TA/TL/2024/1850

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS AIR LINDI HASIL PENGOMPOSAN REAKTOR AEROB TERMODIFIKASI UNTUK PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DENGAN MAGGOT SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR (POC)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan

Septian Putra Pratama
17513145

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2024

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS AIR LINDI HASIL PENGOMPOSAN REAKTOR AEROB TERMODIFIKASI UNTUK PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DENGAN MAGGOT SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR (POC)

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

Disusun Oleh:

Septian Putra Pratama
17513145

Disetujui:

Pembimbing:

Yebi Yuriandala S.T., M.Eng.
NIK. 135130503
Tanggal:

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res. Eng)., Ph.D.
NIK. 045130401
Tanggal :30 Agustus 2024

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KUALITAS AIR LINDI HASIL PENGOMPOSAN REAKTOR AEROB TERMODIFIKASI UNTUK PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DENGAN MAGGOT SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR (POC)

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Jumat

Tanggal: 23 Agustus 2024

Disusun Oleh:

SEPTIAN PUTRA PRATAMA

17513145

Tim Penguji :

Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng. (

Dr.Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng. (29/08/24)

Fina Binazir Maziyah, S.T., M.T. (

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah di ajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas di cantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah di peroleh, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 29 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



SEPTIAN PUTRA PRATAMA

NIM : 17513145

PENGANTAR

Bissmillahirrahmanirrahim,

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur kami panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala rahmat, nikmat, karunia-Nya dan shalawat serta salam kami haturkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SWA sehingga tugas akhir ini bisa terselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juni 2023 ini ialah **Analisis Kualitas Air Lindi Hasil Pengomposan Reaktor Aerob Termodifikasi Untuk Pengolahan Sampah Organik Dengan Maggot Sebagai Pupuk Organik Cair (POC).** Penyusunan laporan Tugas Akhir ini diajukan guna memenuhi syarat dalam menyelesaikan studi Strata Satu (S1) dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penyusun mendapat banyak dukungan, bantuan, bimbingan serta motivasi secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Untuk itu, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua saya yang sangat saya sayangi yaitu Almarhum Bapak Suparman dan Ibu Kasmi, yang senantiasa selalu mendoakan, memberi dukungan, motivasi serta semangat selama menempuh perkuliahan.
2. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc., (Res.Eng)., Ph.D
3. Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Bapak Yebi Yuriandala S.T., M.Eng. yang senantiasa membimbing dan membantu penulis hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat untuk peneliti.

5. Laboran pendamping yaitu Mba Diah dan Seluruh Staf Laboratorium Teknik Lingkungan UII yang mengarahkan dan membantu peneliti dalam proses mengumpulkan data analisis sampel penelitian di Laboratorium.
6. Rekan-rekan seperjuangan selama masa perkuliahan, Hasan, Mega, Via, Rara yang menemani masa perkuliahan, saling membantu, memberi semangat serta bersedia direpotkan selama di Jogja.
7. Teman-teman Teknik Lingkungan 2017 yang sama-sama saling membantu dan menyemangati semasa perkulihan.

Yogyakarta, 29 Agustus 2024

Septian Putra Pratama
17513145

ABSTRACT

Liquid organic fertilizer is a fertilizer made naturally through a fermentation process, resulting in a solution of plant waste and animal manure. The processing of organic waste using maggots produces a by-product called leachate. Its use as a liquid organic fertilizer is still limited, even though this leachate contains nutrients beneficial for plants. The use of a modified aerobic reactor is intended to facilitate the aerobic composting process and the collection of the resulting leachate. This study was conducted to test the quality of leachate from the processing of organic waste from market waste, household waste, and a mixture of market and household waste using maggots in an aerobic reactor, along with the volume of liquid organic fertilizer produced. The method used was an experiment, where no additional feedstock or organic waste was added. Three modified aerobic reactors were used with the same feedstock composition of 6 kg. Reactor 1 consisted of market waste such as vegetables and fruits, reactor 2 consisted of household waste, and reactor 3 consisted of a mixture of market and household waste. The results showed that reactor 1 produced the largest average volume of 289 ml and had the best quality liquid organic fertilizer with N-Organic content of 1.59%; P 2.47%; K 3.89%; and Coliform <2 MPN/100ml (first day), then N-Organic content of 0.37%; P 2.73%; K 4.80%; and Coliform 20 MPN/100ml (seventh day).

Keywords: organic waste, aerobic reactor, liquid organic fertilizer, maggot

ABSTRAK

Pupuk organik cair merupakan pupuk yang dibuat secara alami melalui proses fermentasi sehingga menghasilkan larutan limbah tanaman dan kotoran hewan. Pengolahan sampah organik menggunakan maggot menghasilkan produk sampingan air lindi. Pemanfaatannya sebagai pupuk organik cair masih kurang padahal air lindi tersebut memiliki kandungan unsur hara yang berguna untuk tanaman. Penggunaan reaktor aerob termodifikasi dimaksudkan untuk memudahkan proses pengomposan secara aerob dan pengumpulan air lindi yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan untuk menguji kualitas air lindi hasil pengolahan sampah organik dari sampah pasar, sampah rumah tangga, dan sampah campuran pasar dengan sampah rumah tangga dengan menggunakan maggot pada reaktor aerob, beserta volume pupuk cair organik yang dihasilkan. Metode yang digunakan yaitu eksperimen, dimana tidak ada penambahan feedstock atau sampah organik. Reaktor aerob termodifikasi yang digunakan berjumlah 3 buah dengan komposisi feedstock yang sama yaitu 6 kg. Reaktor 1 terdiri dari sampah pasar berupa sayur dan buah, reaktor 2 terdiri dari sampah rumah tangga, reaktor 3 terdiri dari campuran sampah pasar dengan rumah tangga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reaktor 1 menghasilkan volume rata-rata paling besar yaitu 289 ml dan memiliki kualitas pupuk cair organik yang paling bagus dengan kadar N-Organik yaitu 1,59%; P 2,47%; K 3,89%; dan Coliform <2 MPN/100ml (hari pertama), kemudian kadar N-Organik yaitu 0,37%; P 2,73%; K 4,80%; dan Coliform 20 MPN/100ml (hari ketujuh).

Kata kunci: sampah organik, reaktor aerob, pupuk organik cair, maggot

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI..... viii

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR..... xi

DAFTAR LAMPIRAN..... xi

BAB I PENDAHULUAN.....1

1.1 Latar Belakang.....1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian..... 3

1.4 Manfaat Penelitian..... 3

1.5 Ruang Lingkup 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....5

2.1 Timbulan Sampah..... 5

2.2 Sampah Organik 5

2.3 Black Soldier Fly (BSF) 6

2.4 Pengomposan..... 7

2.5 Pupuk Organik Cair (POC) 8

2.6 Penelitian Terdahulu..... 10

BAB III METODE PENELITIAN 13

3.1 Tahapan Penelitian 13

3.2 Persiapan Penelitian 14

3.3 Pembuatan Reaktor 15
3.4 Pengomposan 17
3.4.1 Variasi Pengomposan 18
3.4.2 Pengukuran dan Observasi 19
3.4.3 Parameter Uji 20
3.5 Pengolahan Data 22
3.6 Pengambilan Kesimpulan 23
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA 24
4.1 Bahan Baku (Feedstock) 24
4.2 Proses Pengomposan 25
4.2.1 Volume pupuk Organik Cair 25
4.2.2 Suhu 27
4.2.3 pH 29
4.2.4 Warna dan Bau 30
4.3 Hasil Pengomposan 30
4.4 Kualitas Pupuk Organik Cair 30
4.4.1 N-Organik 30
4.4.2 Total Fosfor 32
4.4.3 Kalium 34
4.4.4 Total Coliform 35
4.4.5 Hasil Analisis Air Lindi dengan Mutu Standar Pupuk Organik Cair 36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 39
5.1 Kesimpulan 39
5.2 Saran 40
DAFTAR PUSTAKA 41
LAMPIRAN 44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Mutu Pupuk Organik..... 9
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu 10
Tabel 3.1 Alat dan Bahan Pembuatan Reaktor dan Pengomposan 15
Tabel 3.2 Metode dan Pengujian Parameter 20
Tabel 4.1 Analisa Kandungan Total Coliform dalam Air Lindi hari pertama..... 34
Tabel 4.2 Analisa Kandungan Total Coliform dalam Air Lindi hari ketujuh..... 35
Tabel 4.3 Hasil Analisis dengan Mutu Standar Pupuk Organik 37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur Penelitian..... 14
Gambar 3.2 Desain Reaktor Aerob 16
Gambar 3.3 Reaktor Aerob Termodifikasi 17
Gambar 3.4 Proses Pengomposan..... 18
Gambar 3.5 Feedstock Sampah Organik Pasar dan Sampah Rumah Tangga..... 19
Gambar 3.6 Feedstock Sampah Campuran Pasar dan Sampah Rumah Tangga ... 19
Gambar 4.1 Volume Pupuk Organik Cair..... 25
Gambar 4.2 Pengukuran Suhu 27
Gambar 4.3 Pengukuran pH..... 29
Gambar 4.4 Kadar N-Organik..... 31
Gambar 4.5 Kadar Total Fosfor 32
Gambar 4.6 Kadar Kalium..... 33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Pengujian Sampel di Laboratorium
Lampiran 2 : Pengukuran Parameter Volume, Suhu, dan pH
Lampiran 3 : Analisis Kadar N-Organik, Total Fosfor, Kalium, dan Total Coliform

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) sepanjang tahun 2020 timbunan sampah yang timbul di seluruh Indonesia mencapai 34,58 juta ton. Dari jumlah dimaksud yang terkelola adalah sebesar 19,52 juta ton atau hanya 56,44% sedangkan sisanya 15,06 juta ton belum terkelola. Dari timbunan sampah dimaksud sampah rumah tangga adalah yang tertinggi yaitu 38,2% dan berdasarkan komposisinya sampah yang muncul paling banyak berupa sisa makanan, sebesar 39,9%. Persentase ini termasuk kedalam pengelolaan sampah yang rendah. Data menunjukkan 60% sampah di Indonesia merupakan sampah organik yang tercampur dengan sampah anorganik. Akibat pencampuran tersebut, menyulitkan proses pembusukan dan menyebabkan produksi gas methan yang tinggi akibat pembusukan tidak sempurna (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan).

Di Indonesia, tempat pembuangan akhir (TPA) 90% masih *open dumping* yang tinggi akan produksi air lindi yang mencemari tanah. TPA Piyungan yang berada di Kabupaten Bantul, Yogyakarta kini sudah ditutup permanen dan pengolahan sampah diserahkan ke wilayah masing-masing yaitu Kabupaten dan Kecamatan untuk mengolah sampah dikawasannya. Akibat penutupan ini, timbul permasalahan sampah karena tidak adanya tempat pembuangan sampah seperti sebelumnya yaitu di TPA. Penduduk di Kota Jogja selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya yang dipengaruhi oleh angka kelahiran, jumlah pendatang atau perantau yang menetap di Jogja. Bisnis makanan dan restoran juga mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Selain sampah plastik, masalah lain yang terjadi dilapangan yaitu masalah sampah organik yang timbulannya lebih tinggi dari pada sampah plastik. Tetapi karena sampah jenis ini lebih mudah diuraikan, menyebabkan pola pikir yang keliru di masyarakat. Padahal lingkungan juga memiliki keterbatasan daya tampung apabila hanya mengandalkan waktu supaya

terurai dengan sendirinya, sedangkan setiap hari manusia menghasilkan sampah tersebut.

