unsur hara K akan tampak daun mengerut atau keriting, timbul bercak – bercak merah kecokelatan, ujung dan tepi daun akan tampak menguning. Peran kalium pada tanaman adalah sebagai pembentuk protein dan karbohidrat, membantu membuka dan menutup stomata, meningkatkan daya tahan terhadap penyakit tanaman dan serangan hama, efisiensi penggunaan air, memperbaiki ukuran dan kualitas buah pada masa generatif (Syakir, 2009)

2.6 Flora yang Digunakan

2.6.1 Bunga Asoka (*Ixora acuminata roxb*)

Tanaman bunga Asoka atau *Ixora acuminata roxb* merupakan tanaman hias yang cukup sering ditemui di Indonesia. Di Eropa bunga Asoka mendapat julukan sebagai “*flame of the wood*” atau api hutan karena memiliki bunga dengan warna yang terang dan mencolok sehingga dapat terlihat jelas diantara tanaman yang lain. Tanaman ini juga dapat berbunga sepanjang tahun dan tidak bergantung pada iklim. Tumbuhan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Bunga Asoka
Sumber: agrotek.id

Divisi	: <i>Tracheophyta</i>
Sub divisi	: <i>Spermatophytina</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Gentianales</i>
Famili	: <i>Rubiaceae</i>
Genus	: <i>Ixora l.</i>
Spesies	: <i>Ixora acuminata roxb</i>

Ixora memiliki bunga majemuk yang berkelamin dua dan tumbuh secara bergerombol. Bunganya memiliki benang sari dan kelopak berjumlah 4 di mana terdapat kepala sari di bagian

mahkotanya. Bunga *Ixora* memiliki warna beragam namun yang paling umum berwarna merah. Akarnya berwarna coklat dan merupakan akar tunggang sehingga memiliki kemampuan lebih untuk menyerap air dan unsur hara yang ada di tanah. Tumbuhan ini dapat tumbuh dengan baik di lingkungan yang terik dan dalam kondisi yang kering sekalipun. Batangnya berkayu dan diameternya dapat tumbuh mencapai ± 40 cm. Daunnya merupakan daun majemuk yang menyirip dengan anak daun yang berpasangan – pasangan dan memiliki tangkai daun $\pm 1 - 2$ cm. Memiliki daun berwarna hijau dan coklat di dekat batangnya dan digugurkan apabila lingkungannya terlalu dingin. *Ixora acuminate roxb* yang biasa digunakan sebagai tanaman pada lahan RTH biasanya berusia $\pm 3 - 5$ bulan untuk ditanam (Ludang, 2019).

2.6.2 Lidah Mertua (*Sansevieria*)

Tanaman Lidah mertua atau biasa disebut dengan *Sansevieria* merupakan tanaman yang berasal dari daerah beriklim tropis yaitu Afrika. Tanaman ini berjenis *sukulen* atau hanya memiliki daun tebal dan mengandung banyak air sehingga dapat hidup bahkan dengan suplai air yang sedikit, namun pada kondisi yang memiliki banyak air lidah mertua dapat tumbuh subur. Lidah mertua dapat tumbuh di dataran rendah dengan ketinggian 1 – 1000 meter di atas permukaan laut dengan cahaya matahari yang cukup. Tumbuhan ini dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Lidah Mertua
Sumber: Dokumentasi pribadi

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Liliales</i>
Famili	: <i>Agaveceae</i>
Genus	: <i>Sansevieria</i>
Spesies	: <i>Sansevieria trifasciata</i>

Lidah mertua memiliki morfologi batang semu dengan bagian tanamannya merupakan daun berserat yang kuat dan memanjang, pada beberapa jenis daunnya memanjang dan pipih menyerupai pedang sedangkan jenis lain memiliki bentuk silinder (Widhowati, 2008). Tanaman ini umumnya memiliki warna hijau dengan corak tidak beraturan dan daunnya dapat tumbuh hingga \pm 1.8 meter. Merupakan tanaman monokotil dengan akar serabut berwarna putih berisi dan tumbuh secara horizontal. Lidah mertua dapat berbunga dan berbuah namun sangat jarang tidak seperti tanaman hias lainnya, bunganya memiliki kelopaknya memanjang tipis berwarna putih dengan benang sari berjumlah 6 dan tangkai putiknya memiliki kepala berbentuk bulat. Sedangkan buah lidah mertua berbentuk seperti telur memanjang memiliki 1-3 buah biji dan menggantung pada tangkai yang tumbuh dari pangkalnya.

Salah satu keunggulan yang dimiliki *Sansevieria* yaitu mempunyai daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan sehingga dapat hidup baik di tempat yang kering maupun basah dengan morfologi yang dimilikinya (Adita, 2015). Pada penelitian yang dilakukan oleh NASA dan ALCA telah menemukan bukti bahwa *Sansevieria* salah satu tumbuhan yang sangat resistan terhadap polutan, bahkan secara alami mampu mengurangi polusi tersebut (Inggriani, 2015)

2.6.3 Pucuk Merah (*Syzygium oleina*)

Tanaman Pucuk Merah atau nama latinnya *Syzygium oleina* merupakan tanaman hias yang memiliki ciri khas pucuk daun berwarna merah sehingga sering kali digunakan sebagai tanaman untuk memperindah taman kota, perumahan, perkantoran ataupun jalur hijau di perkotaan (Larasati, 2018). Menurut Aisha (2013) Pucuk merah merupakan tanaman perdu yang memiliki daun berwarna hijau jika telah tua, memiliki kandungan fenol yang

dominan, flavonoid antioksidan, dan juga asam *betulinic*. *Syzygium oleina* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Pohon Pucuk Merah
Sumber: bibitbunga.com

Divisi	: <i>Tracheophyta</i>
Sub divisi	: <i>Spermatophytina</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Myrtales</i>
Famili	: <i>Myrtaceae</i>
Genus	: <i>Syzygium</i>
Spesies	: <i>Syzygium oleana</i>

Syzygium oleana memiliki morfologi daun yang khas yaitu warna merah yang menyala saat pupus, lalu setelah tua daunnya mulai tua warnanya berubah menjadi hijau tetap mengkilap pada bagian atasnya dan daunnya tumbuh saling berhadapan. Daun *Syzygium oleana* merupakan daun tunggal yang berbentuk lancip, memiliki tangkai yang sangat pendek sehingga seolah olah daunnya menyatu langsung dengan batang tanaman serta ukuran daunnya dapat mencapai lebar dan panjang hingga ± 6 dan 2 cm. *Syzygium oleana* memiliki batang berkayu yang dapat tumbuh hingga ± 5 meter dan akarnya tunggang. Memiliki biji bulat pipih dengan diameter $\pm 0,7$ cm berwarna coklat keunguan untuk memperbanyak diri secara alami, namun umumnya petani

mengembang biakkan *Syzygium oleana* dengan cara vegetatif baik stek ataupun cangkok.

Pada penelitian yang dilakukan Larasati (2018) yang melakukan pengamatan pengaruh pertumbuhan tanaman *Syzygium oleana* terhadap cahaya dan kemampuan serapan $MgSO_4$ tanaman, dilakukan selama 8 Minggu Setelah Tanam (MST) dengan menggunakan pucuk merah yang berumur 12 MST atau berumur ± 3 bulan. Penelitian tentang tanaman perdu atau tanaman taman biasanya dilakukan untuk mengetahui fase pertumbuhan tanaman, terutama anakan tanaman sebelum akhirnya ditanam pada lahan RTH umumnya berusia $\pm 3 - 5$ bulan (Ludang, 2019)

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah penelitian-penelitian terdahulu terkait dengan Lumpur Kering *Sludge Drying Area* untuk dijadikan pupuk, tercantum pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Penelitian terdahulu terkait penelitian

No.	Judul	Isi
1	Pemanfaatan Limbah Lumpur (<i>Sludge</i>) <i>Wastewater Treatment Plant</i> PT.X Sebagai Bahan Baku Kompos (Cahyadi, 2016)	Dengan memvariasikan rasio perbandingan lumpur dengan bahan (1:1 dan 2:1) untuk menurunkan C/N dan lama waktu pengomposan (4 dan 5 minggu) didapatkan penggunaan rasio 2:1 dan lama pengomposan selama 4 minggu mendapatkan hasil paling efektif yaitu menurunkan C/N sebesar 65,39

No.	Judul	Isi
2	Kombinasi Proses Pra-Komposting dan Vermikomposting menggunakan <i>E. Eugeniae</i> dan <i>L. Rubellus</i> untuk Pengomposan Sampah Kebun dan Lumpur Biologis <i>Unit Sludge Drying Bed</i> (SDB) (Paramataty, 2019)	Penggunaan Sampah kebun dan penambahan cacing dalam <i>vermicomposting</i> dapat menurunkan C/N rasio hingga 17,88 untuk memperbaiki kualitas pengomposan
3	Uji Pemanfaatan Unsur N dan P dalam Limbah Tahu sebagai Pupuk pada Tanaman Padi (<i>Oryza sativa</i>) (Setyowati, 2001)	Analisis menggunakan tanaman padi dan diamati pertumbuhan fisiknya. Padi yang dipupuk dengan limbah tahu masih belum lebih baik dibandingkan dengan pupuk biasa.
4	Studi Pemanfaatan Lumpur dari Drying Bed Pengelolaan Tinja Keputih Sukolilo Surabaya dan Pengelolaan Air Buangan PT. SIER untuk Pupuk Tanaman (Chamida, 1991)	Setelah dibandingkan lumpur SDB IPLT Keputih dan IPAL PT SIER dapat memenuhi kebutuhan zat hara yang dibutuhkan oleh tanaman, dan uji cobanya terhadap tanaman cabai tumbuh subur.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

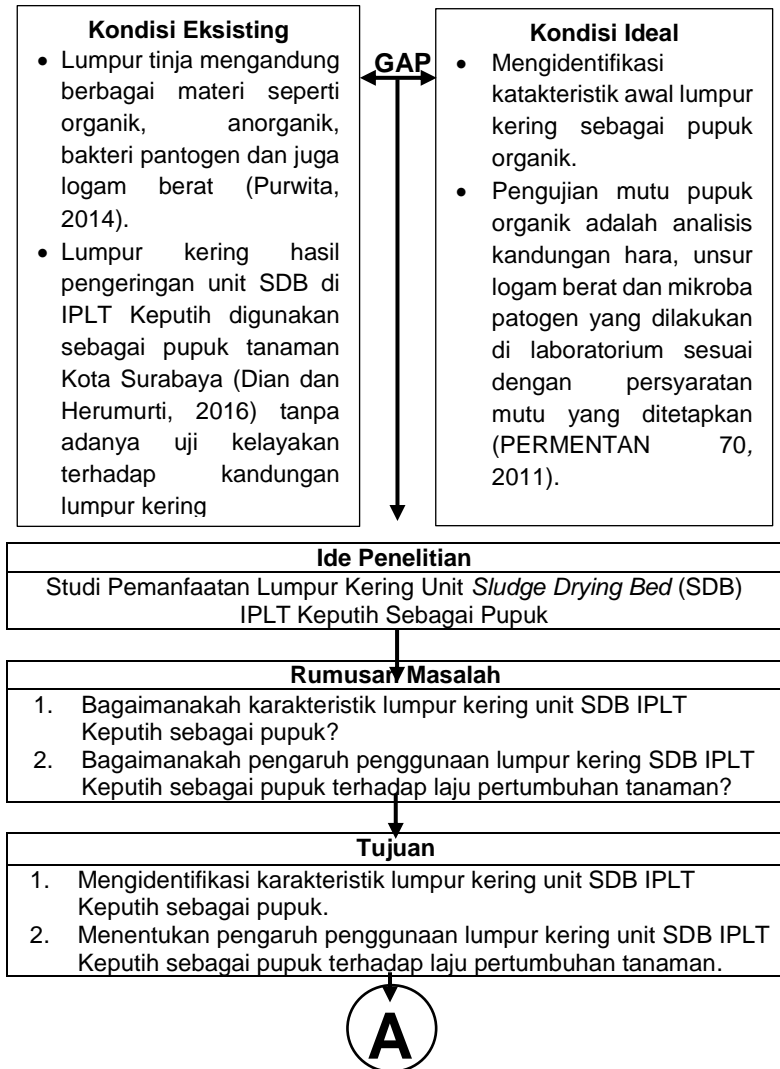
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan kerangka acuan yang berisi rangkaian pokok kegiatan yang digunakan dalam penelitian, dapat mempermudah proses pengerjaan penelitian agar konsisten dengan tujuan dan rumusan yang telah direncanakan. Berikut adalah fungsi dari kerangka penelitian:

1. Mengetahui tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam penelitian
2. Sebagai pedoman awal penelitian dan memudahkan pembaca dalam memahami mengenai penelitian yang dilakukan
3. Mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan penelitian agar tujuan penelitian tercapai

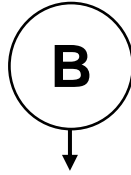
Kegiatan penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan sampel lumpur kering SDB di IPLT Keputih dan juga tanah taman. Ide penelitian ini dilakukan berdasarkan "GAP" yang muncul antara kondisi ideal dan kondisi eksisting yang ada sehingga dapat diambil rumusan masalah dan tujuan dari penelitian ini. Dari ide penelitian tersebut kemudian dilakukan persiapan penelitian yang terdiri dari pencarian studi literatur yang berkaitan kemudian dilanjutkan dengan persiapan alat dan bahan untuk memudahkan pelaksanaan penelitian utama. Setelah itu dilakukan penelitian utama yaitu mengetahui pengaruh lumpur kering SDB di IPLT Keputih terhadap laju pertumbuhan beberapa macam tumbuhan, kemudian dilakukan analisis dan pembahasan hasil penelitian sehingga didapatkan kesimpulan hasil penelitian. Kerangka penelitian dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian



Gambar 3. 2 Kerangka Penelitian Lanjutan



Analisis dan Pembahasan	
1.	Identifikasi karakteristik lumpur kering dengan parameter dengan data sekunder dan studi literatur sesuai dengan baku mutu PERMENTAN No. 70 tahun 2011
2.	Pengaruh penggunaan lumpur kering sebagai pupuk pada tumbuhan keras terhadap laju pertumbuhan dengan pengukuran fisik tumbuhan.

