

**PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR (*SLUDGE*) INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PT. SUPRAMA SIDOARJO
SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN PUPUK KOMPOS**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun oleh:

**RAMADHANIA PUTRI EKA AGUSITIN
(H05219013)**

Dosen Pembimbing:

ABDUL HAKIM, M.T

Ir. SHINFI WAZNA AUVARIA, M.T

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Ramadhania Putri Eka Agustin
Nim : H05219013
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR (*SLUDGE*) INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PT. SUPRAMA SIDOARJO SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN PUPUK KOMPOS" Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan tindakan plagiat maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 13 Juli 2023

Yang Menyatakan


NIM. H05219013
(Ramadhania Putri Eka Agustin)
NIM. H05219013

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh,

Nama : Ramadhania Putri Eka Agustin

NIM : H05219013

Judul : "PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR (SLUDGE)
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PT.
SUPRAMA SIDOARJO SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN PUPUK
KOMPOS"

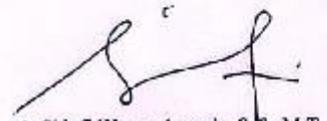
Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, Juli 2023

Dosen Pembimbing I


Abdul Hakim, S.T., M.T.
NIP. 198008052014031002

Dosen Pembimbing II


Ir. Shinni Wazna Auvaria, S.T., M.T.
NIP. 198603282015031001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir oleh,

Nama : Ramadhania Putri Eka Agsutin
NIM : H05219013
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Limbah Lumpur (sludge) Instalasi
Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. SUPRAMA
Sidoarjo Sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Kompos

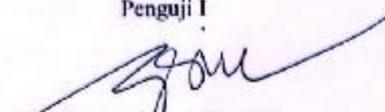
Telah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi

Di Surabaya, Juli 2023

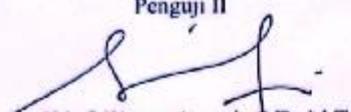
Mengesahkan,

Dewan Penguji,

Penguji I


Abdul Hakim, S.T., M.T
NIP. 198008062014031002

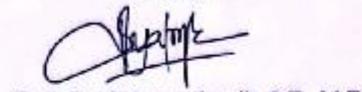
Penguji II


Ir. Shifni Wazna Auvaria S.T., M.T
NIP. 198603282015032001

Penguji III


Ir. Teguh Taruna Utama, S.T., M.T
NIP. 201603319

Penguji IV


Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T
NIP. 198503222014032003

Mengetahui,


Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya
Cherries Setiowati Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : RAMADHANIA PUTRI EKA AGUSTIN
NIM : H05219015
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : ramadhaniaaputri@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:
 Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul:

**PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR (SLUDGE) INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH (IPAL) PT. SUPRAMA SIDOARJO SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN
PUPUK KOMPOS**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyiripar, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 14 Juli 2023

Penulis

(Ramadhania Putri Eka Agustin)

ABSTRAK

PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR (*SLUDGE*) INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PT. SUPRAMA SIDOARJO SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN PUPUK KOMPOS

PT. SUPRAMA merupakan salah satu industri yang berkecimpung dalam bidang pembuatan mie yang menghasilkan limbah semi padat sludge. Hasil samping IPAL berupa lumpur yang belum dikelola dengan baik. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu mengetahui karakteristik lumpur sludge pada unit tangki aerasi dan sedimentasi IPAL PT. SUPRAMA, mengetahui kualitas kompos dari pemanfaatan lumpur sludge IPAL PT. SUPRAMA untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk kompos dengan menggunakan metode Takakura, untuk mengetahui karakteristik kompos yang dihasilkan yang dihasilkan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan peneliti (suhu, pH, kadar air, c-organik, nitrogen, rasion C/N, fosfor, dan kalium) serta mengetahui tingkat keefektifan variasi hasil kompos untuk menghasilkan pupuk kompos yang sesuai dengan baku mutu SNI 19-7030-2004. Penelitian ini menggunakan metode true experimental design dengan menggunakan bentuk desain posttest-only control design selama 28 hari dengan menambahkan aktivator EM₄, dan starter kotoran sapi. Penelitian ini terdiri dari 4 perlakuan yaitu K₁, K₂, K₃, dan K₄ untuk proses pengomposan. Komposisi dari tiap perlakuan yaitu K₁ (600g Lumpur), K₂ (300g lumpur : 150g serbuk gergaji : 150g kotoran sapi), K₃ (300g lumpur : 300g serbuk gergaji + 0,6 ml EM₄) dan K₄ (300g lumpur : 150g serbuk gergaji : 150g kotoran sapi 0,6 ml EM₄). Analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu deskriptif dengan menyajikan tabel, grafik serta narasi. Karakteristik kompos yang dihasilkan pada penelitian ini sudah sesuai dengan baku mutu berdasarkan SNI 19-7030-2004, sedangkan tingkat keefektifan yaitu terdapat pada variasi kompos K₄ yaitu dengan menghasilkan nilai suhu 29,8°C, pH 7,2, kadar Air 43,27%, C-Organik 15,05%, nitrogen 0,77%, Rasio C/N 19,5%, fosfor (P₂O₅) total 2,36%, dan kalium (K₂O) 2,36%.