Salah satu inovasi yang sudah banyak digunakan untuk membantu mempercepat terurainya sampah organik yaitu menggunakan maggot. Maggot merupakan fase larva dari lalat tentara hitam atau *black soldier fly* (BSF) dan sudah terbukti sangat bagus untuk menguraikan sampah organik yang mengandung 60% hingga 90% kandungan air. Selain itu hasil proses *degradasi* sampah organik tersebut dalam bentuk padat juga bagus kualitasnya untuk dijadikan kompos, banyak yang menggunakan bekas kotoran maggot (kasgot) sebagai alternatif pupuk padat organik karena kandungan dan unsur hara didalamnya. Selain menghasilkan kompos dalam bentuk padatan, juga menghasilkan dalam bentuk cair. Penggunaan pupuk anorganik dapat merusak lingkungan seperti struktur tanah menjadi keras dan mikroorganisme tanah semakin berkurang (Handayani dkk, 2015).

Salah satu solusinya yaitu mengoptimalkan penggunaan pupuk organik seperti pupuk hasil budidaya maggot dalam bentuk padat maupun cair. Untuk pupuk berbentuk padatan sudah banyak yang memanfaatkannya sedangkan untuk pupuk dalam bentuk cair masih belum dimanfaatkan dengan baik, pupuk organik cair (POC) tersebut memiliki peluang yang cukup baik untuk dikembangkan. Salah satunya mampu digunakan untuk hidroponik, sebagai alternatif pupuk yang ramah lingkungan dan mampu meningkatkan kesuburan maupun pertumbuhan tanaman. Karakteristik sampah organik yang memiliki kandungan air tinggi juga salah satu faktor kenapa perlunya pengelolaan sampah organik. Sampah organik mudah berbau, berubah bentuk dan busuk sehingga mengundang lalat yang menyebarkan bibit penyakit. Semakin baik dan cepat proses penguraian akan membantu meringankan beban lingkungan dalam mengelola sampah dan permasalahan lainnya yang akan ditimbulkan kedepannya seperti masalah kesehatan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dilatar belakang, maka dijelaskan rumusan masalah sebagai berikut :

1) Bagaimana kualitas air lindi hasil pengolahan sampah organik dari sampah pasar, sampah rumah tangga dan kombinasi sampah pasar dengan sampah rumah tangga?
2) Bagaimana kuantitas hasil pengomposan berupa air lindi tanpa adanya penambahan *feedstock*/pakan maggot?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diuraikan, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1) Menguji kualitas dan kandungan air lindi hasil pengolahan sampah organik dari sampah pasar, sampah rumah tangga dan sampah campuran pasar dengan rumah tangga berdasarkan karakteristik fisik, kimia dan biologi.
2) Mengetahui volume pupuk cair organik yang dihasilkan berdasarkan *feedstock.*

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan data yang bisa dijadikan sebagai referensi untuk penelitian berikutnya dan juga bisa dikembangkan sebagai bahan acuan untuk pengembangan terkait pupuk organik cair.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan reaktor aerob termodifikasi untuk pengomposan sampah organik.
2. Penelitian ini dibagi menjadi 3 jenis sampah dan reaktor yaitu reaktor 1 dengan sampah pasar, reaktor 2 dengan sampah rumah tangga dan reaktor 3 dengan sampah campuran antara pasar dan rumah tangga dengan perbandingan 3:3

3. Penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data primer dari hasil observasi selama 30 hari yang dilakukan di Kos Pandawa, dengan pengukuran yang dilakukan setiap hari dan dijam yang sama yaitu suhu, pH, warna, bau dan volume sampel air lindi yang dihasilkan .
4. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UII untuk dilakukan analisa sampel sehingga di dapatkan data parameter kimia dan biologi untuk diolah dan didapatkan hipotesanya.
5. Parameter kimia dan biologi yang diuji adalah :
   a. Karakteristik fisik yaitu warna dan bau.
   b. Karakteristik kimia yaitu pH, suhu, Nitrogen Organik (N-Organik), Fosfor (P_2O_5), Kalium (K_2O).
   c. Karakteristik biologi yaitu Total Coliform.
6. Menggunakan bibit maggot yang berusia 5 hari atau disebut *baby-maggot* yang diletakkan dalam reaktor untuk proses penelitian selama 30 hari.
7. Sampel yang dikumpulkan untuk analisis di laboratorium yaitu sampel hari ke-1, hari ke-7 dan hari ke-14.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Timbulan Sampah

Berdasarkan data dari portal SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional) untuk data timbulan sampah harian Kota Yogyakarta sebesar 325,02 ton sedangkan timbulan sampah tahunan yaitu sebesar 118.633,19 ton pada tahun 2021. untuk komposisi sampah berdasarkan sumber sampah Kota Yogyakarta pada tahun 2020 dari rumah tangga sebesar 200,05 ton; perkantoran sebesar 2,36 ton; pasar sebesar 34,81 ton; perniagaan sebesar 69,26 ton; fasilitas publik sebesar 41,87 ton; kawasan sebesar 1,18 ton; lain sebesar 13,07 ton. Untuk komposisi sampah berdasarkan jenis sampah Kota Yogyakarta pada tahun 2021 dengan persentase sisa makanan sebesar 50,21%; kayu-ranting sebesar 10,91%; kertas-karton sebesar 6,18%; plastik sebesar 10,79%; logam sebesar 2,12%; kain sebesar 0,68%; karet-kulit sebesar 0,13%; kaca sebesar 10,66%; dan lainnya sebesar 8,32% (Direktorat Penanganan Sampah, 2023).

2.2 Sampah Organik

Sampah merupakan suatu bahan sisa benda padat tidak berharga atau tidak bernilai yang dibuang atau terbuang dari sumber hasil sisa kegiatan manusia setiap hari maupun dalam proses alami yang tidak bermanfaat atau tidak bernilai ekonomis (Ismi, 2020). Sampah adalah masalah yang perlu diperhatikan karena sampah dapat mengakibatkan permasalahan lingkungan seperti masalah kesehatan, kenyamanan, ketertiban, dan keindahan. Kegiatan recycle sampah merupakan salah satu solusi untuk mengurangi timbulan sampah dengan biaya yang minimum yang dikelola oleh sektor formal maupun informal (Diener et al., 2011). Sampah organik merupakan sampah yang diproduksi dari bahan-bahan berupa hewan dan tumbuhan dihasilkan dari aktifitas pertanian, perkebunan, dan perikanan; atau yang berasal dari alam. Bersifat *biodegradable* tanpa adanya proses kimiawi. Sampah ini cepat

dapat terurai melalui proses alami dan sifatnya dapat didegradasi oleh mikroba. Sampah rumah tangga yang dihasilkan sebagian besar merupakan bahan organik. Selain rumah tangga, yang menjadi penyumbang terbesar dalam menghasilkan jenis sampah organik ini, yaitu pasar tradisional. Termasuk sampah organik, contohnya sampah rumah tangga (sisa-sisa makanan, sampah dari dapur, tepung, sayuran, buah busuk, kulit buah, kotoran hewan, kotoran manusia, dan pembungkus (kecuali kertas, karet, dan plastik), sampah pepohonan seperti ranting, dedaunan, dan serbuk batang kayu (Sari Devita dkk, 2022). Alternatif yang dapat dilakukan sebagai upaya pemanfaatan sampah organik yang juga memiliki nilai ekonomis tinggi adalah dengan memanfaatkan *Black Soldier Fly* (BSF) atau *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*) (Popa dan Green, 2012).

2.3 *Black Soldier Fly* (BSF)

Black soldier fly atau dalam bahasa latin *Hermentia Illucens* merupakan spesies lalat dari *ordo diptera*, family *stratiomyidae* dengan *genus hermetia*. *Black soldier fly* merupakan lalat asli dari Benua Amerika (Diener S, 2010). *Black soldier fly* juga ditemukan di Indonesia, tepatnya di daerah Maluku dan Irian Jaya sebagai salah satu ekosistem alami dari lalat ini. *Black Soldier Fly* merupakan jenis lalat yang tidak hinggap di sampah dan tidak membawa penyakit seperti lalat hijau atau lalat hitam karena lalat ini hanya hidup untuk berkembang biak, setelah melakukan perkawinan lalat jantan akan langsung mati dan lalat betina setelah bertelur barulah lalat ini mati. Maggot atau larva lalat BSF tidak menimbulkan bau busuk. Selain itu *black soldier fly* mampu mengekstrak energi dan nutrisi dari sisa buah buahan, sayuran, sisa makanan, bangkai hewan, dan sisa kotoran lainnya seperti tinja dan air limbah domestik sebagai makanannya, rendahnya nilai ekonomis dari limbah tersebut menguntungkan upaya pengembangan bioteknologi dari *black soldier fly* (Popa & Green, 2012). Siklus hidup maggot cukup pendek, siklus hidup keseluruhan dari telur hingga dewasa rerata sekitar 45 hari. Siklus hidup lalat BSF ini yaitu dari fase telur, bayi maggot, maggot dewasa, prepupa, pupa, lalat BSF kemudian kawin dan bertelur. Larva serangga *black soldier fly* mampu mengurai limbah organik selama 12-13 hari dan mampu mereduksi limbah organik dengan

tingkat reduksi sampah mencapai 55% berdasarkan berat sampah bersih. Fase hidup larva BSF sebagian besar berperan sebagai pengurai (Yuwono, 2018). Maggot memiliki bakteri dalam pencernaannya yang mampu menguraikan sampah organik (Yu et al.,2011). Maggot yang dihasilkan selama proses pengomposan digolongkan menjadi dua jenis yaitu maggot *Black Soildier Fly* (BSF) dan maggot non BSF serta tidak ada penambahan bibit maggot selama proses pengomposan. Maggot BSF dengan ciri-ciri maggot lebih panjang dan kurus serta memiliki warna lebih coklat bila dibandingkan dengan maggot lainnya. Semakin banyak maggot yang keluar maka semakin banyak sampah yang terdegradasi oleh maggot tersebut. Beberapa penelitian menunjukkan larva BSF mampu mendegradasi sampah organik, baik dari hewan maupun tumbuhan lebih baik dibanding serangga lainnya yang pernah diteliti (Kim, et al., 2011).

2.4 Pengomposan

Salah satu cara memanfaatkan sampah sisa makanan dan sampah buah atau sayur sehingga sampah tersebut tidak tercampur dengan sampah plastik dan menyulitkan pengolahan sampah dengan jenis yang berbeda itu dengan memanfaatkan sampah tersebut menjadi kompos. Kompos adalah bentuk akhir dari bahan-bahan organik sampah domestik setelah mengalami dekomposisi. Pengolahan sampah menjadi kompos juga memberikan nilai ekonomi yang lebih apabila standar kualitas kompos yang dihasilkan baik (Rahardyan, 2006). Pengomposan didefinisikan sebagai proses dekomposisi materi organik secara biologis menjadi seperti humus dalam kondisi aerobik yang terkendali. Kompos merupakan zat akhir suatu proses fermentasi tumpukan sampah atau sisa tanaman dan ada kalanya pula termasuk bangkai binatang (Budihardjo, 2006). Pengomposan adalah suatu proses biologis yang terjadi akibat adanya pembusukan sampah karena adanya kegiatan jasad renik yang mengubah sampah menjadi kompos. Proses pembusukan ini dapat bersifat aerob ataupun anaerob tergantung pada ketersediaan oksigen untuk proses tersebut (Basyarat, 2006).