Kesimpulan dan Saran

Gambar 3. 3 Skema Penelitian Lanjutan

Jumlah reaktor yang digunakan sebanyak 15 reaktor, 3 diantaranya merupakan reaktor kontrol di mana bertujuan sebagai kontrol mengetahui laju pertumbuhan tanaman murni tanpa adanya rasio pencampuran antara lumpur kering dengan tanah taman. Variasi reaktor dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Variasi reaktor

No.	Nama Reaktor	Jenis Tanaman	Media yang digunakan		Jumlah Reaktor
			Lumpur Kering	Tanah Taman	
1	S-LK1	<i>Sansevieria</i>	1	1	1
2	IA-LK1	<i>Ixora acuminate roxb</i>	1	1	1
3	SO-LK1	<i>Syzygium oleana</i>	1	1	1
4	S-LK2	<i>Sansevieria</i>	2	1	1
5	IA-LK 2	<i>Ixora acuminate roxb</i>	2	1	1
6	SO-LK2	<i>Syzygium oleana</i>	2	1	1
7	S-LK3	<i>Sansevieria</i>	3	1	1
8	IA-LK3	<i>Ixora acuminate roxb</i>	3	1	1
9	SO-LK3	<i>Syzygium oleana</i>	3	1	1
10	S-LK	<i>Sansevieria</i>	Kontrol	-	1

No	Nama Reaktor	Jenis Tanaman	Media yang digunakan		Jumlah Reaktor
			Lumpur Kering	Tanah Taman	
11	IA-LK	<i>Ixora acuminata roxb</i>	Kontrol	-	1
12	SO-LK	<i>Syzygium oleana</i>	Kontrol	-	1
13	S-TT	<i>Sansevieria</i>	-	Kontrol	1
14	IA-TT	<i>Ixora acuminata roxb</i>	-	Kontrol	1
15	SO-TT	<i>Syzygium oleana</i>	-	Kontrol	1
Total					15

Keterangan:

S = *Sansevieria*

IA = *Ixora acuminata roxb*

SO = *Syzygium oleana*

LK = Lumpur Kering (sebagai kontrol)

TT = Tanah Taman (sebagai kontrol)

LK1 = Rasio Lumpur kering banding Tanah taman 1:1

LK2 = Rasio Lumpur kering banding Tanah taman 2:1

LK3 = Rasio Lumpur kering banding Tanah taman 3:1

3.2 Ide Penelitian

Ide penelitian yang dilakukan berdasarkan kondisi eksisting yang ada di mana lumpur kering hasil unit *Sludge Drying Bed* (SDB) IPLT Keputih digunakan sebagai pupuk di jalur hijau dan taman kota di Surabaya sementara belum ada penelitian yang menguji tentang kelayakan lumpur kering tersebut. Sehingga muncul ide penelitian untuk mengetahui karakteristik lumpur kering SDB sebagai pupuk dan juga pengaruh penggunaan lumpur kering terhadap laju pertumbuhan (fisik) tumbuhan taman.

3.3 Studi Literatur

Penelitian yang dilakukan memerlukan studi literatur sebagai tambahan wawasan dan teori yang telah teruji dan diakui kebenarannya sehingga dapat diambil hasil dan kesimpulan yang benar berdasarkan penelitian-penelitian yang terdahulu. Studi literatur yang digunakan merupakan jurnal penelitian, peraturan dan regulasi, *textbook*, disertasi, *website*, berita, maupun laporan tugas akhir yang berhubungan dengan penelitian ini. Literatur yang digunakan yaitu berkaitan dengan Instalasi Pengolahan Lumpur

Tinja (IPLT) Keputih, unit *sludge drying bed* (SDB), *zero waste*, baku mutu pupuk yang berlaku, jenis tumbuhan yang digunakan dan penelitian terdahulu.

3.4 Jenis Flora

Dalam penelitian ini, jenis flora yang digunakan terdiri dari 3 jenis tanaman yaitu:

1. **Bunga Asoka (*Ixora acuminata roxb*)**

Ixora acuminata roxb atau bunga asoka juga merupakan tanaman yang banyak digunakan di taman Surabaya. Perawatannya yang mudah dan tahan dengan cuaca panas bahkan kering sekalipun sehingga dapat menyesuaikan diri dengan iklim Surabaya. Selain itu tanaman ini dapat berbunga sepanjang tahun tanpa musim tertentu.

2. **Lidah mertua (*Sansevieria*)**

Sansevieria atau lidah mertua merupakan salah satu dari beberapa tanaman yang banyak digunakan di taman Surabaya, merupakan tanaman yang kuat terhadap cuaca dan perawatannya tidak terlalu susah. Memiliki kemampuan mengurangi polusi pada udara hingga mengurangi pencemaran logam berat di tanah.

3. **Pucuk Merah (*Syzygium oleina*)**

Syzygium oleina atau pohon pucuk merah merupakan tanaman yang mewakili pepohonan yang sering kali dijumpai di taman dan jalur hijau Surabaya. Tanaman ini tumbuh dengan baik pada cuaca yang panas, munculnya pucuk merah baru dipengaruhi oleh sinar matahari yang diterima menjadi daya tarik tersendiri untuk memperindah taman kota dan jalur hijau di Surabaya.

3.5 Media Tanam

Media tanam yang digunakan pada penelitian ini merupakan campuran yang berasal dari lumpur kering unit SDB IPLT Keputih dengan tanah taman yang biasa digunakan di taman – taman Surabaya. Sampling dilakukan sekali untuk mencegah adanya perbedaan kandungan dalam media yang dapat mempengaruhi perbedaan hasil akhir laju pertumbuhan tanaman. Pengambilan sampel dilakukan setelah diketahui kebutuhan media yang digunakan. Perhitungan kebutuhan lumpur kering dan tanah taman

dilakukan dengan perbandingan massa antaran lumpur kering SDB dan tanah kering yang digunakan sebagaimana tercantum pada perhitungan berikut:

a. Lumpur Kering SDB

$$\begin{aligned} \text{Massa lumpur kering 1:1} &= \frac{1}{2} \times 4 \text{ kg} \times 3 \text{ reaktor} \\ &= 6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa lumpur kering 2:1} &= \frac{2}{3} \times 4 \text{ kg} \times 3 \text{ reaktor} \\ &= 8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa lumpur kering 3:1} &= \frac{3}{4} \times 4 \text{ kg} \times 3 \text{ reaktor} \\ &= 9 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa lumpur kering kontrol} &= 4 \text{ kg} \times 3 \text{ reaktor} \\ &= 12 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Tanah Taman

$$\begin{aligned} \text{Massa tanah taman 1:1} &= \frac{1}{2} \times 4 \text{ kg} \times 3 \text{ reaktor} \\ &= 6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa tanah taman 2:1} &= \frac{1}{3} \times 4 \text{ kg} \times 3 \text{ reaktor} \\ &= 4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa tanah taman 3:1} &= \frac{1}{4} \times 4 \text{ kg} \times 3 \text{ reaktor} \\ &= 3 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa tanah taman kontrol} &= 4 \text{ kg} \times 3 \text{ reaktor} \\ &= 12 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.6 Tahap Persiapan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah reaktor untuk wadah tanaman tumbuh kemudian diamati berupa pot berukuran diameter 30 cm dengan tinggi 19 cm yang digunakan menanam, dalam satu pot ditanam satu jenis tanaman yang dengan variabel rasio lumpur kering yang berbeda. Reaktor yang digunakan berjumlah 15 buah, masing-masing 3 variabel rasio dan 2 kontrol untuk 3 jenis tanaman. Untuk pengambilan sampel lumpur kering digunakan karung plastik dan cangkul untuk mengambil lumpur kering dari unit SDB dan tanah taman.

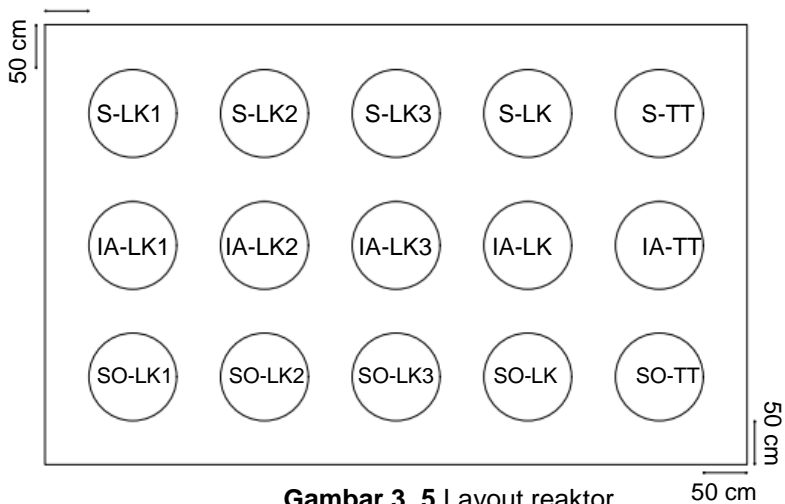
3.7 Pembuatan Reaktor

Reaktor yang digunakan berupa pot plastik berdiameter 30 cm dan tinggi 19 cm, pot tersebut digunakan sebagai wadah untuk menumbuhkan tanaman yang diuji dengan variasi penggunaan lumpur kering yang juga dicampurkan dengan tanah taman sebesar 1:1, 2:1, 3:1 dan masing-masing kontrol untuk lumpur kering maupun tanah taman. Sebelum digunakan tanah taman dijemur selama 3 hari untuk menetralkan kandungan ataupun kontaminan yang ada sehingga meminimalisir adanya pengaruh kontaminan lain terhadap penelitian ini. Reaktor ini diletakkan di pekarangan rumah di Yogyakarta. Sketsa reaktor dan layout seperti yang terdapat pada gambar 3.4 dan 3.5.



Gambar 3. 4 Reaktor pot yang digunakan

50 cm



Gambar 3. 5 Layout reaktor

Tabel 3. 2 Penggunaan Reaktor

No.	Variasi rasio Lumpur kering : Tanah Taman	Jenis Tanaman		
		Lidah Mertua	Bunga Asoka	Pucuk Merah
1	1:1	S – 1	IA – 1	SO – 1
2	2:1	S – 2	IA – 2	SO – 2
3	3:1	S – 3	IA – 3	SO – 3
4	1:0 (Kontrol)	S – LK	IA – LK	SO – LK
5	0:1 (Kontrol)	S – T	IA – TT	SO – T

3.8 Identifikasi Lumpur Kering SDB

Digunakan data sekunder untuk mendapatkan karakteristik lumpur kering SDB dengan metode studi literatur yang berasal dari jurnal nasional dan internasional, prosiding, artikel dan web, majalah serta surat kabar. Parameter yang digunakan berdasarkan PERMENTAN No. 70 tahun 2011 mengenai syarat minimal pupuk organik yaitu c-organik, C/N, kadar air, logam berat, hara makro, dan hara mikro pada lumpur kering yang diizinkan dan berlaku hingga saat ini. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa layak

lumpur kering unit SDB IPLT Keputih dapat dikatakan sebagai pupuk sesuai dengan PERMENTAN No. 70 tahun 2011 berdasarkan data sekunder yang sekiranya mirip dengan karakteristik lumpur kering SDB tersebut.