Kata Kunci: Lumpur (*sludge*) IPAL, Kotoran Sapi dan EM₄, pengomposan.

ABSTRACT

UTILIZATION OF WASTE MUD (*SLUDGE*) IPAL PT. SUPRAMA SIDOARJO AS A MATERIAL FOR COMPOST FERTILIZER

PT. SUPRAMA is one of the industries engaged in the manufacture of noodles, which produces semi-solid waste sludge. The by-product of WWTP is sludge that has not been managed properly. This study aims to determine the characteristics of the sludge in the aeration and sedimentation tank units of WWTP PT. SUPRAMA, to determine the quality of compost from the utilization of sludge from the WWTP noodles industry to be used as raw material for making compost using the Takakura method, and to determine the characteristics of the resulting compost, which is produced according to parameters determined by researchers (temperature, pH, moisture content, c-organic, nitrogen, C/N ratio, phosphorus, and potassium), as well as knowing the level of effectiveness of variations in compost yields to produce compost that complies with SNI 19-7030-2004 quality standards. This study used a true experimental design method using a posttest-only control design for 28 days by adding EM4 activator, and cow dung starter. This study consisted of 4 treatments, namely K₁, K₂, K₃, dan K₄ for the composting process. The composition of each treatment was K₁ (600 g *sludges*), K₂ (300 g *sludges*: 150 grams sawdust : 150 cow dung), K₃ (300 g *sludges* : 300 grams sawdust + 0.6 ml EM4), and K₄ (300 g *sludges*: 150 grams of sawdust: 150 cow dung + 0.6 ml EM4). The data analysis used in this research is descriptive by presenting tables, graphs, and narratives. The characteristics of the compost produced in this study are in accordance with the quality standards based on SNI 19-7030-2004, while the level of effectiveness is found in the K₄ compost variation, namely by producing a temperature value of 29.8°C, pH 7.2, water content of 43.27 %, 15.05% C-Organic, 0.77% nitrogen, 19.5% C/N ratio, 2.36% total phosphorus (P₂O₅), and 2.36% potassium (K₂O).

Keywords: WWTP sludge, cow manure and EM4, composting.

DAFTAR ISI

COVER	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR RUMUS	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Limbah	7
2.1.1 Limbah Domestik	7
2.1.2 Limbah Non Domestik.....	7
2.2 Lumpur (<i>sludge</i>)	8
2.2.1 Karakteristik Lumpur.....	8
2.3 <i>Bulking Agent</i>	9

2.4 Kotoran Sapi	10
2.5 Aktivator	11
2.6 Kompos dan Pengomposan.....	13
2.6.1 Definisi Kompos dan Pengomposan	13
2.6.2 Manfaat Kompos	14
2.6.3 Prinsip Pengomposan	15
2.6.4 Persyaratan Kompos.....	17
2.6.5 Pengaruh Unsur Hara Kompos Bagi Tanaman	18
2.6.4 Metode Pengomposan	19
2.7 Integrasi Keislaman	20
2.8 Penelitian terdahulu	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Jenis Penelitian	27
3.2 Lokasi Penelitian	27
3.3 Waktu Penelitian.....	29
3.4 Tahapan Penelitian.....	29
3.4.1 Kerangka Pikir Penelitian	29
3.4.2 Tahapan penelitian	31
3.5 Tahap Persiapan.....	33
3.5.1 Identifikasi Permasalahan	33
3.5.2 Studi Literatur	34
3.6 Pengumpulan Data.....	34
3.6.1 Data Primer	34
3.6.2 Data Sekunder	35
3.7 Variabel Penelitian.....	35
3.8 Alat dan Bahan penelitian.....	36
3.9 Pelaksanaan Penelitian.....	37
3.10 Analisis Data.....	48

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Gambaran Umum Instansi	50
4.1.1 Sejarah Umum	50
4.1.2 Lokasi Instansi	51
4.1.3 Visi dan Misi Instansi	51
4.2 Hasil Karakteristik Limbah sludge pada unit tangki aerasi dan sedimentasi IPAL PT. SUPRAMA	52
4.2.1 Persiapan Lumpur <i>sludge</i>	52
4.2.2 Analisis Karakteristik Lumpur (<i>Sludge</i>).....	55
4.3 Proses Pengomposan	58
4.3.1 Aktivasi Aktivator EM ₄	58
4.3.2 Pembuatan Pupuk kompos.....	59
4.3.3 Desain Reaktor Kompos Metode Takakura dengan Pemanfaatan Lumpur IPAL.....	62
4.4 Hasil Pengujian Parameter Kompos	64
4.4.1 Analisis Parameter Fisik Kualitas Kompos dengan Pemanfaatan Limbah Lumpur <i>sludge</i>	64
4.4.2 Analisis Parameter Kimia Kualitas Kompos dengan Pemanfaatan Limbah Lumpur (<i>sludge</i>).....	69
4.5 Hasil Efektifitas Kompos dengan Pemanfaatan Lumpur (<i>sludge</i>)	90
BAB V PENUTUP.....	94
5.1 Kesimpulan.....	94
5.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN I PERHITUNGAN DOSIS PENAMBAHAN EM ₄	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN II HASIL DAN DATA UJI LABORATORIUM	Error! Bookmark not defined.