2.5 Pupuk Organik Cair (POC)

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari materi mahluk hidup seperti pelapukan sisa-sisa tanaman, hewan, dan manusia. Dalam kamus besar Bahasa Indonesia, pupuk organik diartikan sebagai zat hara tanaman yang berasal dari bahan organik. Pupuk organik dapat berbentuk padat atau cair yang berguna sebagai sumber hara yang akan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik dibuat dari berbagai jenis bahan organik yang berbeda sifat dan karakteristiknya. Sedangkan pupuk organik cair (POC) adalah pupuk yang tersedia dalam bentuk cair. POC dapat diartikan sebagai pupuk yang dibuat secara alami melalui proses fermentasi sehingga menghasilkan larutan limbah tanaman dan/atau kotoran hewan. Sebagian orang lebih memilih pupuk organik cair karena bebas dari bahan-bahan kimia atau sintesis serta aman untuk lingkungan dan kesehatan. Jenis pupuk cair lebih efektif dan efisien jika diaplikasikan pada daun, bunga dan batang dibanding pada media tanam kecuali pada metode hidroponik (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2022). Keunggulan POC yakni mudah diaplikasikan, mengandung unsur hara makro (N,P,K) dan mikro (S, Ca, Mg, B, Mo, Cu, Fe, Mn dan bahan organik), dan penyerapan unsur hara lebih mudah daripada pupuk padat (Tanti et al., 2020). Persyaratan kompos organik menurut Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 yakni persyaratan teknis minimal pupuk organik, pupuk hayati,dan pembenah tanah seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Mutu Pupuk Organik

Pupuk Organik Cair

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	C-Organik	% (w/v)	minimum 10
2	Hara Makro:	% (w/v)	2 - 6
	$N + P_2O_5 + K_2O$		
3	N-Organik	% (w/v)	minimum 0,5
4	Hara Mikro**		
	Fe Total	ppm	90 - 900
	Mn Total	ppm	25 - 500
	Cu Total	ppm	25 - 500
	Zn Total	ppm	25 - 500
	B Total	ppm	12 - 250
	Mo Total	ppm	2 - 10
5	pH		4 - 9
6	E. Coli	cfu/ml	< 1 x 102
		atau MPN/ml	
	Salmonella sp	cfu/ml	< 1 x 102
		atau MPN/ml	
7	Logam Berat		
	As	ppm	maksimum 5,0
	Hg	ppm	maksimum 0,2
	Pb	ppm	maksimum 5,0
	Cd	ppm	maksimum 1,0
	Cr	ppm	maksimum 40
	Ni	ppm	maksimum 10
8	Unsur/Senyawa Lain**		
	Na	ppm	maksimum 2000
	Cl	ppm	maksimum 2000

Sumber: Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia
No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019

2.6 Penelitian Terdahulu

Pada tabel berikut menyajikan hasil dari berbagai penelitian terdahulu yang berkaitan dengan analisis kualitas pupuk organik cair dari hasil pengurai limbah organik menggunakan maggot:

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penelitian	Topik Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Dewantari et al., 2023)	Pembuatan Kompos Dengan Menggunakan Aktivator Mikroorganisme Lokal	Pengomposan dengan menggunakan aktivator mikroorganisme lokal limbah sayur belum sesuai dengan baku mutu PERMENTAN No. 70 Tahun 2011 dengan fisik kompos yang berwarna coklat kehitaman, bertekstur agak halus dan agak berbau tanah, dengan kadar nitrogen rata-rata sebesar 1,32%, kadar fosfor rata-rata sebesar 1,77%, kadar kalium rata-rata sebesar 3,63% dan nilai rasio C/N sebesar 25,74. Aktivator MOL dan kontrol tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) kompos, sehingga kompos dengan aktivator mikroorganisme tersebut belum matang.
2	(Suwirmen et al., 2022)	Pengaruh Air Lindi Sisa Pakan Maggot (Hermetia illucens) terhadap Pertumbuhan Sawi Pagoda (Brassica rapa var. narinosa L.) dengan Sistem Hidroponik	Pemberian kombinasi AB mix dan air lindi sisa pakan maggot memberikan pengaruh yang berbeda nyata secara statistik dan memberikan pengaruh yang sama dengan kontrol pada parameter berat segar tanaman dan berat kering tanaman. Pemberian hanya air lindi sisa pakan maggot tidak dapat menggantikan pemakaian AB mix. Perlakuan (1:1) merupakan konsentrasi paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi pagoda dan dapat meminimalkan pemakaian pupuk anorganik sebesar 50%.

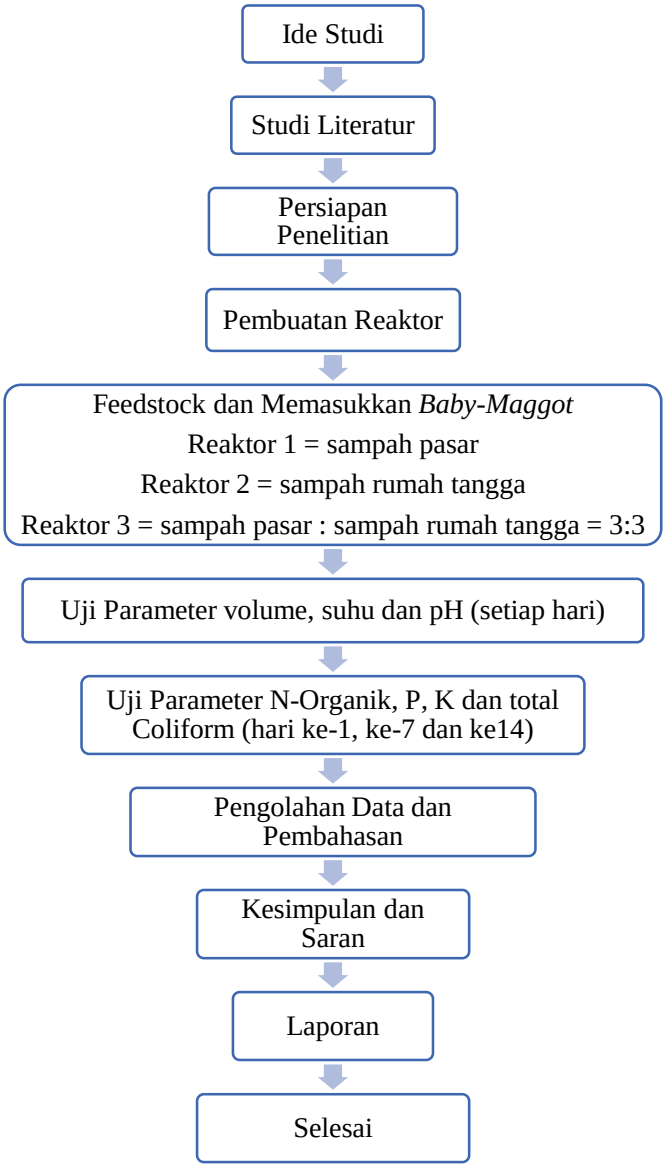
No	Nama Penelitian	Topik Penelitian	Hasil Penelitian
3	(Siagian et al., 2021)	Analisis Suhu, pH dan Kuantitas Kompos Hasil Pengomposan Reaktor Aerob Termodifikasi dari Sampah Sisa Makanan dan Sampah Buah	Suhu akhir yang diperoleh pada reaktor 1 28°C dan 27°C pada reaktor 2. Pada reaktor 1 dan 2 suhu kompos sudah mencapai suhu tanah.selanjutnya Untuk nilai pH kedua reaktor pada penelitian ini 7-7,4, hal ini telah memenuhi kriteria pH pada SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik Massa kompos padat yang dihasilkan pada reaktor satu sebesar 1,800 kg dan 0,740 kg untuk reaktor dua. Penurunan massa reaktor dua lebih drastis dibandingkan dengan reaktor satu hal tersebut dapat dipengaruhi oleh kuantitas kompos cair dan produksi maggot. Sedangkan kompos cair yang dihasilkan sebanyak 798 ml pada reaktor 1 dan 710 pada reaktor 2.
4	(Steven, 2021)	Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Bekas Maggot dan NPK Anorganik Pada Budidaya Tanaman Bayam (Amaranthus hybridus L.) di Ultisol	Kombinasi pemberian pupuk organik perlakuan maggot dan NPK anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap semua variabel yang diamati. Berdasarkan hasil analisis uji regresi didapatkan dosis optimal pupuk organik bekas maggot sebesar 17 ton ha-1 atau 37,5 g/polybag berisi 5 kg tanah dengan produksi optimal berat segar tanaman bayam sebesar 14,167 gram. Perlakuan pupuk organik bekas maggot (B) berpengaruh nyata terhadap peubah yang diamati meliputi berat segar tanaman, jumlah daun minggu ke-1, jumlah daun minggu ke-2, dan pH tanah. Perlakuan takaran pupuk NPK (N) anorganik berpengaruh nyata terhadap peubah jumlah daun minggu ke-3. Berdasarkan analisis regresi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa 94,59% variasi tanaman bayam segar ditentukan dengan pemberian dosis pupuk organik bekas maggot (B). Berdasarkan analisis regresi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa setiap pemberian pupuk pada bayam berpengaruh terhadap nilai pH tanah dengan nilai keterkaitan mencapai 52,54%.

No	Nama Penelitian	Topik Penelitian	Hasil Penelitian
5	(Laily, 2019)	Uji Kualitas-Kuantitas Hasil Pengomposan Reaktor Aerob Termodifikasi Dari Sampah Sayur Dan Sisa Makanan	Hasil pengomposan menunjukkan bahwa massa kompos padat mengalami penyusutan 92,5% untuk reaktor satu dan 89% untuk reaktor dua. Hal ini terjadi karena sampah terdekomposisi oleh mikroba atau menjadi makanan maggot yang hidup didalamnya. Selain itu penyusutan terjadi karena sampah padat terutama sayur memiliki banyak kadar air sehingga massa berkurang karena kadar air dalam sampah berubah menjadi kompos cair sebanyak 1.775 mL dan 596 mL untuk reaktor 1 dan 2 berturut-turut. kompos cair yang dihasilkan kedua reaktor belum memenuhi standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004 pada parameter N dan P, yang masih berada di bawah standar.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 30 hari secara aerob dengan mengambil data berupa volume air lindi, suhu dan pH. Sedangkan beberapa parameter terkait kualitas kompos seperti kadar N-Organik, P, K dan total Coliform dilakukan pengujian di Laboratorium. Pengukuran yang dilakukan secara berkala yaitu volume air lindi, suhu dan pH setiap harinya 1 kali setiap sore. Sedangkan untuk parameter kadar N-Organik, P, K dan total Coliform di hari ke-1, hari ke-7 dan hari ke-14. Sedangkan parameter N-Organik, P, dan K dilakukan di laboratorium kualitas air, kemudian untuk parameter total Coliform di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Alur tahapan penelitian tugas akhir ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 Persiapan Penelitian

Mempersiapkan alat dan bahan untuk pembuatan reaktor aerob termodifikasi. Selain itu juga melakukan persiapan untuk *feedstock* dari sampah pasar dan rumah tangga terkait pembuatan kompos didalam reaktor aerob untuk diteliti. Alat dan bahan yang dibutuhkan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Pembuatan Reaktor dan Pengomposan

Alat		Bahan	
Reaktor			
1.	Gunting	1.	Besi Siku
2.	Cutter	2.	Siku Segitiga
3.	Meteran	3.	Baut
4.	Gerinda	4.	Waring
5.	Spidol	5.	Ember
6.	Solder	6.	Keranjang Sampah
		7.	Kabel Ties
		8.	Tali Tambang
		9.	Corong
		10.	Ember
Pengomposan			
1.	Termometer	1.	Sampah Pasar
2.	Gelas Ukur	2.	Sampah Rumah Tangga
3.	Ember		
4.	pH Meter		
5.	Botol Plastik		