3.9 Penelitian Laju Pertumbuhan Tanaman

Penelitian dilakukan selama 4 minggu atau 21 hari untuk mengamati pertumbuhan tanaman yang diteliti. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil lumpur yang telah kering atau mengandung 80-60% kadar air (PERMEN PUPR, 2017) sebanyak kurang lebih 4 karung lumpur kering dalam waktu yang bersamaan untuk nantinya ditimbang dan dicampurkan sesuai dengan rasio yang ditentukan. Penggunaan rasio 1:1, 1:2, 1:3, beserta dua kontrol berisi lumpur kering dan tanah taman tanpa pencampuran yang kemudian dimasukkan ke dalam pot sebagai media tanam.

Tanaman yang digunakan adalah lidah mertua, bunga asoka dan pucuk merah yang telah berukuran 13 - 20 cm berjumlah 5 buah tiap jenis tanaman. Pengamatan dilakukan pada masing-masing tanaman untuk diamati pertumbuhan fisik dari tanaman seperti panjang daun, jumlah ruas baru, dan waktu munculnya bunga selama 4 minggu setiap hari.

3.10 Analisis dan Pembahasan

Pada penelitian ini poin yang dibahas adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi karakteristik lumpur kering dengan parameter sesuai dengan baku mutu PERMENTAN No. 70 tahun 2011 sebagai pupuk tanaman.
2. Pengaruh penggunaan lumpur kering sebagai pupuk pada tumbuhan keras terhadap laju pertumbuhan dengan pengukuran fisik tumbuhan.

3.11 Kesimpulan dan Saran

Pada sub-bab ini didapatkan kesimpulan dan saran untuk menjawab penelitian yang telah di tentukan di awal. Penarikan kesimpulan dapat dijadikan dasaran untuk merekomendasikan saran bagi penelitian yang selanjutnya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Lumpur Kering SDB

Berdasarkan studi literatur mengenai karakteristik lumpur kering SDB menurut penelitian terdahulu dan kemudian dibandingkan data sekunder yang ada berdasarkan parameter terkait dengan baku mutu pupuk menurut PERMENTAN No. 70 tahun 2007.

4.1.1. C-organik

Berdasarkan beberapa literatur yang pernah melakukan pemeriksaan pada sejenis lumpur kering SDB yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Sekunder C-organik

Sumber	C-organik (%)	Referensi
SDB IPLT Keputih	21.60	Paramataty, 2019
Lumpur limbah kota	22,4	Marinos, 2016
SDB IPAL Sewon	32.63	Rahmiasari, 2006
Lumpur SDB	12,24	Purwanti, 2003

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Paramataty (2019) pada lumpur kering unit SDB di IPLT Keputih dengan menggunakan metode *Walky & Black* mendapatkan nilai c-organik sebesar 21,60 %. C-organik merupakan salah satu unsur yang menunjang kesuburan tanah sebagai penyangga dan penyedia zat hara, meningkatkan efisiensi pemupukan dan menetralkan sifat racun Al dan Fe bagi tumbuhan (Hanafiah, 2012). Beberapa kegunaan c-organik bagi media tanam atau tanah yaitu dapat memperbaiki struktur tanah dan menekan laju erosi, meningkatkan daya sangga air tanah dan memperbaiki aerasi tanah. Fungsi lain c-organik yaitu sebagai sumber energi bagi mikroorganisme/renik pelepas hara tanah. Menurut penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, kandungan c-organik pada lumpur hasil olahan tinja berkisar antara 21,60 – 32,63 %. Secara teori kandungan c-organik

tersebut telah memenuhi baku mutu persyaratan minimal pupuk organik sesuai dengan PERMENTAN No. 70 tahun 2007 yaitu pupuk organik yang diizinkan memiliki setidaknya 15% kandungan c-organik atau lebih.

4.1.2. Kadar Air

Kadar air yang diizinkan pada PERMENTAN No. 7 tahun 2007 yaitu 15-25 % untuk menghindari adanya perubahan sifat lumpur biologis yang telah stabil. Hal ini juga berhubungan dengan penyimpanan dan pengeringan sebagai proses lanjutan yang perlu dilakukan sebelum digunakan sebagai pupuk pada tanaman

Tabel 4. 2 Data Sekunder Kadar Air

Sumber	Kadar air (%)	Referensi
SDB IPLT Keputih	79.49	Chamida, 1991
SDB IPAL Keputih	69.67	Paramataty, 2019
SDB IPAL PT X	52.23	Cahyadi, 2016
Lumpur buangan PT SIER	79.8	Chamida, 1991

Penurut penelitian yang dilakukan oleh Chamida (1991), lumpur kering yang terdapat pada IPLT Keputih memiliki kadar air yang cukup tinggi bahkan hingga 2019 sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Paramataty. Lumpur kering unit SDB di IPLT Keputih memiliki kadar air berkisar antara 69,67 – 79,49 %, data tersebut dapat berubah tergantung dengan musim yang berlangsung karena pada unit SDB di IPLT Keputih tidak memiliki penutup sehingga ketika musim hujan proses pengeringan terbatas. Bahkan jika terjadi permintaan lumpur kering untuk taman dan jalur hijau kota Surabaya yang tinggi maka lumpur kering langsung digunakan tanpa proses pengeringan yang cukup sebelumnya. Pada pengeringan, penurunan kadar air sebanding dengan waktu pengeringan sehingga semakin lama kadar air yang perlu dihilangkan maka waktu pengeringan lebih lama. Begitu juga dengan tenaga atau kecepatan pengeringan, semakin sedikit perlunya pengeringan maka waktu atau suhu yang dibutuhkan semakin kecil atau sedikit (Amanto, 2015)

4.1.3. Logam berat

Umumnya pada lumpur limbah atau tinja sering kali ditemukan polutan beracun berupa logam berat seperti Pb , Cd, Hg dan As dan logam berat berbahaya lainnya. Ketika penggunaan lumpur hasil proses olahan yang mengandung logam berat tersebut digunakan sebagai pupuk, maka logam berat tersebut dapat terakumulasi di tanah bahkan di tanaman atau buah hasil panen yang akan menimbulkan bahaya jika dikonsumsi oleh hewan atau manusia. Dampak atau bahaya yang timbul dari konsumsi logam berat pada makhluk hidup dan lingkungan sangat tinggi (Hsiau,1998), sehingga pada PERMENTAN No. 7 tahun 2007 telah diatur baku mutu pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk

Parameter	Baku mutu (ppm)
Arsen (As)	< 10
Merkuri (Hg)	< 1
Timbal (Pb)	< 50
Kadmium (Cd)	< 2

Sumber: PERMENTAN No. 7 Tahun 2007

Berdasarkan peraturan PERMENTAN No. 7 tahun 2007 yang berlaku tentang persyaratan minimal pupuk kemudian digunakan data sekunder sebagai untuk mengetahui kandungan logam berat yang ada pada lumpur limbah atau tinja yang ada menurut penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Data sekunder kandungan logam berat yang terdapat pada lumpur limbah atau tinja dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Data Sekunder Logam

Sumber	kandungan (ppm)	Referensi
Arsen (As)		
Lumpur Kota Tipikal	10	Chen, 2002
Merkuri (Hg)		
Lumpur Kota Tipikal	6	Paramataty, 2019
IPAL Kuwait	58	Enezi, 2004
IPAL Kenya	3,3	Kaara, 2012

Sumber	kandungan (ppm)	Referensi
Timbal (Pb)		
Lumpur Kota Tipikal	500	Chen, 2002
Limbah Peternakan Sapi	38,69	Setyawati, 2015
IPAL Industri PT X	2,62	Cahyadhi, 2016
IPAL Kuwait	337	Enezi, 2004
IPAL Kenya	410	Kaara, 2012
IPAL Mesir	157,5	Saleem, 2011
IPAL Belanda	195	Marchopretto, 2002
Kadmium (Cd)		
Lumpur Kota Tipikal	10	Chamida, 1991
IPAL Kuwait	21	Enezi, 2004
IPAL Kenya	5,8	Kaara, 2012
IPAL Belanda	2,5	Marchopretto, 2002

4.1.4. pH

Salah satu parameter penting lain yang diatur pada PERMENTAN No. 7 tahun 2007 adalah pH atau derajat keasaman di mana pH juga merupakan salah satu parameter yang penting dan harus diperhatikan jika menggunakan lumpur kering sebagai pupuk. Penggunaan pupuk yang langsung bersinggungan dengan tanaman perlu memperhatikan pH yang dapat diterima oleh tanaman pada umumnya dan diizinkan pada PERMENTAN No. 7 tahun 2007 yaitu sebesar 4-7, jika pH terlalu asam atau basa dikhawatirkan akan menyebabkan kematian tanaman atau terdapat dampak lainnya. Sedangkan menurut Purnomo (2017) pH tanah menjadi penting karena mempengaruhi kesetimbangan ion-ion pada tanah, di mana untuk penyerapan pospat terbesar terjadi pada kisaran pH 4,0 - 8,0 dan di atas atau dibawah nilai ini akan menyusut. Data sekunder nilai pH pada lumpur limbah dan tinja dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Data Sekunder pH

Sumber	pH	Referensi
SDB IPLT Keputih	6.99	Chamida, 1991
SDB IPAL Keputih	6.78	Paramataty, 2019
SDB IPAL PT X	3.84	Cahyadi, 2016
Tipikal Lumpur Kota	5-8	Chen, 2002
Lumpur buangan PT SIER	8.14	Chamida, 1991
IPAL Mesir	7,1 – 8,21	Saleem, 2011

Berdasarkan data yang ada, diketahui bahwa untuk pH SDB IPAL PT X pada penelitian yang dilakukan oleh Cahyadi (2016) bernilai 3,87 di mana pH tersebut terlalu asam dan melebihi baku mutu PERMENTAN yang diizinkan. Sedangkan pada lumpur buangan angan PT SIER dan IPAL Mesir terlalu basa dan melebihi baku mutu yang diizinkan, sehingga perlu adanya *treatment* pada lumpur sebelum digunakan sebagai pupuk pada tanaman.

4.1.5. Hara makro

1. Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur penting yang dibutuhkan pada pertumbuhan fisik tanaman, terutama pertumbuhan daun dan batang tanaman (Rahmiasari, 2006). Nitrogen sebagai senyawa nitrat (NO_3^-) dapat langsung diserap oleh tanaman, sedangkan untuk amonium (NH_4^+) dan nitrit (NO_2^-) perlu mengalami nitrifikasi oleh bakteri mikroorganisme untuk menjadi nitrat dan dapat diserap oleh tanaman (Hastuti, 2011). Berdasarkan penelitian terdahulu nilai nitrogen yang terkandung pada lumpur IPLT dan IPAL dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Data Sekunder Nitrogen

Sumber	Nitrogen (%)	Referensi
SDB IPLT Keputih	30,45	Chamida, 1991
SDB IPLT Keputih	1,08	Paramataty, 2019
SDB IPLT Sewon	1,93	Rahmiasari, 2006

Sumber	Nitrogen (%)	Referensi
SDB Lumpur Tinja	0,48	Purwanti, 2003
Tipikal Lumpur Kota	1,5 – 4	Chen, 2002
IPAL Mesir	3,8	Saleem, 2011
IPAL Belanda	7,16	Marchopretto, 2002

Berdasarkan Tabel di atas, masih banyak jenis lumpur yang memiliki nilai Nitrogen dibawah baku mutu PERMENTAN No. 70 tahun 2011 yaitu sebesar 4% atau lebih. Menurut data sekunder yang didapatkan lumpur pada IPAL Belanda dan IPLT Keputih pada tahun 1991 pada penelitian yang dilakukan oleh Chamida yang memenuhi baku mutu. Sedangkan nilai nitrogen pada IPLT Keputih tahun 2019, menurut penelitian yang dilakukan Paramatayta memiliki nilai yang lebih rendah. Penurunan ini dapat disebabkan oleh berubahnya bahan baku olahan IPLT Keputih akibat pertambahan macam limbah yang masuk ke dalam IPLT Keputih. Sehingga pada unsur nitrogen perlu dilakukan beberapa perlakuan untuk meningkatkan unsur nitrogen yang dapat memenuhi baku mutu sesuai yang diatur pada PERMENTAN No. 70 tahun 2011.