LAMPIRAN III DESAIN REAKTOR DAN VARIASI KOMPOS **Error!**
Bookmark not defined.

LAMPIRAN IV DOKUMENTASI KEGIATAN **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN V HASIL UJI LABORATORIUM..... **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN VI SNI 19-7030-2004 TENTANG SPESIFIKASI KOMPOS
.....**Error! Bookmark not defined.**

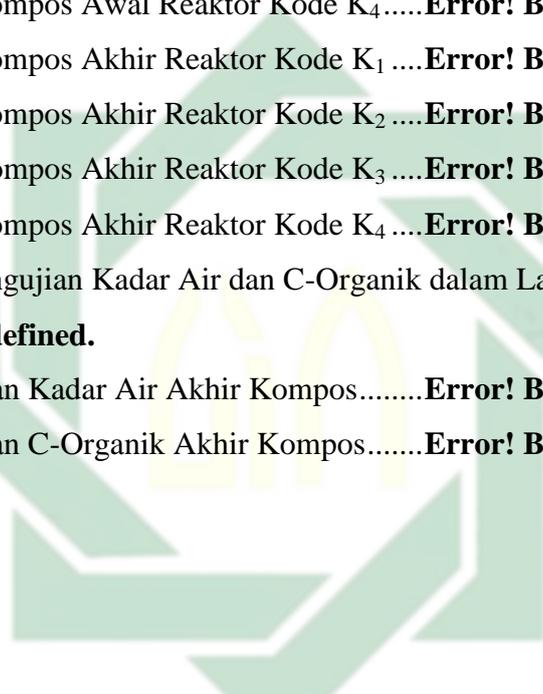


UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Lokasi Sampling	28
Gambar 3. 2 Kerangka Pikir Penelitian	30
Gambar 3. 3 Diagram Alir Tahapan Penelitian <i>Sumber : Hasil analisa, 2023</i> ...	33
Gambar 4. 1 Proses Pengambilan lumpur IPAL PT. SUPRAMA	53
Gambar 4. 2 Proses Pengendapan Lumpur IPAL PT. SUPRAMA.....	53
Gambar 4. 3 Desain Reaktor Pengomposan Metode Takakura.....	63
Gambar 4. 4 Pengukuran Suhu Pada Reaktor Menggunakan termometer.	65
Gambar 4. 5 Grafik Perubahan suhu pada reaktor 1 (K ₁).....	66
Gambar 4. 6 Grafik Perubahan Suhu pada reaktor 2 (K ₂).....	67
Gambar 4. 7 Grafik Perubahan Suhu pada Reaktor 3 (K ₃).....	67
Gambar 4. 8 Grafik Perubahan Suhu pada Reaktor 4 (K ₄).....	67
Gambar 4. 9 Gambar Pengukuran pH pada Reaktor Menggunakan pH Meter ...	70
Gambar 4. 10 Grafik Pengukuran Parameter pH pada Reaktor (K ₁).....	72
Gambar 4. 11 Grafik Pengukuran Parameter pH pada Reaktor (K ₂).....	73
Gambar 4. 12 Grafik Pengukuran Parameter pH pada Reaktor (K ₃).....	73
Gambar 4. 13 Grafik Pengukuran Parameter pH pada Reaktor (K ₄).....	73
Gambar 4. 14 Grafik Parameter % Kadar Air Tiap Reaktor	75
Gambar 4. 15 Grafik Parameter % C-Organik Tiap Reaktor	77
Gambar 4. 16 Grafik Parameter % Nitrogen Tiap Reaktor	79
Gambar 4. 17 Grafik Parameter Rasio C/N Tiap Reaktor	81
Gambar 4. 18 Grafik Parameter % Phospor (P ₂ O ₅) Total Tiap Reaktor	83
Gambar 4. 19 Grafik Parameter % Kalium (K ₂ O) Tiap Reaktor.....	85
L.III 1 Variasi dan Desain Reaktor Penelitian	Error! Bookmark not defined.
L.IV 1 Kondisi Eksisting unit tangki aerasi IPAL PT. SUPRAMA.....	Error! Bookmark not defined.
L.IV 2 Kondisi eksisting unit sedimentasi II (<i>Settling pond</i>) IPAL PT. SUPRAMA	Error! Bookmark not defined.
L.IV 3 Pengambilan Sampel lumpur (<i>sludge</i>)	Error! Bookmark not defined.
L.IV 4 Pengambilan Sampel Serbuk Gergaji	Error! Bookmark not defined.
L.IV 5 Pengambilan Sampel Korotan Sapi.....	Error! Bookmark not defined.