3.3 Pembuatan Reaktor

Untuk mempermudah pengamatan dan proses pengomposan digunakan alat yaitu reaktor aerob termodifikasi yang dirancang dan dibuat sendiri oleh peneliti sebanyak 3 buah sesuai dengan 3 jenis perlakuan berbeda untuk *feedstock*-nya. Kerangka reaktor terbuat dari besi siku yang kemudian diselimuti oleh jaring waring berukuran kecil (lubang-lubangnya) sehingga udara tetap bisa keluar masuk tetapi untuk serangga tidak bisa masuk kedalam. Berdasarkan desain di berikan keranjang sampah yang di tali ke empat sisi reaktor sebagai tempat *feedstock* dan *baby-maggot* nantinya (pengomposan), keranjang ini dilubangi bagian bawahnya dan ditutupi oleh jaring supaya maggot tidak jatuh ke bawah dan tetap tertampung di dalam keranjang sampah. Reaktor dibuat 3 ruang untuk pembagian ruang sesuai fungsinya. Ruang paling atas digunakan sebagai tempat menggantung keranjang sampah berisi *feedstock* dan *baby-maggot* atau bisa disebut sebagai ruang

pengomposan. Untuk sampah yang akan dikomposkan memiliki massa sampah total sebesar 6 kg per reaktor. ruang kedua dari atas digunakan sebagai tempat menggantung corong untuk tempat mengalirnya air lindi langsung ke wadah penampungan. Untuk ruang ini aman karena di tutupi oleh jaring waring dibagian atasnya supaya maggot atau sampah tidak keluar dari ruang pertama. Untuk ruang ketiga berisi wadah untuk menampung air lindi yang mengair kebawah melalui lubang kecil di keranjang sampah. Waring yang digunakan memiliki diameter lubang yang kecil supaya tidak ada serangga atau faktor pengganggu lainnya masuk. Penggunaan jaring waring melapisi seluruh bagian ruang pertama dan bagian bawah ruang pertama, kemudian digunakan sebagai penutup bagian atas wadah penampung air lindi supaya tidak ada lalat yang masuk kedalamnya. Untuk memperkuat dan merapatkan sela-sela jaring waring digunakan kabel ties. Adapun bentuk reaktor aerob termodifikasi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.2 Desain Reaktor Aerob

Kemudian setelah dirangkai maka berikut ini reaktor aerob termodifikasi yang digunakan pada penelitian ini seperti pada gambar:



Gambar 3.3 Reaktor Aerob Termodifikasi

Reaktor aerob termodifikasi ini dirancang guna memperoleh metode pengomposan yang mudah, efisien, efektif dan mudah dipindahkan. Berdasarkan penelitian terdahulu untuk reaktor aerob termodifikasi ini dilakukan sedikit perubahan untuk meminimalisir maggot keluar dari reaktor dan terbukti untuk maggot yang mampu lolos keluar reaktor mampu dikurangi karena celah-celah pada reaktor di modifikasi lebih lanjut.

3.4 Pengomposan

Proses pengomposan yang dilakukan adalah pengomposan secara aerob karena reaktor dibuat dengan menggunakan jaring waring dan keranjang sampah yang memiliki sirkulasi udara yang baik yang berarti udara dengan bebas keluar masuk. Ada tiga variasi komposisi sampah yang berbeda pada masing-masing reaktor. *feedstock* kompos yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sampah organik pasar seperti buah dan sayuran dan sampah rumah tangga berupa makanan sisa pada rumah tangga. *Feedstock* membutuhkan pencacahan karena masih dalam bentuk yang besar dan utuh, karena itu harus dicacah terlebih dahulu supaya proses pengomposan oleh *baby-maggot* sesuai dan terdegradasi dengan baik. Proses pengomposan ini dilakukan di balkon Kos Pandawa, Gang Anggrek, Kimpulan 1. Karena berdasarkan kekurangan penelitian sebelumnya maka reaktor diletakkan di

tempat yang teduh sehingga tidak terkena sinar matahari langsung dan juga tempat yang memiliki atap untuk mencegah air hujan masuk kedalam reaktor.



Gambar 3.4 Proses Pengomposan

3.4.1 Variasi Pengomposan

Ada tiga macam variasi pengomposan yang digunakan, yaitu pengomposan sampah organik pasar pada reaktor pertama dengan komposisi sampah diantaranya kubis, tomat, sawi, jeruk, jambu biji, anggur, dan mangga sebanyak 6 kg. Sedangkan untuk pengomposan sampah rumah tangga yaitu pada reaktor kedua, dimana komposisi sampahnya berupa nasi, mie, kuah santan, ikan, telur, ayam, tulang belulang sisa makanan dari rumah tangga sebanyak 6 kg. Untuk reaktor ketiga merupakan gabungan antara sampah organik pasar dengan sampah rumah tangga dengan perbandingan komposisinya 3:3 (3 kg sampah organik pasar : 3 kg sampah rumah tangga). Pada penelitian sebelumnya dilakukan dengan dua perbandingan komposisi sampah yaitu sampah sayur dan sampah makanan sisa dengan persentase masing-masing jenis sampah lebih besar salah satunya karena dilakukan penggabungan komposisi sampah pada setiap reaktornya. Hal ini untuk dilakukan perbandingan manakah sampah yang lebih bagus untuk pengomposan dan kualitas komposnya. Berikut ini merupakan gambar komposisi sampah yang digunakan untuk *feedstock* pada proses pengomposan kali ini:



(a) (b)

Gambar 3.5 Feedstock Sampah Organik Pasar (a) dan Sampah Rumah Tangga (b)



Gambar 3.6 Feedstock Sampah Campuran

3.4.2 Pengukuran dan Observasi

Dilakukan pengukuran pada setiap hari setelah masuk kedalam tahap pengomposan, diantaranya adalah volume air lindi yang dihasilkan, suhu, pH, warna dan bau. Pengukuran volume dilakukan untuk mengetahui berapa pertambahan volume yang dihasilkan pada masing-masing reaktor dengan

jenis sampah yang berbeda. Pengukuran suhu dan pH dilakukan untuk mengetahui proses pengomposan yang berlangsung. Pengujian sampel air lindi dilakukan pada tiga reaktor di hari ke-1, ke-7, dan ke-14, untuk pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UII untuk menguji parameter N-Organik, P, K dan total Coliform yang ada didalam pupuk organik cair.

3.4.3 Parameter Uji

Parameter kualitas kompos mengacu pada Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 yakni Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah. Parameter kualitas kompos cair pada penelitian ini dibatasi, diantaranya parameter volume, suhu, pH, N-Organik, Fosfor (P), Kalium (K), dan total Coliform. Sedangkan untuk bau dan warna sebagai hipotesa tambahan apakah memiliki hubungan dengan hasil pengomposan maupun kematangan kompos cair. Metode dan waktu untuk parameter-parameter yang diuji pada saat proses pengomposan dapat dilihat pada table 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Metode dan Pengujian Parameter

No	**Parameter**	**Metode Pengujian**	**Waktu Pengujian**	**Tempat Pengujian**
1	Volume	Gelas ukur	Setiap hari	Kos Pandawa
2	Suhu	Termometer	Setiap hari	Kos Pandawa
3	pH	pH Meter	Setiap hari	Kos Pandawa
4	N-Organik	Metode Kjeldhal Berdasarkan SNI 06-6989.52-2005 Dengan Judul Cara Uji Kadar Nitrogen Organik Secara Makro Kjeldahl dan Titrasi	Hari ke-1, hari ke-7 dan hari ke-14	Laboratorium Kualitas Air, Jurusan Teknik Lingkungan, UII

No	Parameter	Metode Pengujian	Waktu Pengujian	Tempat Pengujian
5	Fosfor	Metode Destruksi Sesuai SNI 6989-31:2021 Dengan Judul Cara Uji Kadar Ortofosfat dan Total Fosfor Menggunakan Spektrofotometer Dengan Reduksi Asam Askorbat	Hari ke-1, hari ke-7 dan hari ke-14	Laboratorium Kualitas Air, Jurusan Teknik Lingkungan, UII
6	Kalium	Metode Destruksi Berdasarkan SNI 6989.69:2009 Dengan Judul Cara Uji Kalium (K) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-Nyala	Hari ke-1, hari ke-7 dan hari ke-14	Laboratorium Kualitas Air, Jurusan Teknik Lingkungan, UII
7	Total Coliform	Metode Standar APA	Hari ke-1, hari ke-7	Laboratorium Mikrobiologi , Jurusan Teknik Lingkungan, UII

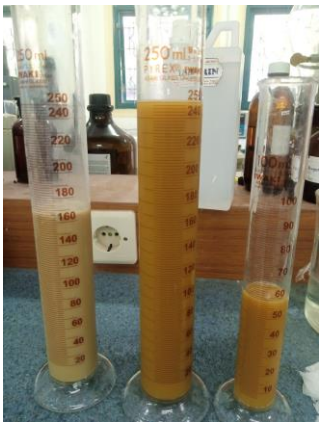


(a)



(b)

Gambar 3.7 Pengujian Parameter Suhu (a) dan pH (b)



Gambar 3.8 Pengukuran Volume Air Lindi

3.5 Pengolahan Data

Data yang digunakan adalah data hasil dari pengukuran dan pengujian dari awal sampai akhir secara berkala. Hasil yang diperoleh meliputi data suhu, pH, volume air pupuk organik cair, selama pengomposan yaitu data kadar N-Organik, Fosfor, Kalium, dan total Coliform. Analisis data yang dilakukan adalah analisis deskriptif dan komparasi. Setiap data parameter kualitas kompos akan dijelaskan satu persatu berdasarkan proses pengomposan. Sedangkan analisis secara komparasi dilakukan dengan membandingkan semua parameter yang diperoleh berdasarkan hasil yang didapatkan untuk menentukan kualitas kompos mana yang

lebih baik serta dapat dilakukan dengan membandingkan hasil uji antar parameter terkait ada tidaknya hubungan satu sama lain.

3.6 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan tujuan penelitian, studi literatur dan analisa data yang diperoleh dari hasil pengujian.

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Bahan Baku (*Feedstock*)

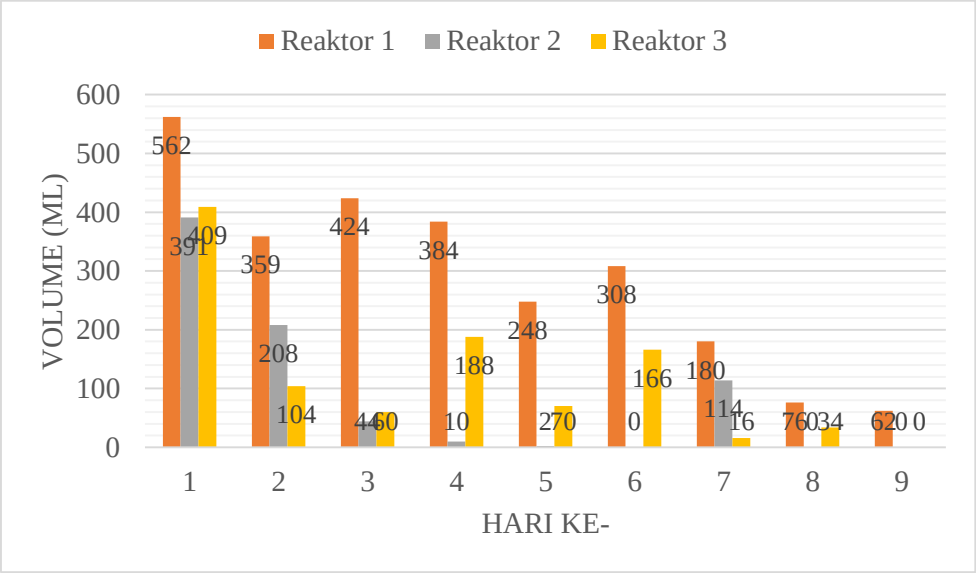
Sampah organik yang digunakan untuk bahan baku pengomposan berasal dari sampah pasar yang terdiri dari sayur-sayuran dan buah-buahan yang tidak layak konsumsi lagi tetapi ada yang masih segar dan ada yang sudah layu, sedangkan untuk sampah rumah tangga ada beberapa yang sudah mulai basi dan masih segar seperti nasi sisa makanan dari rumah, burjo maupun lesehan. Sampah sayur dan buah memiliki kandungan air yang tinggi sedangkan untuk sampah sisa makanan itu kandungan airnya hanya berasal dari kuah sayur atau kuah santan. Pencacahan hanya dilakukan untuk sampah sayur dan buah karena masih dalam bentuk utuh, hal ini untuk mengoptimalkan proses pengomposan menggunakan *baby-maggot*. *Feedstock* yang digunakan pada setiap reaktor sebesar 6 kg dari awal dan tanpa ada penambahan sama sekali sedangkan khusus untuk reaktor tiga dimana merupakan campuran antara sampah organik pasar dan sampah rumah tangga dengan perbandingan masing-masing sampah sebesar 3 kg dan totalnya 6 kg. selain tidak ada penambahan apapun kedalam reaktor berupa *feedstock* tambahan dari awal juga tidak adanya penambahan *bioaktivator* lain selain penambahan *baby-maggot*. Pada tahap persiapan ini untuk masing masing reaktor memiliki *feedstock* dengan berat total 6 kg dan untuk *baby-maggot* yang diletakkan di *feedstock* dalam keranjang sampah masing-masing reaktor yaitu 4 gram.