2. Pospat

Pospat dalam bentuk tanaman menurut Rahmiasari (2006) memiliki fungsi untuk mempercepat pertumbuhan akar semai, meningkatkan produksi biji-bijian, mempercepat dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda dan pembuahan buah dan biji (Rahmiasari, 2006). Kekurangan pospat pada tanaman dapat menyebabkan rusaknya tanaman yaitu berkurangnya seluruh warna daun menjadi tua dan sering tampak mengkilap kemerahan, kemudian tepi daun, cabang dan batang terdapat warna ungu dan berubah menjadi kuning, hal lain yang disebabkan kekurangan unsur pospat yaitu buah yang dihasilkan lebih kecil dan tidak menarik (Lingga dan Marsono, 2013)

Dalam PERMENTAN No. 70, unsur tersebut harus setidaknya berjumlah 4% atau lebih untuk memenuhi baku mutu yang telah di tentukan. Sedangkan menurut literatur dan penelitian sebelumnya

didapatkan hasil nilai pospat menggunakan data sekunder yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Data Sekunder Pospat

Sumber	Pospat (%)	Referensi
SDB IPLT Keputih	16,36	Chamida, 1991
SDB IPLT Sewon	2,07	Rahmiasari, 2006
Tipikal Lumpur Kota	0,8 – 2,8	Chen, 2002
IPAL Belanda	2,55	Marchopretto, 2002

Dari data skunder yang ada hampir semua yang ada memiliki kandungan pospat dibawah baku mutu yang diizinkan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Chamida (1991), IPLT Keputih memiliki kandungan fosfat yang cukup tinggi untuk digunakan sebagai pupuk. Sedangkan pada lumpur jenis lain memiliki nilai pospat kurang dari 4% sehingga jika nantinya digunakan sebagai pupuk perlu dilakukan *treatment* untuk dapat menjadi pupuk ideal yang memenuhi baku mutu PERMENTAN No. 70 tahun 2011.

3. Kalium

Kalium merupakan unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Tanaman yang kekurangan unsur hara kalium akan memiliki ciri daun mengerut atau keriting, timbul bercak – bercak merah kecokelatan, ujung dan tepi daun akan tampak menguning (Purnomo, 2017). Sedangkan menurut Syakir (2009) kalium memiliki peran sebagai pembentuk protein dan karbohidrat, membantu membuka dan menutup stomata, meningkatkan daya tahan terhadap penyakit tanaman dan serangan hama, efisiensi penggunaan air, memperbaiki ukuran dan kualitas buah pada masa generatif. Hal ini membuat unsur kalium menjadi penting dan tercantum dalam baku mutu PERMENTAN No. 70 tahun 2011, di mana syarat minimal yang dianjurkan untuk digunakan sebagai pupuk sebesar 4% atau lebih. Data sekunder hasil penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai kalium yang terkandung pada lumpur kering IPLT atau limbah dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Data Sekunder Kalium

Sumber	Kalium (%)	Referensi
SDB IPLT Keputih	3.57	Chamida, 1991
SDB IPAL Sewon	0.09	Rahmiasari, 2006
Tipikal Lumpur Kota	0.5 - 1	Chen, 2002
IPLT Mesir	2,8 – 6,5	Saleem, 2011
IPLT Belanda	5,8 - 7	Marchopretto, 2002

Berdasarkan data sekunder yang didapatkan, nilai kalium pada masing-masing jenis lumpur masih berada dibawah standar minimal syarat kompos yaitu 4%. Nilai Kalium yang ada pada IPLT Mesir dan Belanda memiliki kandungan kalium yang telah memenuhi baku mutu, perbedaan nilai kalium tersebut disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan dan juga perbedaan bahan baku olahan menjadi sumber utama penyebab perbedaan tersebut. Kadar Kalium mengalami penurunan dari komposisi awal bahan kompos, penurunan terjadi sebesar 40-50%. Hal ini bisa terjadi karena pengaruh pengadukan dalam proses pembuatan kompos, Kandungan kalium dimungkinkan karena proses pengadukan dalam proses pembuatan pupuk cair. Semakin lama waktu pengadukan, kadar kalium di dalam pupuk akan menurun. Semakin lama waktu pengadukan, kalium yang sudah terikat akan terlepas kembali (Maesaroh dkk, 2014)

4.1.6. C/N

Parameter lain yang penting dalam PERMENTAN No. 7 tahun 2007 yaitu rasio C/N di mana pada baku mutu pupuk organik dibutuhkan rasio C/N antara 15-25 mendekati rasio C/N tanah. Dari penelitian terdahulu didapatkan nilai data sekunder yang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Data Sekunder C/N

Sumber	C/N	Referensi
SDB IPLT Keputih	30,21	Paramataty, 2019
SDB IPAL Sewon	11,19	Rahmiasari, 2006
Lumpur SDB	25	Purwanti, 2003

Rasio C/N dalam lumpur kering menjadi penting apabila akan digunakan sebagai pupuk tanaman, sebagaimana yang telah diatur pada PERMENTAN No. 70 tahun 2007 bahwa baku mutu untuk rasio C/N yang harus ada pada pupuk berada pada interval 15-25. Rasio C/N yang baik untuk pupuk yaitu mendekati nilai C/N tanah sehingga zat hara yang terdapat pada pupuk dapat diserap dengan baik oleh tanaman (Murbandono, 2001). Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Paramatya (2019) diketahui bahwa nilai C/N pada lumpur kering unit SDB di IPLT Keputih masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan yaitu 30,21 sehingga penggunaannya sebagai pupuk masih perlu diolah sebelum digunakan sebagai pupuk. Hal ini dapat disebabkan karena lumpur yang diolah oleh IPLT Keputih tidak hanya tinja dari *saptic tank*, sehingga nilai c-organik yang terdapat pada lumpur IPLT Keputih sangat tinggi sehingga jika dibandingkan dengan nilai nitrogen pada lumpur menjadi sangat tinggi. Berbeda dengan nilai C/N yang ada pada IPLT Sewon yang memiliki C/N cukup rendah dan telah memenuhi baku mutu pupuk sehingga dapat langsung dimanfaatkan sebagai pupuk.

4.1.7. Hara mikro

Parameter lain yang perlu diperhatikan dalam PERMENTAN No. 7 tahun 2007 adalah kandungan hara makro yang terdapat didalam pupuk organik tersebut. Hal ini berkaitan dengan nutrisi minimal untuk lumpur kering dapat dikatakan sebagai pupuk. Menurut Pohan (2010), unsur hara mikro merupakan unsur yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang sedikit, tetapi harus selalu tersedia dalam jaringan tanaman, antara lain Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn) dan unsur lain. Hara mikro yang terlalu banyak jumlahnya akan bersifat meracuni bagi tumbuhan (Jovita, 2018) sehingga penggunaannya perlu diatur dalam PERMENTAN No. 70 2011. Baku mutu hara makro dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Baku mutu Hara Mikro sebagai Pupuk

Parameter	Baku mutu (ppm)
Besi (Fe)	≤ 9000
Mangan (Mn)	≤ 5000
Seng (Zn)	≤ 5000

Berdasarkan peraturan tersebut kemudian digunakan nilai hara makro dari data sekunder untuk dibandingkan dengan PERNENTAN No. 70 tahun 2011. Nilai hara makro lumpur hasil olahan limbah dan tinja yang didapatkan dari hasil penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Data Sekunder Hara Makro

Sumber	Kandungan (ppm)	Referensi
Besi (Fe)		
SDB IPAL PT X	0.04	Cahyadi, 2016
Tipikal Lumpur Kota	17000	Chen, 2002
Mangan (Mn)		
SDB IPAL PT X	0.001	Cahyadi, 2016
Tipikal Lumpur Kota	260	Chen, 2002
Seng (Zn)		
Rumah Potong Sapi	302.81	Setyawati, 2015
Tipikal Lumpur Kota	1700	Chen, 2002
IPAL Kuwait	2002	Enezi, 2004
IPAL Kenya	1923	Kaara, 2012
IPAL Mesir	190,5	Seleem, 2011
IPAL Belanda	1925	Marchioretto, 2002

Dari data sekunder hara makro yang didapatkan, pada parameter kandungan mangan (Mn) dan seng (Zn) telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu kurang atau sama dengan 5000 ppm. Namun pada unsur besi (Fe) pada lumpur kering SDB IPAL PT X memiliki kandungan besi yang sangat rendah, sedangkan pada lumpur limbah kota memiliki kandungan besi yang sangat tinggi yaitu 17000 ppm di mana nilai tersebut memiliki nilai yang melebihi baku mutu yang diizinkan yaitu 9000 ppm.

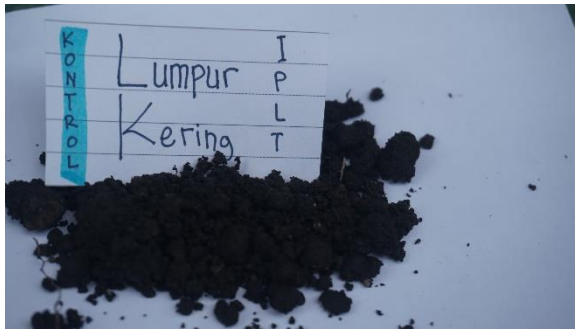
4.2 Media Tanam

Media tanam yang digunakan merupakan hasil campuran dari sampel lumpur kering unit SDB IPLT Keputih dengan tanah taman. Lumpur kering dan tanah taman terlebih dahulu dijemur

dan di seleksi jika terdapat bahan ikutan yang tidak diinginkan. Karena dalam kondisi yang tidak memungkinkan penggunaan tanah taman berasal dari tanah yang berada di Kota Yogyakarta. Setelah dicampurkan berikut adalah karakteristik dari rasio yang digunakan pada masing-masing reaktor.

4.2.1 Lumpur Kering IPLT

Lumpur kering memiliki tekstur yang keras dan menggumpal karena terdapat tahap pengeringan terlebih dahulu. Sampel lumpur kering memiliki bahan ikutan seperti batu, rumput, daun dan potongan sampah plastik. Terdapat juga beberapa cacing tanah pada lumpur kering yang masih basah. Lumpur tersebut berwarna cenderung hitam tanpa ada bau yang menyengat. Tekstur yang dimiliki lumpur kering SDB sendiri berupa gumpalan dengan berbagai ukuran sehingga diperlukan pencacahan sebelum dicampurkan dengan tanah taman agar media dengan berbagai rasio benar-benar homogen dan tercampur dengan sempurna. Jika dibandingkan dengan tanah taman, lumpur kering mungkin akan memiliki densitas yang lebih besar. Sampel lumpur kering dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Lumpur Kering IPLT Keputih
Sumber: Dokumentasi Pribadi

4.2.1 Tanah Taman

Tanah taman yang digunakan ini merupakan tanah yang dijual di toko tanaman Kota Yogyakarta. Tanah ini memiliki warna coklat terang yang cenderung lembap sehingga sebelum digunakan

dilakukan pengeringan dengan menjemur dibawah sinar matahari selama 3 hari. Tanah taman memiliki partikel yang lebih kecil sehingga ketika sudah tersiram air maka akan menjadi lebih padat dari sebelumnya jika dibandingkan dengan lumpur kering SDB yang merupakan lumpur aktif atau berasal dari mikroba dalam proses aerobik di unit *oxidation ditch* sehingga memiliki tekstur yang berongga dan memiliki massa yang lebih ringan dibandingkan dengan tanah taman tersebut. Tanah taman tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Tanah Taman
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Menurut Kania (2019), ada beberapa tanah yang baik bagi tanaman memiliki ciri-ciri berwarna merah kecokelatan, memiliki daya serap air yang baik, dan memiliki kandungan mineral dan organik yang baik. Salah satu yang disebutkan yaitu tanah humus, tanah *aluvial*, tanah *vulkanik*, dan tanah *podzolit*. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rosalina (2019), pada tanah didapatkan unsur kimia seperti pH antara 5-6, c-organik sebesar 0,11%, fosfat 0,0023%, dan Nitrogen sebesar 0,25%. Nilai nitrogen yang tersedia pada tanah cenderung rendah hanya berkisar 0,06-0,5%, selebihnya bisa jadi tambahan dan faktor lain (Bremmer, 1982). Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Purbalisa (2018), kandungan kimiawi pada tanah memiliki pH hingga 8, c-organik 0,92%, fosfat tersedia 0,008%, kalium 0,003% dan memiliki kandungan logam berat arsen sebesar 1,96 ppm.

Logam berat arsen tersebut masih tergolong rendah dan masih memenuhi baku mutu di mana kandungan logam yang diizinkan yaitu kurang dari 10 ppm. Menurut Kabata-Pendias (2010), umumnya lapisan kulit bumi memiliki kandungan arsen $\pm 1,8$ ppm. Pada penelitian yang dilakukan Juarsah (2014) juga menemukan kandungan logam berat berupa timbal sebesar 0,16-2,91. Jika dibandingkan dengan hara makro yang terdapat pada lumpur tinja maupun lumpur limbah kota, kandungan hara pada tanah sangat kecil sehingga sering kali diperlukan penambahan hara lewat pemupukan berkala untuk mendapatkan hasil tanaman yang baik.