- L.IV 6** Aktivasi Starter EM₄.....**Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 7** Bantalan Sekam Kompos**Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 8** Reaktor Kompos pemanfaatan lumpur *sludge* **Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 9** Fisik Kompos Awal Reaktor Kode K₁.....**Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 10** Fisik Kompos Awal Reaktor Kode K₂....**Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 11** Fisik Kompos Awal Reaktor Kode K₃....**Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 12** Fisik Kompos Awal Reaktor Kode K₄.....**Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 13** Fisik Kompos Akhir Reaktor Kode K₁**Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 14** Fisik Kompos Akhir Reaktor Kode K₂**Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 15** Fisik Kompos Akhir Reaktor Kode K₃**Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 16** Fisik Kompos Akhir Reaktor Kode K₄**Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 17** Alat Pengujian Kadar Air dan C-Organik dalam Laboratorium **Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 18** Pengujian Kadar Air Akhir Kompos.....**Error! Bookmark not defined.**
- L.IV 19** Pengujian C-Organik Akhir Kompos.....**Error! Bookmark not defined.**



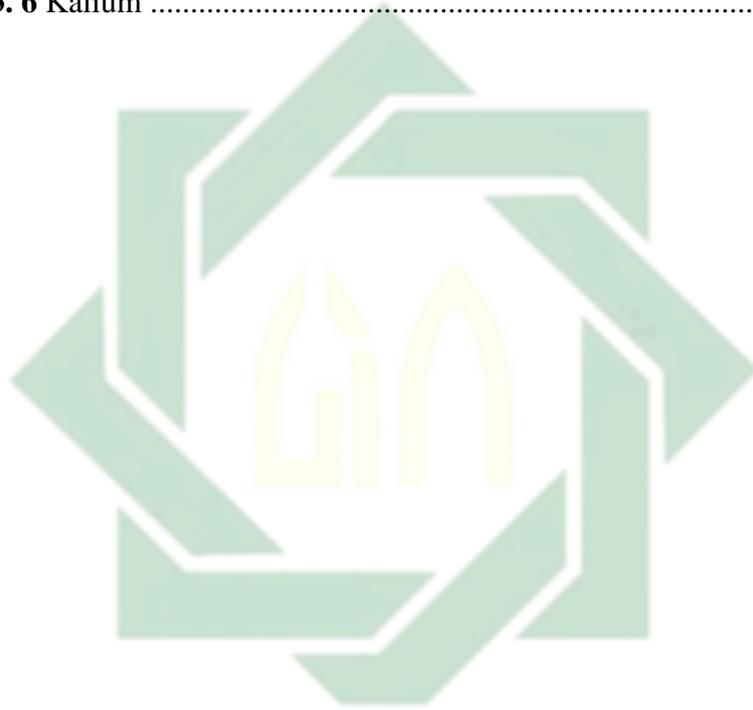
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Lumpur	8
Tabel 2. 2 Persyaratan Standar Kualitas Kompos Menurut SNI 19-7030-2004 ..	17
Tabel 2. 3 Penelitian terdahulu	21
Tabel 3. 1 Data Primer Penelitian.....	35
Tabel 3. 2 Data sekunder Penelitian	35
Tabel 3. 3 Alat dan Bahan Penelitian	36
Tabel 3. 4 Analisis Sifat Kimia Bahan Kompos.....	38
Tabel 4. 1 Persiapan Lumpur Sebagai Bahan Baku Kompos.....	54
Tabel 4. 2 Hasil Karakteristik Limbah Lumpur sludge unit tangki aerasi dan sedimentasi IPAL PT. SUPRAMA	56
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Kadar Air Lumpur	57
Tabel 4. 4 Proses aktivasi Aktivator EM ₄	58
Tabel 4. 5 Proses Pembuatan Pupuk Kompos dengan Pemanfaatan Lumpur IPAL	60
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Suhu Harian Kompos Tiap Perlakuan	65
Tabel 4. 7 Hasil Uji penelitian parameter pH Kompos Tiap Perlakuan	70
Tabel 4. 8 Hasil Uji Parameter Kadar air Kompos Tiap Perlakuan	75
Tabel 4. 9 Hasil Uji Parameter C-Organik Kompos Tiap Perlakuan	76
Tabel 4. 10 Hasil Uji Parameter Nitrogen Kompos Tiap Perlakuan	78
Tabel 4. 11 Hasil Uji Parameter Rasio C/N Kompos Tiap Perlakuan	81
Tabel 4. 12 Hasil Uji Parameter % Phospor (P ₂ O ₅ Total) Kompos Tiap Perlakuan	83
Tabel 4. 13. Hasil Uji Parameter % Kalium (K ₂ O) Kompos Tiap Perlakuan.....	85
Tabel 4. 14 Perbandingan Rasio C/N/P di Berbagai Penelitian dengan Pemanfaatan Lumpur	87
Tabel 4. 15 Perbandingan kandungan bahan organik ditemukan dilingkungan sekitar	89
Tabel 4. 16 Perbandingan Standar Kualitas Kompos SNI dengan Kompos Tiap Perlakuan Lumpur (<i>Sludge</i>) Menggunakan Metode Takakura	90

DAFTAR RUMUS

Rumus 3. 1 Kadar Air	43
Rumus 3. 2 C-Organik	43
Rumus 3. 3 Nitrogen	44
Rumus 3. 4 Rasio C/N.....	45
Rumus 3. 5 Phospor	46
Rumus 3. 6 Kalium	47