4.2 Proses Pengomposan

Pada tahap proses pengomposan dilakukan pengamatan terhadap beberapa parameter untuk mengetahui apa saja yang terjadi selama proses pengomposan terjadi sampai selesai sekaligus sebagai kontrol selama proses pengomposan tersebut. Proses pengomposan ini berlangsung selama 30 hari dari awal pemberian *feedstock* dan *baby-maggot*. Beberapa parameter yang diamati diantaranya volume pupuk organik cair, suhu, pH dan warna maupun bau.

1.2.1 Volume pupuk Organik Cair

Komposisi sampah pada masing-masing reaktor berbeda, hal ini juga akan mempengaruhi jumlah pupuk organik cair yang di hasilkan karena kadar air sampah antara sampah sayur dan buah lebih tinggi dibanding dengan sampah rumah tangga berupa makanan sisa. Berikut ini merupakan tabel pengukuran volume pupuk organik cair yang dihasilkan:



Gambar 4.1 Volume Pupuk Organik Cair

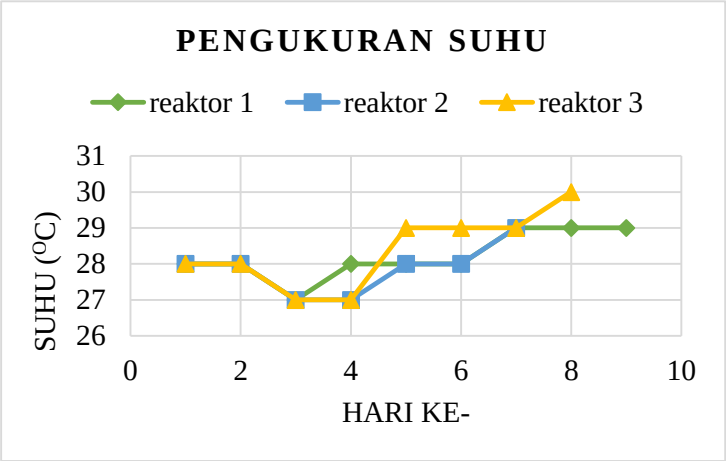
Volume pupuk organik cair yang dihasilkan paling besar pada reaktor satu, pada reaktor ini didominasi oleh sampah pasar berupa sayur dan buah yang memiliki kadar air yang tinggi. Sedangkan volume pupuk organik cair

yang paling sedikit dihasilkan pada reaktor dua yang merupakan sampah rumah tangga sehingga kadar air hanya berasal dari kuah makanan dan sedikit dari makanan sisa yang mengalami pembusukan. Untuk data pengukuran volume hanya sampai dihari kesembilan yang ditampilkan karena dihari kesepuluh sudah mulai tidak ada keluar air lindi dari reaktor, dihari selanjutnya reaktor mengeluarkan air lindi tetapi hanya beberapa tetes dan dilakukan konversi kedalam ml didapatkan hasil nol koma . Hal ini terjadi karena *feedstock* hanya diberikan satu kali pada tahap awal running reaktor aerob dan tidak ada penambahan *feedstock* lagi setelahnya. Adanya perbedaan jumlah volume pada setiap hari pengukuran dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jenis dan karakteristik dari *feedstok* antara reaktor satu, dua, dan tiga berbeda. Sampah pasar berupa buah dan sayur memiliki kadar air tinggi, dilakukannya perlakuan berupa pencacahan karena sampah buah dan sayur dalam keadaan utuh dan besar. Hal ini mempercepat proses pengurangan kadar air dari *feedstok* sehingga massa sampah mengalami penyusutan secara signifikan dihari pertama akibat hilangnya kadar air. Disebutkan bahwa komposter memungkinkan untuk mengalirkan air lindi, sehingga kadar air dan bahan padat terpisah dan menjadi kompos cair (Hadisuwito, 2007).

Proses pengomposan ini berlangsung secara alami. Air lindi dari proses pengomposan akan mengalir kebawah secara gravitasi dari lubang-lubang kecil pada bagian dasar tong sampah yang kemudian jatuh kebagian corong mengalir ke wadah penampungan air lindi dibagian paling bawah dari reaktor. Pada penelitian Nujumul Laily tahun 2019 sebelumnya terjadi fluktuasi dari volume air lindi yang ditampung. Hal ini dipengaruhi oleh panas matahari dan air hujan karena reaktor aerob diletakkan diruang terbuka tanpa bangunan pelindung dari faktor cuaca, sedangkan pada penelitian ini reaktor aerob termodifikasi diletakkan di balkon kos yang teduh tidak terkena cahaya matahari langsung dan memiliki atap sehingga ketika hujan tidak akan ada air yang masuk kedalam reaktor.

1.2.2 Suhu

Proses pengomposan dapat digambarkan dari data suhu yang diperoleh, dimana suhu menunjukan aktivitas mikroba selama proses pengomposan berlangsung. Tinggi rendahnya suhu memberikan kita informasi bagaimana fase pengomposan yang terjadi, selain suhu pengomposan dipengaruhi oleh aktivitas organisme ataupun mikroba didalamnya, pengaruh lingkungan sekitar juga ada walaupun pengaruh utamanya yaitu aktivitas bakteri. Proses pengomposan berlangsung dapat dikategorikan yakni fase mesofilik dan termofilik. Fase mesofilik terjadi ketika suhu berkisar antara 23-45 ^{o}C, sedangkan jika berkisar antara 45-60 ^{o}C maka pengomposan berada pada fase termofilik. Didapatkan pengukuran suhu pada masing-masing reaktor sebagai berikut:



Gambar 4.2 Pengukuran Suhu Air Lindi

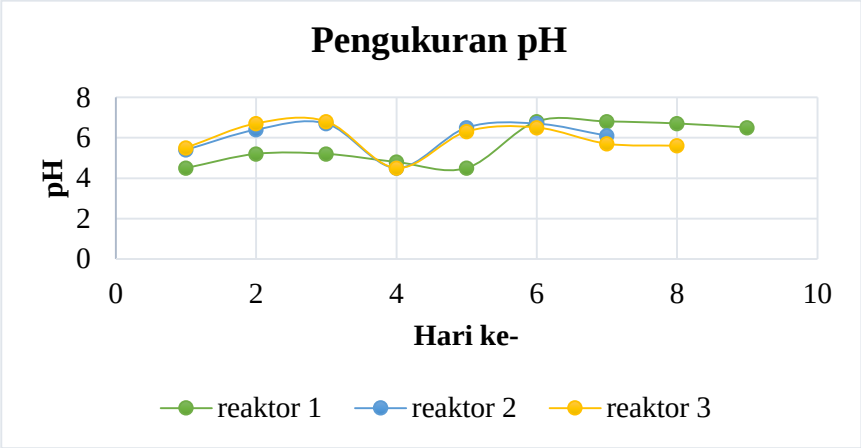
Berdasarkan hasil pengukuran pada saat proses pengomposan seperti pada gambar, reaktor satu, reaktor dua, dan reaktor 3 untuk suhu pupuk organik cair sama ketiga-tiganya yaitu suhunya sebesar 28 ^{o}C yang merupakan suhu pada hari pertama. Sedangkan pada hari ke tiga semua reaktor mengalami penurunan suhu yang dipengaruhi oleh suhu udara sekitar dan tidak adanya aktivitas bakteri pengomposan. untuk reaktor satu, kenaikan suhu terjadi dihari ke-4 sampai hari ke-9 tanpa ada penurunan tetapi stabil dengan suhu akhir yaitu

29 ºC. pada reaktor dua, kenaikan suhu terjadi dihari ke-5 sampai hari ke-8 tanpa ada penurunan suhu dengan suhu akhir yaitu 29 ºC. kemudian pada reaktor tiga, kenaikan suhu terjadi dihari ke-5 sampai hari ke-8 dengan suhu akhir yaitu 30 ºC. Berdasarkan data kenaikan suhu pada air lindi diketahui bahwa adanya aktivitas dari bakteri yang menghasilkan energi berupa panas dalam proses pengomposan pada masing-masing reaktor. Mikroorganisme yang berkembang merupakan jenis bakteri-bakteri mesofilik. Kondisi mesofilik lebih efektif dalam menguraikan sampah karena bakteri yang ada dalam proses pengomposan didominasi oleh protobakteri dan fungi (Pandebesie dan Rayuanti, 2012).

Proses pengomposan dimana terjadinya dekomposisi bahan organik oleh aktivitas mikroba dan maggot didalamnya terjadi ketika suhu mengalami kenaikan. Karena *baby-maggot* yang diletakkan berumu 5 sampai 7 hari maka proses *baby-maggot* memakan dan mendekomposisi *feedstock* belum optimal. Pada hari ke-4 dan ke-5 proses pengomposan terjadi karena aktivitas mikroba, proses pembusukan menghasilkan gas CO_2, gas ammonia dan panas, ketiga reaktor mengalami kenaikan suhu secara bertahap. Panas inilah yang menyebabkan kenaikan suhu. Lingkungan sekitar juga memiliki pengaruh terhadap suhu pupuk organik cair karena bentuknya yang merupakan cairan seperti ketika hujan suhu udara sekitar akan rendah dan ketika cerah dan terik maka suhu udara sekitar juga naik. Suhu rata-rata reaktor 1 yaitu 28,22 ºC; reaktor 2 yaitu 27,85 ºC; dan reaktor 3 yaitu 28,37 ºC.

1.2.3 pH

Rentang optimum pH yang baik untuk bakteri berkembang adalah 6-7,5 sedangkan untuk jamur berkisar antara 5,5–8 (Anindita, 2012). Meningkatnya pH menandakan aktivitas bakteri pembentuk nitrogen atau kondisi dimana asam dibentuk menjadi karbon dioksida oleh mikroba yang berada pada proses pengomposan tersebut. Karakteristik pupuk cair yang sudah matang memiliki pH yang mendekati netral 6.5-7. Diperoleh pengukuran pH pada masing-masing reaktor sebagai berikut:



Gambar 4.3 Pengukuran pH

Data yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pH pada saat awal pengomposan sampai hari ke-2 pengalami kenaikan, pada hari pertama pH reaktor 1 yaitu 4,5; reaktor 2 yaitu 5,4; dan reaktor 3 yaitu 5,5. Hari ke-2 terjadi kenaikan pH pada masing-masing reaktor yang menandakan aktivitas bakteri yang meningkat tetapi dihari ke-3 terjadi penurunan yang cukup signifikan terutama di reaktor 2 dan reaktor 3. Dihari ke-5 reaktor 2 dan reaktor 3 mengalami kenaikan pH menuju pH ke arah netral. Pada reaktor dua, pH rata-ratanya sudah sesuai dengan rentang pH optimum untuk bakteri berkembang. Sedangkan untuk reaktor satu dan reaktor tiga pH rata-ratanya belum sesuai. Pada awal proses fermentasi, pH POC akan menurun karena adanya aktivitas mikroba dalam merubah bahan organik menjadi asam-asam organik yang bersifat asam sehingga dapat menurunkan pH, seiring berjalannya waktu pH akan naik kembali karena munculnya mikroorganisme yang akan mengkonversikan asam organik yang telah terbentuk dan pH akan mendekati netral setelah pupuk matang (Sutanto, 2002).