4.2.2 Rasio 1:1

Media dengan rasio perbandingan lumpur kering SDB dan tanah taman ini 1:1 merupakan campuran dengan perbandingan yang sama antaran berat lumpur kering dengan tanah taman sehingga menghasilkan media yang berwarna coklat kehitaman. Untuk rasio ini, setelah disiram dengan air mengalami pemadatan atau penurunan volume dibandingkan dengan dua rasio lainnya karena terdapat tanah taman yang lebih banyak dibandingkan rasio lainnya. Pada media dengan rasio 1:1 ini memiliki kelembaban yang lebih baik dibanding dengan dua rasio lainnya karena terdapat tanah taman yang menjadi padat dan banyak menyimpan air karena tidak terlalu berongga sehingga air tertahan didalam wadah. Media dengan rasio 1:1 dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Media Campuran Rasio 1:1
Sumber: Dokumentasi Pribadi

4.2.3 Rasio 2:1

Media dengan rasio perbandingan lumpur kering SDB dan tanah taman ini 2:1 merupakan campuran berat lumpur kering yang lebih dominan dibandingkan dengan tanah taman sehingga menghasilkan media yang berwarna hitam yang sedikit kecokelatan. Untuk rasio ini, dibandingkan dengan kontrol tanah taman ataupun rasio 1:1 memiliki tekstur yang lebih berongga dan sedikit mengalami pemadatan atau penurunan volume. Pada media dengan rasio 2:1 ini memiliki kelembaban yang cukup baik dibanding dengan campuran tanah taman yang menyimpan air. Media dengan rasio 2:1 dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Media Campuran Rasio 2:1

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4.2.4 Rasio 3:1

Media dengan rasio perbandingan lumpur kering SDB dan tanah taman ini 3:1 yang paling mirip dengan kontrol lumpur kering, menghasilkan media yang berwarna kehitaman hitam dengan tetap memiliki campuran tanah taman yang berwarna coklat. Pada rasio 3:1, setelah disiram dengan air tidak terlalu mengalami pemadatan atau penurunan volume dibandingkan dengan dua rasio lainnya karena dominan dengan lumpur kering yang lebih banyak dibandingkan rasio lainnya. Pada media dengan rasio 1:1 ini memiliki daya simpan air yang kurang dibanding dengan dua

rasio lainnya sehingga lebih cepat kering. Media dengan rasio 3:1 dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Media Campuran Rasio 3:1

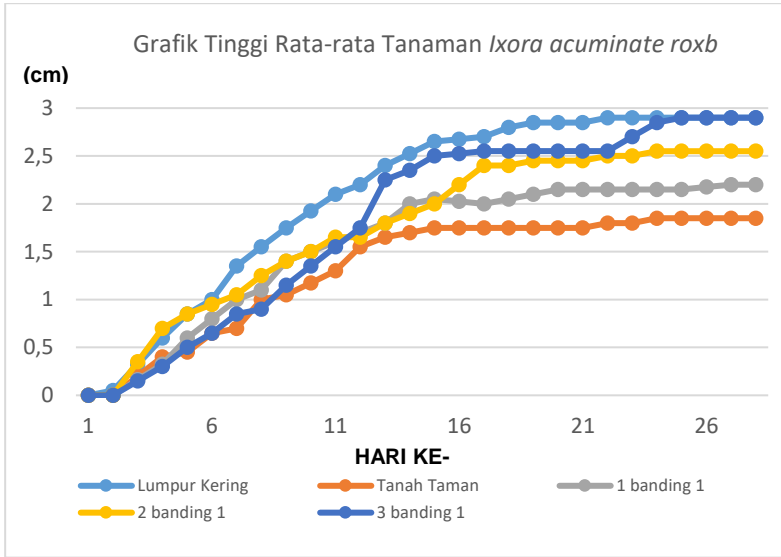
Sumber: Dokumentasi Pribadi

4.3 Laju Pertumbuhan Tanaman

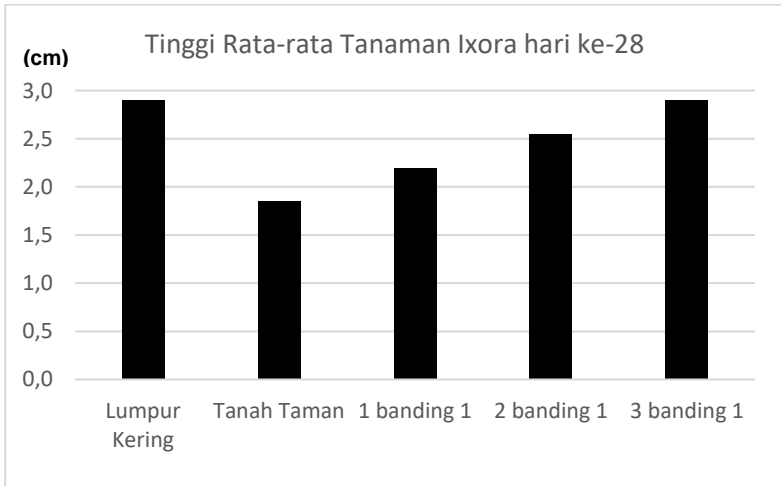
4.3.1 *Ixora acumminate roxb*

a. Pertambahan Panjang Daun

Setelah pengamatan selama 4 minggu atau 28 hari dengan menggunakan variable rasio campuran 1:1, 2:1, dan 3:1 beserta dengan kontrol masing-masing media. Dengan beberapa perlakuan seperti penyiraman setiap hari sebanyak 200 ml tiap reaktornya. Setelah 4 minggu kemudian didapatkan hasil pertumbuhan panjang daun dari tanaman *Ixora acumminate roxb* yang ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.6 dan panjang daun pada hari ke-28 pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 6 Grafik Tinggi pertumbuhan Rata-rata Asoka

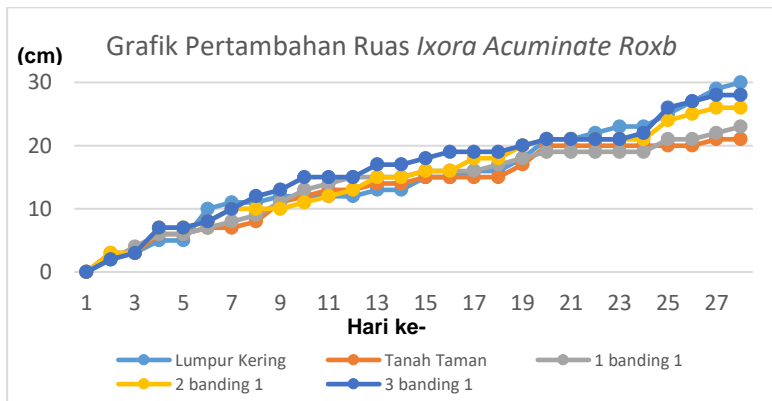


Gambar 4. 7 Tinggi Rata-rata Bunga Asoka hari ke-28

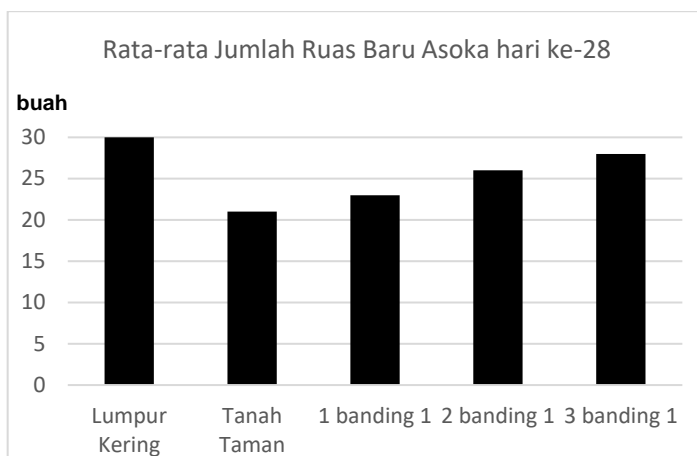
Dapat dilihat pada Grafik 4.7 pertumbuhan panjang daun pada *Ixora acuminata roxb* selalu mengalami kenaikan dengan nilai yang berbeda beda. Pada hari ke-1 dan ke-2 belum adanya pertumbuhan disebabkan karena tanaman tersebut masih mengalami masa transisi dan adaptasi terhadap media yang baru walaupun telah dilakukan aklimatisasi selama 1 minggu. Pada hari ke-3 dan selanjutnya hingga hari ke-17 terdapat pertumbuhan yang cukup signifikan oleh masing-masing rasio media tanam. Namun setelah hari ke-18 dan seterusnya pertumbuhan panjang daun tidak lagi signifikan sebelumnya. Hal ini dapat dikarenakan nitrogen yang merupakan unsur terpenting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman telah berkurang atau bahkan habis karena pada penelitian ini tidak terdapat penambahan kembali nutrisi atau zat hara kembali. Pada Grafik 4.7 dapat dilihat pada hari ke-28 reaktor kontrol lumpur kering dengan rasio 3:1 memiliki panjang daun yang lebih panjang dibandingkan dengan rasio lainnya.

b. Pertambahan Ruas Daun Baru

Setelah dilakukan pengamatan selama 4 minggu atau 28 hari dengan menggunakan variabel yang telah ditentukan kemudian didapatkan hasil pertumbuhan panjang daun dari tanaman *Ixora acuminata roxb* yang ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 panjang ruas daun Bunga Asoka pada hari ke-28.



Gambar 4. 8 Grafik Rata-rata pertumbuhan Ruas Asoka



Gambar 4. 9 Rata-rata Jumlah Ruas Daun Baru Asoka Hari ke-28

Dilihat dari grafik pertambahan jumlah ruas baru pada bunga asoka mengalami kenaikan dari hari ke-1 setelah aklimatisasi. Grafik penambahan ruas daun baru pada tanah taman mulai datar dari hari ke-19 hingga akhir pengamatan hanya bertambah sebanyak satu ruas daun baru, sedangkan pada rasio lain masih mengalami peningkatan jumlah ruas daun baru yang cukup signifikan. Hal ini dapat dikarenakan unsur nitrogen yang tersedia pada tanah taman mulai berkurang di mana unsur nitrogen merupakan salah satu unsur yang berperan utama dalam penambahan ruas atau anakan baru pada daun dan luas daun tanaman (Pramitasari, 2016). Pemberian unsur nitrogen yang mencukupi dapat menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan pertumbuhan diameter batang (Duaja, 2012). Pada Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa pada hari terakhir pengamatan reaktor dengan menggunakan lumpur kering memiliki jumlah ruas daun yang lebih banyak dibandingkan dengan penggunaan tanah saja

c. Waktu Berbunga

Setelah diamati selama 3 minggu yaitu dari mulai tanggal 2 Mei hingga tanggal 22 Mei 2020 terdapat bakal bunga pada rasio 1:1

pertama kali di tanggal 19 Mei 2020, sedangkan pada rasio 2:1 dan kontrol tanah taman mulai terlihat bakal bunga pada tanggal 20 Mei 2020. Sedangkan pada rasio 3:1 dan kontrol Lumpur kering tidak terdapat bakal bunga hingga saat ini.

Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang membuat tumbuhnya bakal bunga tidak merata yaitu sebagai berikut:

- Tidak adanya pengujian kandungan parameter pada masing-masing rasio, hingga tidak diketahui dengan pasti nilai unsur yang terkandung yang mungkin mempengaruhi pertumbuhan tanaman
- Tanaman yang digunakan terbatas waktunya sehingga tidak dapat dilakukan aklimatisasi
- Penempatan pada saat terkena sinar matahari mungkin mempengaruhi pertumbuhan tanaman

Dari penyebab tersebut nantinya menjadi pertimbangan dalam mengambil hasil akhir dan saran penelitian lanjutan. Bakal bunga yang muncul tersebut akan diamati waktu yang dibutuhkan hingga bunga tersebut mekar dan jumlah bunga yang mekar akan dibandingkan dan dianalisis menurut data yang didapatkan. Bakal bunga *Ixora acuminata roxb* dapat dilihat pada Gambar 4.10 hingga 4.11.