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persaingan industri makanan di Indonesia menjanjikan peluang yang cukup besar dan menciptakan sebuah tantangan baru di mana segmen pasar perusahaan dapat meluas. Situasi ini mengakibatkan persaingan bisnis yang kuat. Banyak perusahaan berlomba-lomba dalam menarik perhatian konsumen dari perusahaan pesaing dengan bertujuan mempertahankan dan meningkatkan posisi perusahaan dalam suatu industri. Industri makanan saat ini memiliki potensi besar dalam memasarkan produknya di dalam negeri maupun di luar negeri. Salah satu produk pangan yang memiliki potensi dalam pemasaran yang baik adalah mie.

Di Indonesia produksi mie mengalami peningkatan setiap tahunnya yang disebabkan oleh adanya permintaan yang tinggi. Menurut data dari Kementerian Perdagangan tahun 2022, jumlah konsumsi mie meningkat setiap tahunnya dan konsumsi pada tahun 2022 mencapai 13,27 miliar bungkus. Salah satu penyebab peningkatan produksi mie disebabkan oleh adanya kemudahan dalam penyajian dan praktis untuk dibawa sehingga memicu para produsen untuk berlomba-lomba dalam memproduksi mie dengan berbagai varian bentuk dan rasa. PT. SUPRAMA merupakan salah satu industri yang berkecimpung dalam bidang pembuatan mie kering dan mie *instant* yang berdiri sejak tahun 1972, PT SUPRAMA memiliki beberapa lokasi distribusi produk yang tersebar di wilayah Indonesia serta ekspansi produk ke pasar Internasional.

Produk mie memiliki kadar karbohidrat yang cukup tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi (Billina *et all*, 2014). bahan baku utama dalam proses pembuatan mie adalah tepung terigu. Tepung terigu digunakan sebagai bahan baku pembuatan mie karena dapat membuat mie menjadi elastis dan tidak mudah putus ketika diolah. PT. SUPRAMA menggunakan bahan baku tepung terigu sebagai bahan utamanya dengan jumlah pemakaian mencapai 987 kg/bulan (PT. SUPRAMA, 2011). Mie kering dan mie *instant* merupakan produk yang mengalami proses penimbangan, pengayakan,

mixing, roll pressing, slitting, steaming, cutting & folding, drying, frying dan packing.

PT. SUPRAMA dalam mengolah memproduksi mie menghasilkan hasil samping yakni berupa limbah padat, limbah cair, dan emisi ke udara. salah satu sumber limbah yang dihasilkan dari industri olahan mie yaitu minyak dan limbah semi padat *sludge* tersebut dihasilkan dari unit sedimentasi (*settling Effluent*) sebagai lumpur biologis atau bisa disebut dengan biologi *sludge*. PT. SUPRAMA menyerahkan limbah padat yang dihasilkan tersebut kepada pihak ketiga. Sebagian besar Lumpur hasil pengolahan limbah pada industri pangan terutama terdiri dari bahan organik seperti karbohidrat, protein, lemak, serat kasar dan air. Bahan-bahan mudah terdegradasi secara biologis dan menyebabkan pencemaran lingkungan, terutama berpotensi menimbulkan bau busuk (Ardhi dkk, 2013).

Manusia seharusnya mempergunakan akal pikirannya untuk memikirkan penciptaan alam semesta bukan hanya melakukan sesuatu yang sia-sia, bukan hanya melakukan perusakan tanpa adanya perbaikan terhadap bumi yang dipijaknya dan juga terhadap ekosistem yang ada didalamnya. Dampak yang ditimbulkan dari kegiatan menyia-nyiakan nantinya juga berimbas kepada makhluk hidup yang ada di bumi sebagaimana firman Allah dalam QS. Ali ‘Imran ayat 191:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya :“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka”.

Keterkaitan dari ayat tersebut terhadap kondisi saat ini sebagai alternatif dalam memecahkan permasalahan mengenai hasil samping limbah padat industri pangan yaitu pemanfaatan limbah semi padat *sludge* menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai guna yaitu dengan cara pengomposan. Pengomposan adalah cara yang dapat dilakukan untuk mengubah sesuatu

yang tidak memiliki nilai untuk dapat bermanfaat dengan bantuan mikrobiologis dalam prosesnya (Nurhidayah dkk, 2019). Faktor yang mempengaruhi keberhasilan pengomposan yaitu C/N bahan baku, jenis dan ukuran bahan baku, aerasi, kelembaban, suhu, mikroorganisme dan activator (Dian, dkk, 2017) Mikroorganisme menggunakan oksigen dalam mendekomposisi bahan organik pada proses pengomposan. Oleh karena itu, terdapat peranan mikroorganisme dalam pengomposan (Farah, 2020).