1.2.4 Warna dan Bau

Perubahan warna dan bau pada air lindi sisa proses pengomposan sampah organik dengan maggot manandakan proses biologi dan kimia didalamnya. Warna menandakan proses pematangan pupuk sedangkan bau menandakan kandungan nitrogen didalam pupuk cair karena pupuk ini melepaskan gas karbon dioksida dan ammonia hasil proses pembusukan (pengomposan). Air lindi pada reaktor 1 berwarna sedikit kecoklatan dan sangat cair karna kandungan airnya banyak (sampah pasar), pada reaktor 2 warnanya sedikit putih dan agak kental karena kandungan airnya yang paling sedikit (sampah rumah tangga), sedangkan untuk reaktor 3 warnanya putih kekuningan karena campuran antara sampah pasar dan rumah tangga dan wujudnya semi-cair. Untuk bau di hari ke-1 belum ada bau menyengat dan khas dari pengomposan. Pada hari ke-5 mulai tercium aroma pembusukan dan warna dari air lindi mulai menggelap dengan wujudnya semakin kental karena kadar airnya semakin sedikit.

1.3 Hasil Pengomposan

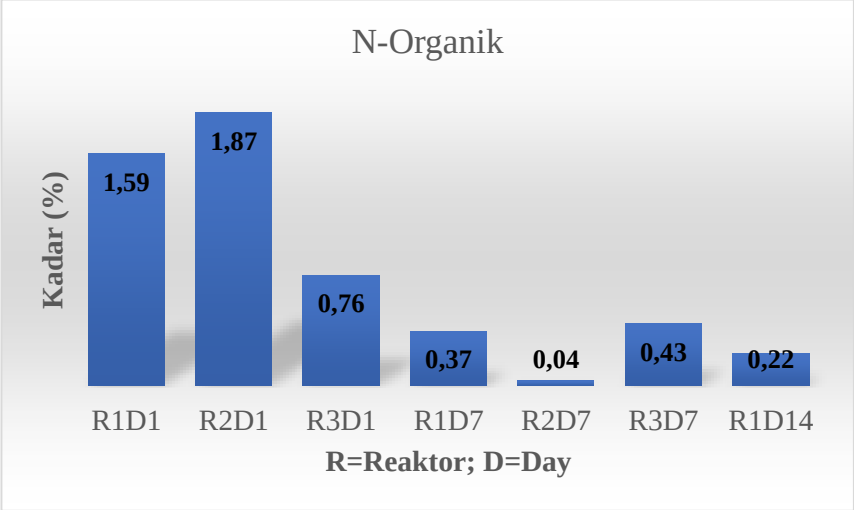
Pengomposan menggunakan metode reaktor aerob termodifikasi ini menghasilkan beberapa produk, diantaranya yaitu kompos padat, kompos cair dan maggot. Untuk penelitian ini lebih memfokuskan kepada pupuk organik cair hasil pengomposan.

1.4 Kualitas Pupuk Organik Cair

Berikut ini merupakan hasil analisis terkait kandungan yang ada didalam kompos cair sesuai dengan parameter yang diuji:

1.4.1 N-Organik

N-Organik merupakan salah satu parameter unsur makro pada kompos yang penting untuk tanaman. Analisis kandungan N-Organik didalam pupuk organik cair diperoleh data sebagai berikut:



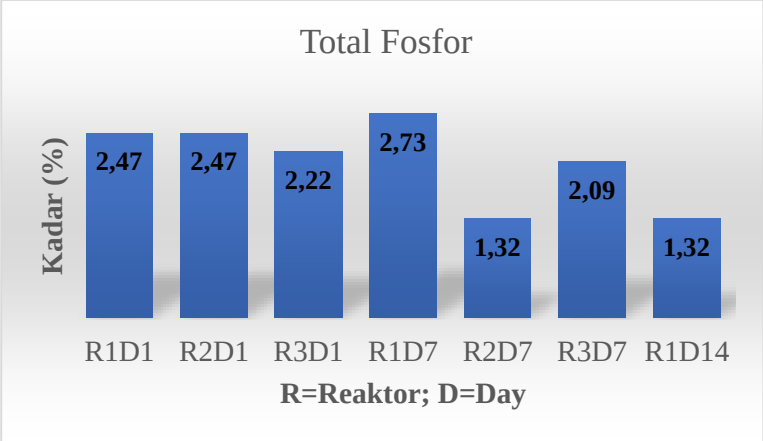
Gambar 4.4 Kadar N-Organik

Untuk kadar N-Organik paling besar terdapat pada reaktor 2 hari pertama dengan komposisi sampah yaitu sampah rumah tangga, sedangkan kadar N-Organik yang paling kecil terdapat pada reaktor 3 hari pertama. Pada hari pertama untuk semua reaktor memiliki kandungan N-Organik yang tinggi diatas standar mutu pupuk cair organik yaitu sebesar 0,5%. tetapi semakin lama, terjadi penurunan yang signifikan untuk kadar N-Organik pada masing-masing reaktor dikarenakan degradasi dan pembentukan nitrogen tidak optimal karena sampah sudah berkurang signifikan dan kondisi nutrisi dari *feedstock* antara hari pertama dengan hari selanjutnya yang sudah berbeda dimana sampah pada ruang pengomposan sudah banyak dimakan maggot dan juga sudah mengalami pembusukan atau pengomposan. Sampah yang banyak mengandung protein dan gula sebagai sebagai sumber energi memiliki nilai nitrogen yang tinggi karena protein akan dipecah menjadi asam amino, kemudian asam amino dipecah menjadi nitrat. Terdapat penelitian yang menyatakan rendahnya kandungan nitrogen dapat disebabkan terangkatnya zat nitrogen dalam bentuk gas nitrogen atau dalam bentuk gas amoniak yang terbentuk selama proses pengomposan dan selama pengemasan menjelang penganalisaan kandungan unsur hara (Capah, 2006). Tingginya protein dalam bahan organik dapat meningkatkan kandungan nitrogen pada pupuk organik

cair yang dihasilkan, karena nitrogen merupakan hasil dari perombakan metabolisme protein. (Zayed et all, 2014).

1.4.2 Total Fosfor

Fosfor merupakan salah satu parameter unsur makro pada kompos yang penting untuk tanaman. Untuk hasil analisis total fosfor didapatkan data sebagai berikut:



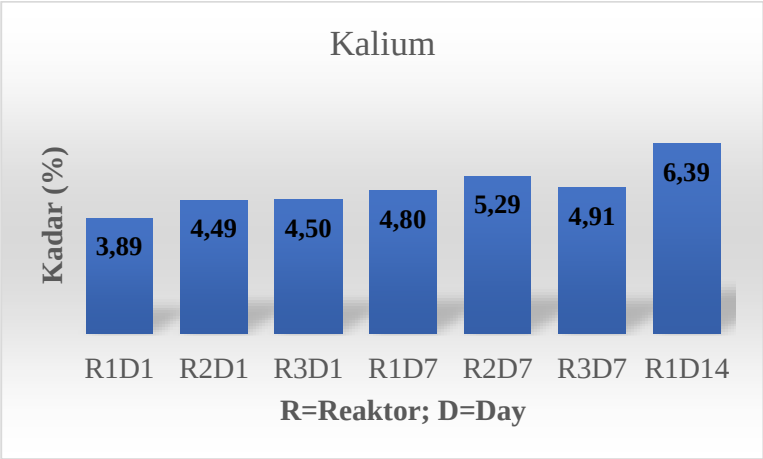
Gambar 4.5 Kadar Total Fosfor

Kadar total fosfor paling besar terdapat pada reaktor satu dihari ketujuh yang berisi sampah pasar berupa buah dan sayur hal ini dipengaruhi oleh lamanya proses fermentasi sehingga kandungan total fosfor mengalami peningkatan karena proses degradasi oleh bakteri. Sedangkan untuk kadar total fosfor paling kecil terdapat pada reaktor dua dihari ketujuh yang disebabkan kandungan nutrisi pada sampah rumah tangga yang ada didalam reaktor dua mengalami penurunan. Berdasarkan hasil analisis sampel juga diketahui bahwa kadar total fosfor pada setiap reaktor mengalami penurunan dari waktu ke waktu, hal ini sesuai dengan kondisi dari *feedstok* yang berbeda juga dari waktu ke waktu. Kandungan fosfor pada fermentasi aerob berbeda karena setiap limbah memiliki kandungan fosfor yang berbeda. Selain itu, bahwa kandungan fosfor dipengaruhi oleh keasaman larutan, dimana keasaman larutan akan

semakin meningkat seiring lamanya waktu fermentasi sampai batas tertentu. Kandungan fosfor dalam pupuk organik cair juga lebih tinggi karena aktivitas bakteri *proteolitik* mampu merombak protein menjadi asam amino. Penyebab kandungan phosphor (P) rendah pada fermentasi aerob karena proses pengomposan yang dilakukan bakteri yang ada pada larutan efektivitas mikroorganisme (EM4) berjalan dengan lambat disebabkan karena mikroorganisme lebih menyukai kondisi tanpa udara, sehingga mikroorganisme belum begitu berkembang, proses dekomposisi bahan organik berjalan dengan lambat dan kandungan fosfor yang dihasilkan juga rendah (Sulfianti. 2013).

1.4.3 Kalium

Kalium merupakan salah satu parameter unsur makro pada kompos yang penting untuk tanaman. Untuk kadar kalium pada setiap reaktor sebagai berikut:



Gambar 4.6 Kadar Kalium

Berdasarkan data yang diperoleh bahwa kadar kalium paling tinggi yaitu pada reaktor satu dihari keempat belas, sedangkan paling kecil yaitu pada reaktor 1 dihari kesatu. Untuk parameter kalium sangat berbeda dengan parameter lainnya, dimana semakin lama proses pengomposan justru kadar

kaliumnya semakin tinggi, yang menandakan bahwa semakin banyak kalium yang dihasilkan. Unsur kalium dalam senyawa kalium dioksida yang digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan substrat sebagai katalisator, akan mempengaruhi keberadaan bakteri dan aktivitasnya dalam proses fermentasi. Perbedaan kadar ini selain dipengaruhi oleh jenis bahan baku (sampah) untuk fermentasi juga karena perbedaan kecepatan mikroorganisme dalam mengurai bahan organik saat fermentasi. Kalium digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan substrat sebagai katalisator, kehadiran bakteri dengan segala aktivitasnya sangat berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium. Kalium diikat dan disimpan dalam sel oleh bakteri dan jamur, jika didegradasi kembali maka kalium akan menjadi tersedia kembali. Perbedaan kandungan kalium disebabkan oleh perbedaan kecepatan mikroorganisme dalam mengurai bahan organik saat fermentasi (Mulyadi, 2013).

Perbedaan konsentrasi bahan pembuatan pupuk cair juga berpengaruh terhadap kadar kalium yang dihasilkan. Apabila fermentasi berjalan dengan cepat, maka bahan yang dirombak semakin banyak dan kadar kalium dalam pupuk cair dapat meningkat.