Gambar 4. 10 Bakal Bunga Asoka pada (kiri) Rasio 1:1 dan (kanan) Kontrol Tanah Taman

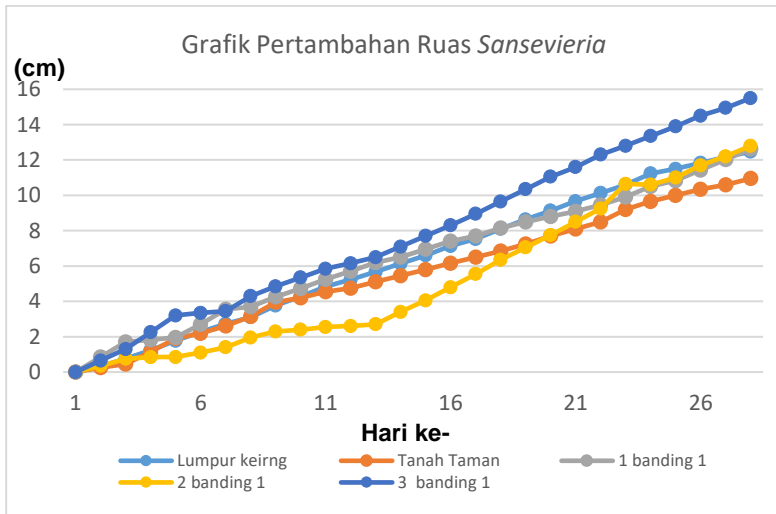


Gambar 4. 11 Bakal Bunga Asoka pada (kiri) Rasio 1:1 dan (kanan) Kontrol Tanah Taman

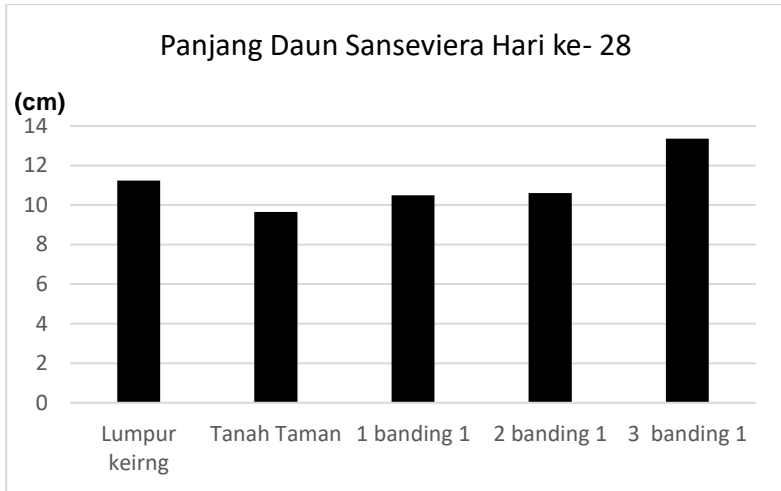
4.3.2 *Sansevieria*

a. Pertambahan Panjang Daun

Setelah pengamatan selama 28 hari atau 4 minggu setelah tanam, didapatkan hasil rata rata pertambahan panjang daun lidah mertua yang dapat dilihat pada grafik Gambar 4.12 dan perbedaan tiap rasio di hari ke-28 pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 12 Grafik Rata-rata pertumbuhan Panjang Daun *Sansevieria*

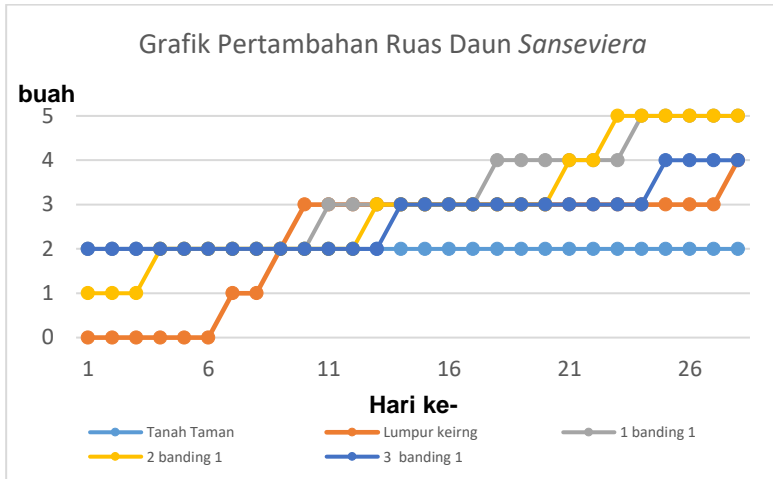


Gambar 4. 13 Panjang Daun Sansevieria pada Hari Ke- 28

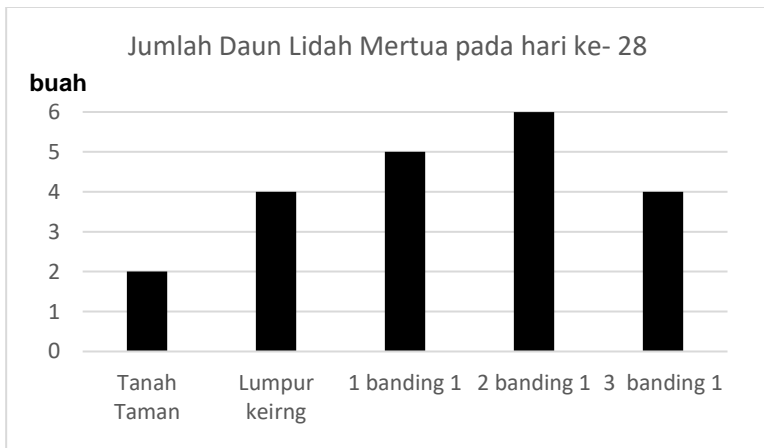
Berdasarkan grafik yang ada pada Gambar 4.12, pada reaktor yang menggunakan lumpur kering dengan rasio 3:1 memiliki panjang daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan rasio lainnya. Namun pada reaktor yang hanya menggunakan lumpur kering saja tanpa campuran tanah taman memiliki hasil panjang daun yang lebih rendah dibanding dengan rasio 3:1. Hal ini dapat dikarenakan perbedaan usia dan genetik dari tanaman itu sendiri karena pada penelitian ini aklimatisasi hanya berlangsung selama 1 minggu. Pertambahan jumlah daun baru, panjang daun dan pertumbuhan bunga dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan sehingga ukuran minimum dan maksimumnya berbeda-beda tergantung jenis tanaman dan lingkungan di sekitarnya (Solikin, 2013). Selain itu perbedaan antar rasio 1:1, 2:1 dan lumpur kering tidak terlalu signifikan. Berdasarkan Gambar 4.13, pada reaktor kontrol yang hanya menggunakan tanah kering saja memiliki hasil panjang daun yang lebih pendek dibandingkan dengan rasio lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh keberadaan zat hara makro dan mikro yang dapat menunjang pertumbuhan lidah mertua meskipun perbedaannya tidak terlalu jauh.

b. Pertambahan Ruas Daun Baru

Setelah pengamatan selama 28 hari atau 4 minggu setelah tanam, didapatkan hasil rata rata pertambahan panjang daun lidah mertua yang dapat dilihat pada grafik Gambar 4.14 dan perbedaan tiap rasio di hari ke-28 pada Gambar 4.15.



Gambar 4. 14 Grafik Pertambahan Ruas Daun Baru Lidah Mertua



Gambar 4. 15 Jumlah Ruas Daun Baru Lidah Mertua Hari ke-28

Berdasarkan grafik yang ada pada Gambar 4.14, pada reaktor yang menggunakan lumpur kering dengan rasio 2:1 memiliki jumlah ruas daun yang lebih banyak dibandingkan dengan rasio lainnya. Namun pada reaktor yang hanya menggunakan lumpur kering dan rasio 3:1 memiliki hasil jumlah daun yang lebih sedikit dibanding dengan rasio 2:1. Hal ini dapat dikarenakan perbedaan usia dan genetik dari tanaman atau, karena aklimatisasi hanya berlangsung selama 1 minggu. Pertambahan jumlah daun baru, panjang daun dan pertumbuhan bunga dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan sehingga ukuran minimum dan maksimumnya berbeda-beda tergantung jenis tanaman dan lingkungan di sekitarnya (Solikin, 2013). Selain itu, bisa jadi rasio 2:1 merupakan rasio paling efektif dengan hara yang paling pas untuk tanaman Lidah mertua. Pemberian pupuk pada dosis yang terlalu banyak menyebabkan tanaman mengalami kejenuhan hara sehingga pertumbuhan tidak berjalan optimal. Hal tersebut menyebabkan pertumbuhan daun menjadi meurun karena tanaman keracunan hara (Rusmawarni, 2016) dapat. Sedangkan pada reaktor kontrol tanah taman memiliki hasil jumlah ruas daun yang lebih sedikit dibandingkan dengan rasio lainnya dapat dilihat pada Gambar 4.15. Hal ini dapat disebabkan oleh keberadaan zat hara makro dan mikro yang dapat menunjang pertumbuhan lidah mertua meskipun perbedaannya tidak terlalu jauh.

4.3.3 *Syzygium oleina*

Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada tanaman *Syzygium oleina* atau pucuk merah, dilakukan aklimatisasi dan memberi kesempatan tanaman beradaptasi dengan media penelitian baru menggunakan campuran lumpur kering selama 1 minggu. Namun pada hari ke – 4 masa aklimatisasi, daun pucuk merah mengalami perubahan warna menjadi kekuningan dan mengering pada tepat 1 minggu setelah tanam. Pada variabel jenis pucuk merah tersebut diperkirakan mengalami kekurangan cahaya matahari karena kondisi mendung dan hujan deras saat aklimatisasi dan adaptasi pucuk merah terhadap media tanam baru dengan tambahan

lumpur kering SDB IPLT Keputih. Pucuk merah yang mulai mengering pada masa aklimatisasi dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Pucuk Merah Masa Aklimatisasi

Hal tersebut juga dapat disebabkan oleh sifat lumpur kering yang memiliki banyak rongga dan mengering sehingga membuat air yang diberikan setiap hari langsung turun dan keluar dari reaktor. Daya serap yang dimiliki oleh lumpur kering sangat kurang sehingga lumpur kering menjadi berbentuk bongkahan berongga dan menyusut bahkan sebelum aklimatisasi berakhir. Sedangkan pada tanah taman setelah beberapa kali penyiraman menjadi memadat sehingga air menggenang di atas permukaan tanah taman cukup lama ketika dilakukan penyiraman. Media tanam lumpur kering dan tanah taman dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Media tanam Tanah Taman (a) dan Lumpur Kering (b)

Hal lain yang mungkin terjadi yaitu defisiensi N yaitu pada daun-daun tua berwarna hijau pucat, dan kemudian menjadi kuning pucat atau kuning cerah (klorosis), dan selanjutnya daun mengalami nekrosis (Goh dan Hardter, 2003). Bisa jadi zat hara yang ada belum memenuhi kebutuhan hara pucuk merah untuk tumbuh. Namun bisa jadi kandungan hara yang ada terlalu berlebih sehingga mengakibatkan tanaman gagal beradaptasi karena jumlahnya yang terlalu banyak akan bersifat meracuni bagi tumbuhan (Jovita, 2018)

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Identifikasi lumpur yang berasal dari data sekunder didapatkan range nilai sesuai parameter yang telah ditetapkan. Beberapa lumpur kering memenuhi baku mutu pupuk, namun masih ada beberapa parameter yang belum memenuhi baku mutu yang berlaku PERMENTAN No. 70 tahun 2011. Perlu adanya *treatment* untuk meningkatkan pH terendah sebesar 0,16. Untuk C/N, perlu penambahan C-organik untuk mendapatkan C/N sebesar 3,81 nilai terendah dan penambahan N untuk menurunkan C/N sebesar 5,21 nilai tertinggi C/N lumpur. Pada unsur hara parameter besi (Fe) di hara mikro perlu diturunkan sebesar 7300 ppm pada nilai tertinggi besi, dan hara makro pada Nitrogen, Pospat, serta kalium perlu penambahan sebesar 2,92 %, 32%, dan 3,91% pada nilai terendah.
2. Penggunaan lumpur kering pada rasio yang semakin tinggi maka makin baik laju pertumbuhan tanaman lidah mertua dan bunga asoka. Hal ini disebabkan zat hara yang lebih tinggi, sehingga penggunaan lumpur kering dan tanah taman memiliki hasil yang berbeda di mana lumpur kering lebih baik pertumbuhannya. Perbedaan panjang daun pada bunga asoka dan lidah mertua sebesar 1 cm dan 2,2 cm. Sedangkan untuk jumlah ruas memiliki perbedaan sebesar 9 buah dan 4 buah daun baru pada bunga asoka dan lidah mertua. Tetapi pada tumbuhan *Syzygium olenia* tidak dapat tumbuh dan mengering pada masa aklimatisasi.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian yang selanjutnya:

1. Perlunya pengujian lumpur kering di lab agar diketahui dengan pasti nilai masing-masing parameter sehingga dapat dipastikan pengaruh penggunaan pupuk terhadap laju pertumbuhan tanaman.
2. Perlunya aklimatisasi tanaman yang akurat dari biji atau tunas awal untuk mengetahui umur tanaman yang sesungguhnya.