Pengomposan sludge tidak dapat tanpa adanya bahan penambah karena kandungan airnya tinggi, yaitu lebih dari 80% dan memiliki permeabilitas udara yang buruk. maka dari itu, diharuskan untuk dicampur dengan menggunakan *bulking agent* yang berfungsi untuk mengurangi kadar air, meningkatkan kandungan organik pada kompos, dan meningkatkan ruang bebas udara material *composting* (Ma dkk, 2019). Munculnya industri mebel rumahan di Sidoarjo memiliki dampak terhadap lingkungan disekitarnya terutama dampak dari limbah yang dihasilkan berupa serbuk gergaji. Adanya serbuk gergaji yang dihasilkan oleh industri mebel dapat digunakan sebagai *bulking agent* dan mampu meningkatkan C/N rasio pada kompos. berdasarkan penelitian Ma, dkk (2019) serbuk gergaji memiliki kandungan

Proses pembuatan pupuk kompos dapat ditambahkan starter yang berfungsi untuk mempercepat proses dan meningkatkan kualitas pupuk kompos. Pemberian starter pengomposan ini dapat dilakukan dengan menambahkan *effective* mikroorganisme (EM4) dan berbagai kotoran hewan. *Effective* mikroorganisme (EM4) merupakan bahan yang mengandung banyak organisme yang bermanfaat dalam proses pengomposan. Mikroorganisme yang terdapat di dalam EM4 antara lain bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas Sp*), bakteri asam laktat (*Lactobacillus Sp*), *actinomycetes*, jamur fermentasi (*Aspergillus dan Penicilium*) dan ragi (*Saccharomyces Sp*) (Jalaluddin dkk, 2016). Begitu pula dengan kotoran ternak, kotoran sapi merupakan salah satu media yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba, sehingga dapat menambah jumlah mikroba pengurai yang dapat membantu memberikan pengaruh positif terhadap optimasi pengomposan (Mirwan, 2015). Selain itu kotoran sapi memiliki kandungan unsur hara seperti N

(nitrogen), P (Phospor) dan K (kalium) yang dapat dijadikan sebagai penyumbang unsur hara pada bahan kompos (Fibria dan Alexander,2020).

Oleh karena itu, perlu untuk dilakukannya penelitian mengenai pengolahan limbah semi padat *sludge* industri mie sebagai bahan baku kompos dengan penambahan serbuk gergaji sebagai bulking agent serta variasi starter jenis kotoran sapi dan *Effective* mikroorganisme (EM4) yang ditambahkan pada pengomposan untuk mempercepat proses degradasi. Penelitian ini menggunakan metode pembuatan kompos takakura dengan bantuan keranjang takakura yang dapat merubah bahan organik menjadi pupuk kompos.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik limbah *sludge* pada unit tangki aerasi dan sedimentasi di IPAL PT. SUPRAMA?
2. Bagaimana karakteristik parameter Suhu, pH, kadar Air, C-Organik, Nitrogen (N), Rasio C/N, Phospor (P) dan Kalium (K) antara starter kotoran sapi dan starter *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap kualitas kompos dengan pemanfaatan limbah *sludge* IPAL ?
3. Bagaimana tingkat efektivitas starter kotoran sapi dan *Effective Microorganism-4* (EM4) terhadap hasil kompos dengan pemanfaatan limbah *sludge* IPAL?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik limbah (*sludge*) pada unit tangki aerasi dan sedimentasi IPAL di PT. SUPRAMA.
2. Mentabulasikan karakteristik Suhu, pH, kadar Air, C-Organik, Nitrogen (N), Rasio C/N, Phospor (P) dan Kalium (K) antara kotoran sapi dan starter *Effective Microorganism-4* (EM4) pada pembuatan kompos pemanfaatan limbah (*sludge*) IPAL.

3. Menganalisis tingkat efektivitas variasi hasil kompos dengan pemanfaatan limbah (*sludge*) IPAL.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Bagi Instansi terkait

Memberikan referensi terkait pemanfaatan limbah padat lumpur (*sludge*) di PT. SUPRAMA yang belum dilakukan pengolahan dengan baik.

2. Bagi Akademisi

Sebagai referensi ilmiah terkait dengan penggunaan starter kotoran sapi dan EM4 maupun kombinasi dari keduanya dalam menjadikan pupuk kompos berbahan baku limbah padat pada unit sedimentasi IPAL di PT. SUPRAMA (*sludge*) IPAL industri yang menghasilkan Suhu, pH, kadar Air, C-Organik, Nitrogen (N), Rasio C/N, Fosfor (P) dan Kalium (K) yang sesuai dengan SNI 19-7030-2004.

3. Bagi Masyarakat

Sebagai pengetahuan dan wawasan kepada masyarakat sekitar terkait dengan pembuatan kompos dari limbah padat lumpur *sludge* IPAL industri mie.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Limbah padat yang digunakan merupakan lumpur *sludge* yang berasal dari unit tangki aerasi dan sedimentasi akhir di IPAL PT. SUPRAMA Sidoarjo.
2. Starter yang digunakan yaitu kotoran sapi, EM4 (*Effective Microorganism-4*) dan campuran
3. Campuran lain yang digunakan yaitu bulking agent berupa serbuk gergaji.
4. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
5. Proses pengomposan pada penelitian ini dilakukan selama 28 hari.
6. Tidak membahas mengenai pengolahan limbah lindi yang dihasilkan.