1.4.4 Total Coliform

Total Coliform merupakan salah satu parameter biologi pada kompos cair yang menandakan adanya bakteri pengomposan didalam pupuk organik cair. Untuk hasil analisis sampel air lindi dari reaktor aerob termodifikasi, diperoleh hasil sebagai berikut ini:

Tabel 4.1 Analisa Kandungan Total Coliform Dalam Air Lindi Hari Pertama

Tahap Pendugaan Tabung Reaksi Positif					
Kode	Volume				
	10 ml	1 ml	0,1 ml	0,01 ml	0,001 ml
R1D1	5	4	4	2	1
R2D1	5	5	4	5	4
R3D1	2	4	2	2	0

Tahap Penegasan Tabung Reaksi Positif					
Kode	Volume				
	10 ml	1 ml	0,1 ml	0,01 ml	0,001 ml
R1D1	1	2	0	0	0
R2D1	0	0	0	0	0
R3D1	0	0	0	0	0

Pengecekan T Coliform		
Kode	Nilai	Satuan
R1D1	< 2	MPN index/100ml
R2D1	6	MPN index/100ml
R3D1	< 2	MPN index/100ml

Tabel 4.2 Analisa Kandungan Total Coliform Dalam Air Lindi Hari Ketujuh

Tahap Pendugaan Tabung Reaksi Positif					
Kode	Volume				
	10 ml	1 ml	0,1 ml	0,01 ml	0,001 ml
R1D7	5	5	5	5	5
R2D7	5	5	0	0	0
R3D7	5	5	5	5	5
Tahap Penegasan Tabung Reaksi Positif					
Kode	Volume				
	10 ml	1 ml	0,1 ml	0,01 ml	0,001 ml
R1D7	3	2	4	1	2
R2D7	0	0	0	0	0
R3D7	3	4	3	2	2

Pengecekan T Coliform		
Kode	Nilai	Satuan
R1D7	20	MPN index/100ml
R2D7	< 2	MPN index/100ml
R3D7	24	MPN index/100ml

Berdasarkan hasil analisis laboratorium untuk pengecekan bakteri atau mikroorganisme didalam air lindi, untuk hari pertama pada reaktor satu dan tiga kandungan bakteri didalam air lindi sangat sedikit sekali, sedangkan untuk reaktor dua memiliki bakteri walaupun nilainya kecil, hal ini dipengaruhi oleh

jenis sampahnya yang berupa sampah rumah tangga dan sisa makanan untuk reaktor dua, sehingga lebih banyak bakteri yang sudah berada didalam sampah tersebut. Berbeda dengan sampah sayur dan buah yang busuk lebih banyak karena faktor oksidasi dan pengaruh lingkungan terhadap tahap awal pembusukan, barulah kemudian diikuti oleh bakteri atau mikroba yang mempercepat proses tersebut. Hal tersebut sesuai dengan hasil yang diperoleh pada analisis sampel untuk reaktor di hari ke tujuh, diperoleh bahwa kadar total coliform pada rektor tiga yang paling tinggi dengan jenis sampah campuran antara rumah tangga dan sampah pasar, selanjutnya reaktor satu dengan jenis sampah buah dan sayur. Sedangkan untuk reaktor dua kandungan total coliform menurun drastis, dikarenakan tidak adanya bahan baku atau *feedstok* yang dalam kondisi optimal seperti hari pertama.

Bahan dengan kandungan nutrisi tinggi, seperti limbah pertanian atau kotoran hewan cenderung mendukung pertumbuhan bakteri yang lebih baik. Kemudian metode fermentasi anaerob menghasilkan kandungan bakteri yang lebih tinggi dibandingkan dengan fermentasi secara aerob, ditambah apabila menggunakan starter seperti mikroorganisme lokal (MOL) yang dapat meningkatkan populasi bakteri dalam pupuk organik cair (Dimiati, 2017).

1.4.5 Hasil Analisis Air Lindi dengan Mutu Standar Pupuk Organik Cair

Berdasarkan hasil analisis air lindi yang diperoleh yaitu parameter N-Organik, Total Fosfor, Kalium dan total Coliform dan dikaitkan dengan mutu standar pupuk organik cair dari Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019, maka diperoleh data seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 4.3 Hasil Analisis dengan Mutu Standar Pupuk Organik

Kode	Hasil Analisis Laboratorium	Satuan	Mutu Standar	Keterangan
N-Organik				
R1D1	1,59	%	0.5	nilai mencukupi
R2D1	1,87	%	0.5	nilai mencukupi
R3D1	0,76	%	0.5	nilai mencukupi
R1D7	0,37	%	0.5	tidak mencukupi
R2D7	0,04	%	0.5	tidak mencukupi
R3D7	0,43	%	0.5	tidak mencukupi
R1D14	0,22	%	0.5	tidak mencukupi
Total Fosfor (P_2O_5)				
R1D1	2,47	%	2 -6	nilai mencukupi
R2D1	2,47	%	2 -6	nilai mencukupi
R3D1	2,22	%	2 -6	nilai mencukupi
R1D7	2,73	%	2 -6	nilai mencukupi
R2D7	1,32	%	2 -6	tidak mencukupi
R3D7	2,09	%	2 -6	nilai mencukupi
R1D14	1,32	%	2 -6	tidak mencukupi
Kalium (K_2O)				
R1D1	3,89	%	2 -6	nilai mencukupi
R2D1	4,49	%	2 -6	nilai mencukupi
R3D1	4,50	%	2 -6	nilai mencukupi
R1D7	4,80	%	2 -6	nilai mencukupi
R2D7	5,29	%	2 -6	nilai mencukupi
R3D7	4,91	%	2 -6	nilai mencukupi
R1D14	6,39	%	2 -6	nilai mencukupi
Total Coliform				
R1D1	< 2	MPN index/100ml	e coli dan salmonella sp	belum dapat dikonfirmasi karena untuk parameter biologi spesifik kepada e coli dan salmonella sp
R2D1	6	MPN index/100ml	e coli dan salmonella sp	
R3D1	< 2	MPN index/100ml	e coli dan salmonella sp	
R1D7	20	MPN index/100ml	e coli dan salmonella sp	
R2D7	< 2	MPN index/100ml	e coli dan salmonella sp	
R3D7	24	MPN index/100ml	e coli dan salmonella sp	

Parameter yang belum sesuai mutu standar yaitu kadar N-Organik dan kadar P, sedangkan untuk kadar K didapatkan bahwa seluruh sampel telah sesuai dengan standar mutu. Untuk total Coliform diperlukan pengujian penentuan kadar bakteri E Coli maupun bakteri Salmonella sp. Berdasarkan kadar unsur hara yaitu N-Oranik, total Fosfor, Kalium dan juga total Coliform kemudian berdasarkan karakteristik air lindi yang dihasilkan berupa kadar air (volume), kematangan pupuk (warna coklat), dan kondisi pH diperoleh kesimpulan bahwa bahwa kualitas pupuk organik cair paling bagus dihasilkan oleh reaktor 1 yang terdiri dari sampah pasar berupa buah dan sayur, kemudian yang kedua yaitu sampah campuran rumah tangga dan pasar yang ada pada reaktor 3. Untuk reaktor 2 dengan jenis sampah rumah tangga sangat cocok untuk mendapatkan kadar nitrogen karena kandungan protein dan gulanya tinggi dibandingkan reaktor 1 dan reaktor 3, tetapi untuk parameter total fosfor dan kalium kurang sesuai.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil analisis air lindi hasil pengomposan reaktor aerob termodifikasi untuk pengolahan sampah organik dengan maggot sebagai pupuk organik cair (POC) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Reaktor 1 dengan jenis sampah organik pasar merupakan reaktor yang menghasilkan volume air lindi paling besar yaitu 2.604 ml, reaktor 2 merupakan reaktor yang menghasilkan air lindi paling kecil dengan jenis sampah organik rumah tangga menghasilkan volume air lindi sebesar 769 ml, sedangkan reaktor 3 dengan jenis sampah organik sampah campuran pasar dan sampah rumah tangga menghasilkan volume air lindi sebesar 1047 ml.
2. Pada reaktor 1 diperoleh nilai pengukuran suhu rata-rata sebesar 28,22 ^{0}C; rata-rata pH sebesar 5,67; kadar N-Organik sebesar (1,59%; 0,37%; dan 0,22%); kadar P sebesar (2,47%; 2,73%; dan 1,32%); kadar K sebesar (3,89%; 4,80%; dan 6,39%); dan kadar total Coliform sebesar (<2 MPN index/100 ml; dan 20 MPN index/100 ml).
3. Pada reaktor 2 diperoleh nilai pengukuran suhu rata-rata sebesar 27,86 ^{0}C; rata-rata pH sebesar 6,04; kadar N-Organik sebesar (1,87%; dan 0,04%); kadar P sebesar (2,47%; dan 1,32%); kadar K sebesar (4,49%; dan 5,29%); dan kadar total Coliform sebesar (6 MPN index/100 ml; dan <2 MPN index/100 ml).
4. Pada reaktor 3 diperoleh nilai pengukuran suhu rata-rata sebesar 28,38 ^{0}C; rata-rata pH sebesar 5,95; kadar N-Organik sebesar (0,76%; dan 0,0,43%); kadar P sebesar (2,22%; dan 2,09%); kadar K sebesar (4,50%; dan 4,91%); dan kadar total Coliform sebesar (<2 MPN index/100 ml; dan 24 MPN index/100 ml).
5. Kompos organik cair pada reaktor 1 dengan jenis sampah berupa sampah pasar paling baik kualitasnya dilihat dari kadar N-Organik, Total Fosfor, Kalium, dan Total Coliform.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, ada beberapa masukan dari peneliti untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Perlunya penambahan *feedstock* sebagai bahan utama pupuk organik cair sekaligus bahan makanan yang disesuaikan dengan kondisi maggot (umur dan pola makan), kemudian perlunya pengomposan yang lebih lama untuk mendapatkan data yang lebih lengkap.
2. Penambahan *bioaktivator* seperti EM4 mampu menaikkan jumlah bakteri yang terlibat didalam proses pengomposan, sehingga pengomposan yang terjadi lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Anindita, F. (2012). **Pengomposan dengan Menggunakan Metode In Vessel System untuk sampah UPS kota Depok**. Tugas Akhir. Universitas Indonesia.

American public health association. (1999). **Metode Standar APA**.

Budihardjo, M. A. (2006). **Studi Potensi Pengomposan Sampah Kota sebagai Salah Satu ALternatif Pengelolaan Sampah di TPA dengan Menggunakan Aktivator EM4 (Effective Microorganism).** 1. 25-31.

Capah, Richard L. (2006). **Kandungan Nitrogen dan Fosfor Pupuk Organik Cair Dari Sludge Instalasi Gas Bio dengan Penambahan Tepung Tulang Ayam dan Tepung Darah Sapi**. Tugas Akhir. Institute Pertanian Bogor.

Cara Uji Kalium (K) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-Nyala. (2009). **SNI 6989.69**.

Cara Uji Kadar Nitrogen Organik Secara Makro Kjeldahl dan Titrasi. (2005). **SNI 06-6989.52**.

Cara Uji Kadar Ortofosfat dan Total Fosfor Menggunakan Spektrofotometer Dengan Reduksi Asam Askorbat. (2021). **SNI 6989-31**.

Devita, dkk. (2022). **Pengelolaan Sampah Organik dan Anorganik**. Penerbit: PT Global Eksekutif Teknologi. Sumatera Barat.

Dewantari, U., Sulastri, A., & Apriani, I. (2023). **Pembuatan Kompos Dengan Menggunakan Aktivator Mikroorganisme Lokal**. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. **1**. 11. 8–15.

Diener, S., Zurbrügg,C., Gutiérrez, F.R., Nguyen, D.H., Morel, A., Koottatep, T., and Tockner, K. (2011). **Black Soldier Fly Larvae for Organic Waste Treatment-Prospects and Constraints**. *Proceedings of the WasteSafe 2011-2nd International Conference on Solid Waste Management in the Developing Countries*. 52. 1-8.