3. Perlunya penelitian dengan rasio dan penambahan lumpur kering secara berkala tidak hanya diawal penelitian.
4. Perlu adanya kajian mendalam dan pengamatan lapangan terhadap tanaman yang ada di lapangan eksisting.

DAFTAR PUSTAKA

- Adita, B. R. dan Naniek, J. A. R. 2015. Tingkat Kemampuan Tanaman Hias dalam Menurunkan Polutan Karbon Monoksida. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol 4(1): 54-60.
- Amanto, B. Sigit, Siswanti, Atmaja A. 2015. Kinetika Pegeringan Temu Giring (*Curcuma heyneana* Valetton & van Zijp) Menggunakan Cabinet Dryer dengan Perlakuan Pendahuluan *Blanching*. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. Vol 8 (2) :107-114
- Anggraini, Fitriyani. 2015. Pengoperasian Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) : Manfaat Ekonomi atau Dampak Lingkungan?. *Jurnal Sosek Pekerjaan Umum* 7(2):78-139
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Lembaga Sumberdaya Informasi, Institut Pertanian Bogor. IPB Press: Bogor
- Asngad, A. 2013. Inovasi Pupuk Organik Kotoran Ayam dan Enceng Gondok Dikombinasi dengan Bioteknologi Mikroriza Bentuk Granul. *Jurnal MIPA* 36(1): 1-7
- Bremmer JM, Mulvaney CS. 1982. *Nitrogen total Methods of Soil Analysis*. Madison: ASA
- Cahyadi, Dicky. 2016. Pemanfaatan Limbah Lumpur (*Sludge*) *Wastewater Treatment Plant* PT.X Sebagai Bahan Baku Kompos. *Jurnal Teknik Mesin* (5)1: 31-36
- Chamida. 1991. Studi Pemanfaatan Lumpur dari Drying Bed Pengolaha Tinja Keputih Sukolilo Surabaya dan Penholahan Air Buagan PT. SIER untuk Pupuk Tanaman. Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Dahono. 2012. Pembuatan Kompos dan Pupuk Cair Organik dari Kotoran dan Urin Sapi. Loka Pengkaji Teknologi Pertanian (LPTP) Kepulauan Riau.
- Dariah, A., Sutono, S., Nurida, Neneng L., Hartatik, W., dan Pratiwi, E. Pembenah Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. Vol 9 (2): 67-84
- Dian, Gaby. 2016. Evaluasi Kerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Keputih Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. Vol 5(1): 13-18.

- Duaja, W. 2012. Pengaruh Pupuk Urea, Pupuk Organik Padatan dan Cair Kotoran Ayam terhadap Sifat Tanah, Pertumbuhan, dan Hasil Selada Keriting (*Lactuca sativa L.*) di Tanah Inceptisol. *Jurnal Agriculture* 1 (4): 12-22.
- Dwiyantono, R. 2014. Perbandingan Kualitas Vermikompos Yang Dihasilkan Dari Feses Sapu dan Kerbau. *Animal Agriculture Journal*. Vol 3 (2): 147-154
- Enezi, G., Hamoda, F., dan Fawzi, N. 2004. Heavy Metal Content of Municipal Wastewater and Sludges in Kuwait. *Journal of Environmental Science and Health Part A-Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*. Vol 39 (2): 397-407.
- Hanafiah, K. A. 2012. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: Raja Grafindo Persada 386 hlm.
- Hastuti, Yuni P. 2011. Nitrifikasi dan Denitrifikasi di Tambak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. Vol 10 (1): 89 – 98
- Hsiau, P.C., dan Lo, S.L. 1998. Extractabilities of heavy metals in chemically-fixed sewage sludges. *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 58 (1) : 73–82.
- Inggriani, Dwiana. 2015. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) oleh Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) di Tempat Pembuangan Akhir Muara Fajar Pekanbaru. Tugas Akhir. Ilmu Lingkungan. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Ismaya, Andes. 2012. Faktor Rasio C/N Awal Dan Laju Aerasi Pada Proses Co-Composting Bagasse Dan Blotong. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Vol 22 (3) : 173-179.
- Jovita, D. 2018. *Analisis Unsur Makro (K, Ca, Mg) Mikro (Fe, Zn, Cu) pada Lahan Pertanian dnegan Metode Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrofotometry (ICP-OES)*. Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung
- Juarsah, I., Adamy, I., Budyanto, Arief dan Elsanti (2014) Gangguan Logam Berat Terhadap Baku Mutu Tanah dan Optimalisasi Produksi Kualitas Hasil Pertanian. *Seminar Nasional FMIPA-UT*, Universitas Terbuka.
- Kaara, J.N. 2012. Determination of heavy metals in sewage sludge, sewage effluent, garden soils and food crops grown

- in ordinary and sewage -sludge amended soils. *International Journal of Chemistry*. Vol 3 (1): 44-54.
- Kabata-Pendias, A. 2011. *Trace Element in Soils and Plants : Fourth Edition*. United States: CRC Press
- Kania. 2019. Agar Tanaman Tumbuh Subur, Ketahui 7 Jenis Tanah dan Manfaatnya. <URL: <https://www.dekoruma.com/artikel/91402/jenis-tanah-dan-manfaat-untuk-tanaman>>
- Latupeirissa, E. 2011. *Pengaruh Pemberian Fermentasi Urine Ternak Sapi Dan Rizho Starter Terhadap Populasi Dan Biomassa Cacing Tanah Dan Kualitas Vermikompos*. Makassar. Universitas Hasanuddin
- Lestari, D.R., dan Yudihanto, G. 2013. Pengolahan Lumpur Tinja pada SDB IPLT Keputih menjadi bahan bakar alternatif dengan metode biodrying. *Jurnal Teknik POMITS* 2(2) : D133-D137.
- Lingga, P. Dan Marsono. 2013. *Petunjuk Penggunaan Pupuk (Edisi Revisi)*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ludang, Y. 2019. Study of Young Plant Species for Greenspace in Central Kalimantan. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*. Vol 10 (3): 3015-2019.
- Maharani, E.S., dkk. .2007. Karakteristik Sampah dan Persepsi Masyarakat Terhadap Pengelolaan Sampah di Kecamatan Banyuwangi Kabupaten Banyuwangi Provinsi Jawa Timur. *Ecotropis* 2(1): 1-8
- Marchioretto, M., Bruning, H., Loan, T., and Rulkens, H. 2002. Heavy metals extraction from anaerobically digested sludge. *Water Science and Technology*. Vol 46 (1): 1-8.
- Marinos A., Demetra, K., Katherine, J., Vassilis J., Konstantinos, G., dan Maria, L. 2006. Effect of acid treatment on the removal of heavy metals from sewage sludge. *Elsevier, Desalination*. Vol 215 (1): 73–81.
- Ndiritu, Samuel W. 2018. Removal of Heavy Metals in Anaerobically Digested Sewage Sludge from Kariobangi Sewage Treatment Works Using Citric Acid and Chemical Oxidation. Thesis. Science in Chemical Engineering of The Department of Chemical and Process Engineering, School Of Engineering. Moi University

- Nurjazuli. 2016. Teknologi Pengolahan Sampah Organik menjadi Kompos Cair. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II : 1-4
- Okareh, O. T., dan Enesi, O. D. 2015. Removal of Heavy Metals from Sewage Sludge Using Sugarcane Waste Extract. *Journal of Scientific Research & Reports*. Vol 6 (6): 439-450
- Oktarina, D. 2013. Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Sistem Kolam Kota Palembang (Studi Kasus: IPLT Sukawiatan). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* 1(1) : 74-79
- Paramatata, A. 2019. *Kombinasi Proses Pra-Komposting dan Vermikomposting menggunakan E. Eugeniae dan L. Rubellus untuk Pengomposan Sampah Kebun dan Lumpur Biologis Unit Sludge Drying Bed (SDB)*. Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Peraturan Menteri Pertanian No. 70 Tahun 2011 Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah: Lampiran I
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 04 tahun 2017 Tentang Perencanaan SPALD: Lampiran II
- Pramitasari, Harin E., Wardiyati, T., dan Nawawi, M., 2016. Pengaruh Dosis Pupuk Nitrogen dan Tingkat Kepadatan Tanaman Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol 4 (1): 49-56.
- Purbalisa, W., Hidayah, A., dan Sukarajo. Baku Mutu Arsen pada Tanah Inceptisol Grobogan dengan Tanaman Indikator Padi. *Jurnal Tanah dan Suberdaya Lahan*. Vol 5 (1): 621-627
- Purnomo, Eko A. 2017. Pengaruh Variasi C/N Rasio Terhadap Produksi Kompos Dan Kandungan Kalium (K), Pospat (P) Dari Batang Pisang Dengan Kombinasi Kotoran Sapi Dalam Sistem Vermicomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan* 6(2): 1-15.
- Purwanti, Ipung F., Yoedihanto, G., dan Masduqi, A. 2003. Kinerja Digester Aerobik dan Pengering Lumpur dalam Mengolah Lumpur Tinja. *Jurnal Purifikasi*, Vol 4 (1): 25 – 30.
- Putri, Megawati A. 2015. Rasio C/N Terhadap Bahan Organik Dan Total Bakteri Pada Sedimen Di Habitat Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Pantai Betahwalang, Kabupaten Demak.

- Diponegoro Journal of Maquares Management of Aquatic Resources* 4(4): 51-57
- Rahmiasari, P. 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. Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil, dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ronald, J., Matthews, P. dan Roland, P. 2008. Global atlas of excreta, wastewater sludge, and biosolids management: moving forward the sustainable and welcome uses of a global resource
- Rosalina, F. 2019. Sifat Kimia Tanah pada Beberapa Tipe Vegetasi. *Median*, Vol 11(1):1-9
- Rusmawarni, Djufri, dan Supriatno. 2016. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Pupuk Organik Cair dari Urin Sapi dan Pupuk Hayati Bioboost terhadap Pertumbuhan Tanaman Stroberi. *Jurnal EduBio Tropika*, Vol 4 (2): 1-52
- Seleem, E. G., Mahmoud, S. R., dan Mohamed, M. Y. 2011. Extraction of certain heavy metals from sewage sludge using different types of acids. *Biochemistri*, Vol 23 (1):41-48.
- Setyowati, Lilik Y. 2001. Uji Pemanfaatan Unsur N dan P dalam Limbah Tahu sebagai Pupuk pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*). Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Soedjono, Eddy S. 2016. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal di Kelurahan Kedung Cowek Sebagai Upaya Revitalisasi Kawasan Pesisir Surabaya. *Jurnal Teknik ITS* 5(2): D109-D115.
- Solikin. 2013. Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif *Stachytarpetta jamaicensis* (L.) Vahl. *Proceeding Biology Education Conference*. Vol 10 (1): 1-6
- Suwardi. 2007. Pemanfaatan zeolite untuk perbaikan sifat-sifat tanah dan peningkatan produksi Pertanian. *Semiloka Pembenh Tanah Menghemat Pupuk, Mendukung Peningkatan Produksi Beras*. Jakarta, Indonesia.
- Ummah, Marita F. 2018. Pengeringan Lumpur IPAL Biologis pada Unit *Sludge Drying Bed* (SDB). *Jurnal Purifikasi* 18(1) : 39-48

- Widiarti, Ika W. 2012. Pengelolaan Sampah Berbasis Zero Waste Skala Rumah tangga Secara Mandiri. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan* 4(2) : 101 – 113
- Wulandari, D., dan Herumurti, Welly. 2018. Pemisahan Padatan Lumpur Tinja pada Unit Solid Separation Chamber (SSC). Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Wullandari, P. 2017. Optimasi Rasio Air dan Bahan Yang Ditambahkan pada Pembuatan Pupuk Organik Granul dari Tepung Rumput Laut *Sargassum sp.* *JPB Kelautan dan Perikanan* 12 (1): 31-42

LAMPIRAN 1 Hasil Pengamatan Tanaman Uji

1. Pertambahan Panjang Daun

Tabel L. 1 Hasil Pengamatan Rata-Rata Pertambahan Panjang Daun Tanaman *Ixora acuminata roxb* Hingga Hari Ke-28