7. Parameter yang diuji pada kondisi eksisting lumpur sludge berupa kadar Air, C-Organik, Nitrogen (N), Rasio C/N, Phospor (P) dan Kalium (K).
8. Parameter yang diamati selama pengomposan setiap hari sekali berupa pH dan suhu.
9. Parameter yang diukur pada akhir pengomposan berupa Suhu, pH, kadar Air, C-Organik, Nitrogen (N), Rasio C/N, Phospor (P) dan Kalium (K)
10. Perbandingan perlakuan
 - a. Komposter 1 (K_1), perbandingan komposisi = 100% Lumpur (*sludge*) (kontrol)
 - b. Komposter 2 (K_2), perbandingan komposisi = 50% Lumpur (*sludge*) : 25% Serbuk Gergaji : 25% Kotoran Sapi
 - c. Komposter 3 (K_3), perbandingan komposisi = 50% Lumpur (*sludge*) : 50% Serbuk Gergaji + 0,6 ml EM₄
 - d. Komposter 4 (K_4), perbandingan komposisi = 50% Lumpur (*sludge*) : 25% Serbuk Gergaji : 25% Kotoran Sapi + 0,6ml EM₄

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah

Limbah merupakan sesuatu yang tidak berguna, tidak memiliki nilai ekonomi dan akan dibuang, jika masih bisa dipakai atau digunakan maka tidak bisa dikatakan limbah. Menurut Tualek (2013) limbah didefinisikan sebagai benda bergerak yang tidak diinginkan oleh pemiliknya untuk dibuang atau pembuangannya dengan cara yang sesuai, yang aman untuk kesejahteraan umum dan untuk melindungi lingkungan.

Limbah terdiri dari limbah padat dan limbah cair. Berdasarkan sumbernya limbah dibedakan menjadi 2 yaitu limbah domestik dan non domestik.

2.1.1 Limbah Domestik

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 tahun 2003 tentang baku mutu air limbah domestik disebutkan pada pasal 1 ayat 1, bahwa limbah domestik adalah limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (real estate), rumah makan (restaurant), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama (Hidayah & W, 2016).

2.1.2 Limbah Non Domestik

Limbah non domestik berasal dari kegiatan non rumah tangga seperti kegiatan industri. Limbah industri terdiri dari limbah cair, gas/partikel dan padat (Tualek, 2013). Limbah cair (liquid waste) dapat didefinisikan sebagai suatu limbah hasil kegiatan yang secara fisik berbentuk cair, kandungannya didominasi oleh air beserta bahan-bahan kontaminan lainnya atau didominasi oleh bahan cair lain (bukan air), seperti: minyak, oli bekas, residu senyawa-senyawa kimia dan sebagainya (Yulianti, 2008). Menurutnya pula limbah cair merupakan suatu substrat yang kompleks yang terdiri dari berbagai jenis bahan organik, baik yang dapat terurai secara biologi maupun tidak.

2.2 Lumpur (*sludge*)

Lumpur Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) biologis merupakan produk sampingan dari pengolahan air limbah yang dihasilkan dari pengendapan materi padatan (*solids*) di instalasi pengolahan limbah, sebagian besar mengandung biomassa mikroba yang banyak dengan kandungan kadar padatan rendah $\pm 1 - 2\%$ (Soetopo dkk, 2011). *Sludge* sebagian besar dihasilkan dari pengolahan air limbah domestik dari pabrik. Produksi lumpur berhubungan dengan pengolahan air limbah, semakin meningkat dan semakin banyak air limbah yang diolah semakin banyak produksi lumpur yang dihasilkan.

Sludge sebagian besar mengandung air, residu logam organik, dan anorganik (Danish dkk, 2016). Sebagai hasil dari peningkatan kapasitas pengolahan air, produksi lumpur tahunan meningkat secara signifikan di keduanya negara berkembang (sekitar 30 juta ton dengan kadar air 80%) karena peningkatan kapasitas pengolahan air limbah dramatis. Masalah lumpur tersebar luas karena instalasi pengolahan lumpur sepuluh kali lebih buruk daripada instalasi pengolahan air limbah (Hu dkk., 2017).

2.2.1 Karakteristik Lumpur

Menurut penelitian Lehr dan Keeley (2005), mengatakan sumber lumpur dibedakan menjadi dua yaitu *primary raw sludge* dan *waste activated sludge*, masing-masing lumpur memiliki karakteristik yang berbeda seperti yang terlihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1 Karakteristik Lumpur

Sumber	<i>Primary Raw Sludge</i>	<i>Waste Activated Sludge</i>
	Tangki Pengendapan Pertama	Tangki Pengendapan Sekunder
Warna	Fresh sludge : Abu-abu atau coklat muda Setelah terdekomposisi (septik) : abu-abu gelap atau hitam	Abu-abu muda, abu-abu Kekuningan, atau coklat gelap
Kadar Air	95%	99,2-99,7%
pH	5-8	6,5 – 7,5
Alkalinitas	500 - 1500	580 – 1100

Sumber	<i>Primary Raw Sludge</i>	<i>Waste Activated Sludge</i>
(mg/L CaCO ₃)		
Asam Organiak (mg/L Hac)	200 – 2000	1100 – 1700

Sumber : Lehr dan Keeley, 2005.