Dimiati, Dania dan Hadi, W. (2017). **Uji Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Lindi dengan Penambahan Bakteri Starter Terhadap Pertumbuhan Tanaman Hortikultura (Solanum Melongena dan Capsicum Frutescens)**. *Jurnal Teknik*. **6**. 2.

Direktorat Penanganan Sampah. (2023). **Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional**. Jakarta.

Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian. (2019). **Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah**. Jakarta.

Handayani, S.H., Yunus, A., & Susilowati, A. (2015). **Uji Kualitas Pupuk Organik Cair dari Berbagai Macam Mikroorganisme Lokal (MOL)**. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. Universitas Negeri Semarang, Semarang.

Handayani, Fitroh N. (2017). **Kandungan Nitrogen Dan Kalium Pada Pupuk Organik Cair Kombinasi Kulit Pisang dan Daun Lamtoro dengan Variasi Penambahan Jerami Padi**. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Kim, W., Bae,S., Park, K., Lee,S., Choi, Y., Han, S., and Koh, Y(2011). **Biochemical Characterization of Digestive Enzymes in the Black Soldier Fly, Hermetia illucens (Diptera: Stratiomyidae)**. *Jurnal of Asia-Pasific Entomology*. **1**. 14. 11- 14

Laily, N. (2019). **Uji Kualitas-Kuantitas Hasil Pengomposan Reaktor Aerob Termodifikasi Dari Sampah Sayur Dan Sisa Makanan**. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.

Mulyadi, Yovina. (2013). **Studi Penambahan Air Kelapa pada Air Kelapa pada Pembuatan Pupuk Cair Limbah Ikan terhadap Kandungan Hara Makro C, N, P, dan K**. Tugas Akhir. Universitas Diponegoro.

Rahardiyan B dan Murdeani, D. A. (2006). **Sikap Masyarakat Terhadap Pemilahan Sampah Berbasis Pengumpulan Terjadwal**. *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan*. **2**. 2. 18-26.

Pandebesie, E.S., Rayuanti, D. (2013). **Pengaruh Penambahan Sekam Pada Proses Pengomposan Sampah Domestik**. *Jurnal Lingkungan Tropis*. **1**. 6. 31 – 40.

Siagian, S. W., Yuriandala, Y., & Maziya, F. B. (2021). **Analisis Suhu, pH dan Kuantitas Kompos Hasil Pengomposan Reaktor Aerob Termodifikasi dari Sampah Sisa Makanan dan Sampah Buah**. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*. **2**.13. 166–176.

Steven, K. (2021). **Maggot dan NPK Anorganik Pada Budidaya Tanaman Bayam (*Amaranthus Hybridus L*) The Effect Of Maggot Organic Fertilizer and Inorganic NPK On Spinach (*Amaranthus Hybridus L*) Cultiva Tion In Ultisol**. Program Studi Agroekoteknologi.

Sulfianti. (2013). **Analisis NPK Pupuk Organik Cair dari Berbagai Jenis Air Cucian Beras Dengan Metode Fermentasi yang Berbeda**. *Jurnal Agro Teknologi*. **11**. 1.

Sutanto, R. (2002). **Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan**. Yogyakarta: Kanisius.

Suwirmen, S., Noli, Z. A., Rahayu, R., & Yuda, Y. P. (2022). **Pengaruh Air Lindi Sisa Pakan Maggot (*Hermetia illucens*) terhadap Pertumbuhan Sawi Pagoda (*Brassica rapa var. narinosa L*) dengan Sistem Hidroponik**. *Agricultural Journal*. **2**. 5. 240–250.

Tanti, N., Nurjannah, N., & Kalla, R. (2020). **Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Cara Aerob**. *Jurnal Teknologi*. **2**. 14. 2053–2058.

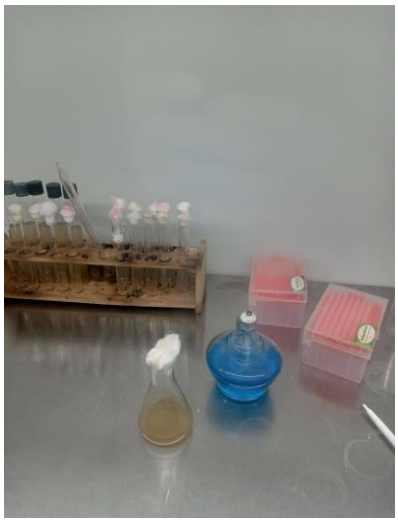
Yu, G., Cheng, P., Chen, Y., Li, Y., Yang,, Z., Chen, Y., and Tomberlin, J. (2011). **Inoculating Poultry Manure with Companion Bacteria Influences Growth and Development of Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) Larvae**. *Environmental Entomology*. **1**. 40.30–35

Yuwono, A dan Mentari, P. (2018). **Penggunaan Larva (Maggot) Black Soldier Fly (BSF) dalam Pengolahan Limbah Organik**. ISBN: 978-979-8275-57-9. Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Pengujian Sampel di Laboratorium

1. Proses Pendugaan Coliform





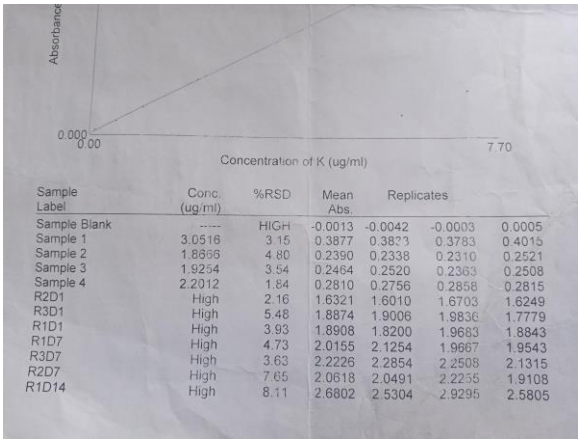
2. Proses Destruksi



3. Proses Destilasi



4. Pembacaan Alat Spektrofotometer dan AAS



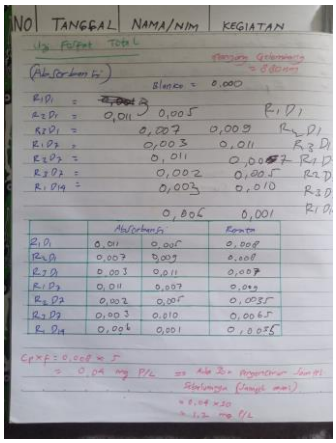
Absorbance

0.000

0.00 7.70

Concentration of K (ug/ml)

Sample Label	Conc. (ug/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates		
Sample Blank	-----	HIGH	-0.0013	-0.0042	-0.0003	0.0005
Sample 1	3.0516	3.15	0.3877	0.3823	0.3783	0.4015
Sample 2	1.8666	4.80	0.2390	0.2338	0.2310	0.2521
Sample 3	1.9254	3.54	0.2464	0.2520	0.2363	0.2508
Sample 4	2.2012	1.84	0.2810	0.2756	0.2858	0.2815
R2D1	High	2.16	1.6321	1.6010	1.6703	1.6249
R3D1	High	5.48	1.8874	1.9006	1.9836	1.7779
R1D1	High	3.93	1.8908	1.8200	1.9683	1.8843
R1D7	High	4.73	2.0155	2.1254	1.9667	1.9543
R3D7	High	3.63	2.2226	2.2854	2.2508	2.1315
R2D7	High	7.65	2.0618	2.0491	2.2255	1.9108
R1D14	High	8.11	2.6802	2.5304	2.9295	2.5805



NO | TANGGAL | NAMA/NIM | KEGIATAN

Lampiran 2: Pengukuran Parameter Volume, Suhu, dan pH

1. Volume Pupuk Organik Cair

Hari ke-	Volume pupuk Cair (ml)		
	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3
0	-	-	-
1	562	391	409
2	359	208	104
3	424	44	60
4	384	10	188
5	248	2	70
6	308	-	166
7	180	114	16
8	76	-	34
9	62	-	-
10	0,3	-	0,1
11	-	-	-
12	-	-	-
13	-	-	-
14	1,05	-	-
Total	**2604**	**769**	**1047**
Rata-rata	**289**	**110**	**131**

2. Suhu Pupuk Organik Cair

Hari ke-	Suhu		
	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3
0	-	-	-
1	28	28	28
2	28	28	28
3	27	27	27
4	28	27	27
5	28	28	29
6	28	28	29
7	29	29	29
8	29	-	30
9	29	-	-
Rata-rata	**28,22**	**27,86**	**28,38**

3. pH Pupuk Organik Cair

Hari ke-	pH		
	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3
0	-	-	-
1	4,5	5,4	5,5
2	5,2	6,4	6,7
3	5,2	6,7	6,8
4	4,8	4,5	4,5
5	4,5	6,5	6,3
6	6,8	6,7	6,5
7	6,8	6,1	5,7
8	6,7		5,6
9	6,5		
Rata-rata	5,67	6,04	5,95

Lampiran 3: Analisis Kadar N-Organik, Total Fosfor, Kalium dan, Total Coliform pada Sampel

1. Kadar N-Organik

Titrasi	
Kode	**Volume (ml)**
Blanko	1,09
R1D1	1,95
R2D1	2,1
R3D1	1,5
R1D7	1,29
R2D7	1,11
R3D7	1,32
R1D14	1,21

Kadar Ammonia			
Kode	**N H_2SO_4**	**V**	**C (mg -N/L)**
R1D1	0,02	100	2,408
R2D1	0,02	100	2,828
R3D1	0,02	100	1,148
R1D7	0,02	100	0,56
R2D7	0,02	100	0,056
R3D7	0,02	100	0,644
R1D14	0,02	100	0,336

Kadar N-Organik				
Kode	**Vd**	**Vc**	**fp**	**mg/L**
R1D1	100	100	2	4,816
R2D1	100	100	2	5,656
R3D1	100	100	2	2,296
R1D7	100	100	2	1,12
R2D7	100	100	2	0,112
R3D7	100	100	2	1,288
R1D14	100	100	2	0,672

Kadar Total N-Organik (mg/L)		
Kode	**Faktor Pengenceran 33X**	**Persen (%)**
R1D1	158,928	1,59
R2D1	186,648	1,87
R3D1	75,768	0,76
R1D7	36,96	0,37
R2D7	3,696	0,04
R3D7	42,504	0,43
R1D14	22,176	0,22

2. Kadar Total Fosfor

Kode	Abs		Rerata	Kadar Total fosfor (mg/L)			
	I	II		Abs Sebelum Pengenceran 30X	Faktor Pengenceran 30X	fp	Persen (%)
R1D1	0,011	0,005	0,008	0,016	0,495	5	2,47
R2D1	0,007	0,009	0,008	0,016	0,495	5	2,47
R3D1	0,003	0,011	0,007	0,015	0,443	5	2,22
R1D7	0,011	0,007	0,009	0,018	0,546	5	2,73
R2D7	0,002	0,005	0,0035	0,009	0,264	5	1,32
R3D7	0,003	0,010	0,0065	0,014	0,418	5	2,09
R1D14	0,006	0,001	0,0035	0,009	0,264	5	1,32

3. Kadar Kalium

Kandungan Kalium KOC		
Sampel Label	Conc (ug/ml)	Mean Abs
R1D1	high	1,6321
R2D1	high	1,8874
R3D1	high	1,8908
R1D7	high	2,0155
R2D7	high	2,2226
R3D7	high	2,0618
R1D14	high	2,6802

Kadar Kalium				
Kode	Abs Sebelum Pengenceran 30X	Faktor Pengenceran 30X	fp	Persen (%)
R1D1	12,951	388,54	10	3,885
R2D1	14,982	449,45	10	4,495
R3D1	15,009	450,26	10	4,503
R1D7	16,000	480,01	10	4,800
R2D7	17,647	529,42	10	5,294
R3D7	16,369	491,06	10	4,911
R1D14	21,286	638,59	10	6,386