Hari ke-	Reaktor				
	Lumpur Kering	Tanah Taman	1 : 1	2 : 1	3 : 1
1	0	0	0	0	0,00
2	0,05	0	0	0	0,00
3	0,325	0,2	0,1625	0,35	0,15
4	0,6	0,4	0,325	0,7	0,30
5	0,85	0,45	0,6	0,85	0,50
6	1	0,65	0,8	0,95	0,65
7	1,35	0,7	1	1,05	0,85
8	1,55	1	1,1	1,25	0,90
9	1,75	1,05	1,4	1,4	1,15
10	1,925	1,175	1,5	1,5	1,35
11	2,1	1,3	1,6	1,65	1,55
12	2,2	1,55	1,7	1,65	1,75
13	2,4	1,65	1,8	1,8	2,25
14	2,525	1,7	2	1,9	2,35
15	2,65	1,75	2,05	2	2,50
16	2,675	1,75	2,025	2,2	2,53
17	2,7	1,75	2	2,4	2,55
18	2,8	1,75	2,05	2,4	2,55
19	2,85	1,75	2,1	2,45	2,55
20	2,85	1,75	2,15	2,45	2,55
21	2,85	1,75	2,15	2,45	2,55

22	2,9	1,8	2,15	2,5	2,55
23	2,9	1,8	2,15	2,5	2,70
24	2,9	1,85	2,15	2,55	2,85
25	2,9	1,85	2,15	2,55	2,90
26	2,9	1,85	2,175	2,55	2,90
27	2,9	1,85	2,2	2,55	2,90
28	2,9	1,85	2,2	2,55	2,90

Tabel L. 2 Hasil Pengamatan Rata-Rata Pertambahan Panjang Daun Tanaman *Sansevieria* Hingga Hari Ke-28

Hari ke -	Reaktor				
	Lumpur keirng	Tanah Taman	1 : 1	2 : 1	3 : 1
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,33	0,25	0,85	0,35	0,65
3	0,77	0,45	1,70	0,75	1,30
4	1,23	1,15	1,83	0,85	2,25
5	1,77	1,90	1,95	0,85	3,20
6	2,27	2,20	2,70	1,10	3,35
7	2,73	2,60	3,55	1,40	3,45
8	3,10	3,15	3,70	1,95	4,30
9	3,77	3,95	4,25	2,30	4,85
10	4,27	4,20	4,73	2,40	5,35
11	4,83	4,55	5,25	2,55	5,85
12	5,23	4,75	5,70	2,60	6,15
13	5,67	5,10	6,20	2,70	6,50
14	6,13	5,45	6,50	3,40	7,10
15	6,60	5,80	6,95	4,05	7,70
16	7,13	6,15	7,40	4,80	8,30

17	7,53	6,50	7,70	5,55	8,95
18	8,10	6,85	8,15	6,35	9,65
19	8,63	7,25	8,50	7,05	10,35
20	9,13	7,70	8,80	7,75	11,05
21	9,67	8,10	9,10	8,50	11,60
22	10,13	8,50	9,45	9,25	12,30
23	10,60	9,20	9,90	10,65	12,80
24	11,23	9,65	10,50	10,60	13,35
25	11,50	10,00	10,83	11,00	13,90
26	11,83	10,35	11,43	11,70	14,50
27	12,17	10,60	12,03	12,20	14,95
28	12,47	10,95	12,63	12,80	15,50

2. Pertambahan Ruas Daun Baru

Tabel L. 3 Hasil Pengamatan Rata-Rata Pertambahan Ruas Daun Baru Tanaman *Ixora acuminate roxb* Hingga Hari Ke-28

Hari ke-	Reaktor				
	Lumpur Kering	Tanah Taman	1 : 1	2 : 1	3 : 1
1	0	0	0	0	0
2	2	3	2	3	2
3	3	3	4	3	3
4	5	6	6	7	7
5	5	6	6	7	7
6	10	7	7	8	8
7	11	7	8	10	10
8	11	8	9	10	12
9	12	11	11	10	13

10	12	12	13	11	15
11	12	13	14	12	15
12	12	13	15	13	15
13	13	14	15	15	17
14	13	14	15	15	17
15	15	15	16	16	18
16	15	15	16	16	19
17	16	15	16	18	19
18	16	15	17	18	19
19	18	17	18	20	20
20	21	20	19	21	21
21	21	20	19	21	21
22	22	20	19	21	21
23	23	20	19	21	21
24	23	20	19	21	22
25	25	20	21	24	26
26	27	20	21	25	27
27	29	21	22	26	28
28	30	21	23	26	28

Tabel L. 4 Hasil Pengamatan Rata-Rata Pertambahan Ruas Daun Baru Tanaman *Sansevieria* Hingga Hari Ke-28

Hari ke-	Reaktor				
	Tanah Taman	Lumpur kering	1 : 1	2 : 1	3 : 1
1	2	0	2	1	2
2	2	0	2	1	2
3	2	0	2	1	2
4	2	0	2	2	2

5	2	0	2	2	2
6	2	0	2	2	2
7	2	1	2	2	2
8	2	1	2	2	2
9	2	2	2	2	2
10	2	3	2	2	2
11	2	3	3	2	2
12	2	3	3	2	2
13	2	3	3	3	2
14	2	3	3	3	3
15	2	3	3	3	3
16	2	3	3	3	3
17	2	3	3	3	3
18	2	3	4	3	3
19	2	3	4	3	3
20	2	3	4	3	3
21	2	3	4	4	3
22	2	3	4	4	3
23	2	3	4	5	3
24	2	3	5	5	3
25	2	3	5	5	4
26	2	3	5	5	4
27	2	3	5	5	4
28	2	4	5	5	4

LAMPIRAN 2 Foto Tanaman Uji



Gambar L. 1 Tanaman *Ixora acuminate roxb*



Gambar L. 2 Bunga dan Ruas daun baru tanaman *Ixora acuminate roxb*



Gambar L. 3 Tanaman *Sansiveria*



Gambar L. 4 Tanaman *Syzygium oleinea*



Gambar L. 5 Tanaman *Syzygium oleinea* yang mengering



Gambar L. 6 Proses pemindahan media lama dengan media variable

BIOGRAFI PENULIS



Penulis yang memiliki nama lengkap Iftina Irbatul Ulayya merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir di Jakarta tanggal 20 Juli 1998. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2004 - 2010 di SD Muhammadiyah Sagan Yogyakarta. Kemudian dilanjutkan di SMP Muhammadiyah 2 Yogyakarta pada tahun 2010 - 2013. Sedangkan pendidikan tingkat atas ditempuh di SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta pada tahun 2013 - 2016. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Lingkungan,

Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, ITS, Surabaya pada tahun 2016 terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 0321164000103.

Selama perkuliahan, penulis aktif sebagai panitia di berbagai kegiatan HMTL. Dalam organisasi kemahasiswaan, penulis terdaftar sebagai pengurus aktif Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS, Surabaya. Penulis menjabat sebagai staff Relasi Media Kelompok Pecinta dan Pemerhati Lingkungan HMTL periode kepengurusan 2016-2017, dan menjadi kepala Biro Relasi Media KPPL periode kepengurusan 2017-2018. Di lingkup ITS penulis menjabat sebagai asisten dirjen Relasi Media Kominfo BEM ITS periode kepengurusan 2019 - 2020. Serta aktif di organisasi nasional seperti Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia (IMTLI) pada tahun 2016-2019. Pengalaman kerja lapangan yang pernah dilakukan penulis yaitu Kerja Praktik (KP) di PT Star Energi Geothermal Darajat II, Garut, Jawa Barat di divisi *Helthy, Safety, and Environmental* (HSE) pada tahun 2019. Berbagai seminar dan pelatihan di bidang Teknik Lingkungan juga telah diikuti dalam rangka untuk mengembangkan diri. Penulis dapat dihubungi via email iftina.irba@gmail.com



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iftina Irbatul Ulayya
NRP : 0321164000103
Judul : Studi Pemanfaatan Lumpur Kering Unit *Sludge Drying Bed*
(SDB) IPLT Keputih sebagai Pupuk

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	26/01/2020	Asistensi metodologi penelitian	
2.	06/03/2020	Saran kelanjutan TA dengan data sekunder dari jurnal	
3.	28/03/2020	Asistensi perubahan modifikasi laporan dan penelitian	
4.	31/03/2020	Asistensi tentang data TA dan progress TA	
5.	10/04/2020	Asistensi data primer laju pertumbuhan dan pembahasan	
6.	17/04/2020	Asistensi progress TA, pengambilan sample dan perijinan	
7.	25/04/2020	Saran dan perbaikan untuk Bab 1-3	
8.	02/05/2020	Saran dan perbaikan untuk bab 4	
9.	09/05/2020	Saran dan perbaikan untuk bab 4, dan juga abstrak	
10.	16/05/2020	Saran dan perbaikan untuk bab 4	
11.	08/06/2020	Asistensi PPT dan persiapan Seminar Progres	
12.	24/06/2020	Asistensi saran dan perbaikan dari dosen pengarah	
13.	02/07/2020	Asistensi saran dan perbaikan untuk draft TA dan ppt Ujian Lisan	
14.	03/08/2020	Asistensi saran dan perbaikan dari Pak Assom	

Surabaya 6 Agustus 2020
Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl. SE., M., Ph.D



enviro.its.ac.id/?

page_id=3826)

Lab Teknologi Pengolahan Air

Input NRP anda (tanpa spasi,format: 32xxxxxxxxxxx)

3211640000103

Iftina Irbatul Ulayya (3211640000103)

Dosen Pembimbing: Ir. Eddy Setiadi Soedjono, MSc., PhD

Saran:

Dapat menjelaskan apa yang ditanyakan penguji dengan lebih percaya diri.

Perbaikan:

Dosen Penguji 1: Dr. Ali Masduqi, ST., MT

Saran:

1. Daftar tabel/gambar melebihi margin kanan.
2. Hilangkan kata "berikut" pada penulisan rujukan tabel/gambar.

3. Bab baru berada di halaman ganjil.

Perbaikan:

1. Abstrak terlalu panjang. Paragraf tiga saja yang perlu dipanjangkan.
2. Tata cara penulisan spesies harus mengikuti aturan di biologi
3. Baku mutu pupuk sebagai acuan tanah lumpur tinja kering. Sesuaikah?
4. Tanah biasa/tanah taman, perlu dicari sifat fisik dan komposisi kimianya.

Dosen Penguji 2: Ir. Bowo Djoko Marsono, MEng

Saran:

1. metodologi disesuaikan terutama metoda analisa dihapus
2. tambahkan literatur mengenai karakteristik lumpur ipt

Perbaikan:

Dapat melanjutkan ke tahap ujian lisan

Ok

TOP

Saran Perbaikan Ujian Lisan TA Genap 2019/2020

Lisan Air

Lab Teknologi Pengolahan Air

Input NRP anda (tanpa spasi,format: 32xxxxxxxxxxx)

Iftina Irbatul Ulayya (3211640000103)

Dosen Pembimbing: Ir. Eddy Setiadi Soedjono, MSc., PhD

Saran:

Diskusikan dengan saya masukan yang dari Bapak Assomadi

LULUS

Dosen Penguji 1: Dr. Ali Masduqi, ST., MT

Saran:

1. Banyak tulisan yang salah ketik.

2. Kalimat banyak yang kurang jelas dan terlalu panjang, sehingga membingungkan (terutama di Abstrak dan Kesimpulan).

3. Nama Pak Assomadi belum tertulis di Kata Pengantar.

4. Penulisan nama spesies diperbaiki.

Dosen Penguji 2: Ir. Bowo Djoko Marsono, MEng

Saran:

1. Apakah perbedaan sludge drying bed dengan filter lambat?

2. Apakah ada perubahan kimia di SDB?

3. Perubahan fisik yang terjadi apa saja?

4. Potensi unsur haranya apa saja?

5. Bagaimana cara mengontrol dimensi SDB

6. Bagaimana operasional SDB

7. Apakah proses yang terjadi di SDB? Biologi, fisik kimia?

8. Jelaskan proses komposting.

9. Lumpur SDB keputih sebenarnya dari mana proses apa?

Perbaikan

1. Kesimpulan diperbaiki supaya menyebutkan secara kuantitatif karakteristiknya ;

LULUS

Dosen Penguji 3: Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si, MT

Saran:

1. Kalimat pada abstrak diperbaiki...diperjelas.. bagian hasil penelitian dibuat kuantitatif dan spesifik terhadap variabel penelitian sdr

2. Data primer atau sekunder?

3. Pada tumbuhan *Syzygium Olenia* tidak dapat tumbuh □ karena iklim dan cahaya?

Apakah hubungannya dengan aplikasi lumpur kering?

4. Kesimpulan juga mestinya kuantitatif.

LULUS