2.3 *Bulking Agent*

Bulking agent atau bulking material adalah suatu material, organik atau anorganik, yang memiliki ukuran yang memadai untuk meningkatkan struktur bahan mentah kompos dan menjaga rongga udara dalam proses pengomposan. Fungsi bulking agent adalah mengatur kelembaban massa material, mengatur perbandingan C/N dan memberikan struktur porositas terhadap massa material (Ilham, 2004). Menurut Haug (1984), bulking agent membentuk sebuah susunan partikel padat tiga dimensi yang mampu menyokong dirinya sendiri melalui kontak antar partikel. Substrat basah seperti sampah sisa makanan akan menempati bagian kosong antar partikel tersebut. *Bulking agent* merupakan zat organik maka dapat meningkatkan kandungan energi dari campuran antara substrat basah dengan *bulking agent*. *Bulking agent* yang umum antara lain serpihan kayu, serbuk gergaji, kompos, sampah hutan, dedaunan, semak-semak, pupuk kandang, rumput, jerami dan kertas (Goldstein dalam EPA, 2003).

Salah satu contoh *Bulking agents* adalah serbuk gergaji. Serbuk gergaji adalah serbuk berasal dari kayu yang dipotong dengan gergaji. Serbuk gergaji kayu jati mengandung komponen utama :

1. *Selulosa*

Merupakan komponen terbesar (45%) yang terdapat pada semua jenis kayu. *Selulosa* merupakan polimer linier dengan berat molekul tinggi yang terdiri dari β-D-glukosa. Karena sifat kimiadan fisiknya serta struktur supramolekulnya, maka ia dapat memenuhi perannya sebagai komponen struktur utama dinding sel (Wianti dkk, 2021).

2. *Poliosa (hemiselulosa)*

Menurut Ubaidillah, dkk (2018) Poliosa sangat erat kaitannya dengan selulosa dalam dinding sel. Komponen utama poliosis adalah lima gula netral, yaitu heksosa-heksosa glukosa, manosa, galaktosa, beberapa xilosa dan arabinosa merupakan konstituen utama poliosa. Sejumlah poliosa mengandung senyawa tambahan asam uronat. Rantai molekulnya jauh lebih pendek bila dibandingkan dengan selulosa, dan beberapa senyawa memiliki rantai bercabang. Di dalam kayu terdapat hingga sebanyak 25%.

3. Lignin

Menurut Ubaidillah, dkk (2018) Struktur molekul lignin sangat berbeda bila dibandingkan dengan polisakarida karena terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenil propana terdapat dalam kayu hingga 19%.

2.4 Kotoran Sapi

Kotoran sapi merupakan limbah peternakan berasal dari pencernaan hewan yang dikeluarkan melalui anus dan didalamnya terkandung nitrogen yang cukup banyak (Sudirman, 2021). Menurut Arifin dkk (2019) limbah yang berasal dari peternakan terutama kotoran sapi sangat banyak mengandung nutrisi yang dapat bermanfaat bagi tanah. Nutrien yang dihasilkan dari limbah peternakan yaitu seperti fosfor dan kalium yang kadarnya tinggi.

Komposisi unsur hara yang terkandung di dalam kotoran hewan memiliki kadar yang berbeda-beda tergantung dari jenis makanan dan jumlah makanan yang diberikan ketika berada di peternakan. Ketersediaan hara dari kotoran sangatlah lambat maka dari itu sulit untuk hilang dan juga ketersediaan dari unsur hara tersebut dipengaruhi oleh tingkat mineralisasi dari bahan-bahan yang digunakan (Welang, 2015). Kotoran sapi tidak dapat digunakan langsung untuk tanaman dan harus

melalui proses pengolahan untuk dapat digunakan dan bermanfaat (Arifin dkk, 2019).

Menurut penelitian Wahyu (2018) bahwasannya kotoran sapi segar memiliki kandungan kadar Phospor 2.80%, kadar C-organik 10%, kadar Nitrogen 0.89 %, kadar air 60%, dan pH 9.03. Kotoran sapi dapat dijadikan pupuk kompos karena kandungan yang ada dalamnya sangat berpotensi (Dewi dkk, 2017).

2.5 Aktivator

Aktivator merupakan molekul yang memicu atau meningkatkan aktivitas enzim atau protein lainnya. Aktivator dapat berupa substansi kimia atau faktor lingkungan yang merangsang aktivitas sel (Sukanto, 2007). Ada 4 golongan yang termasuk di dalam aktivator, yaitu :

a. Aktivator Orgadec

Aktivator dalam orgadec berupa mikroba yang mempunyai kemampuan bahan organik dalam waktu singkat dan bersifat antagonis terhadap beberapa penyakit akar. Beberapa mikroba yang mempunyai kemampuan tersebut, yaitu *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga Sp.* Kedua mikroba ini mengeluarkan enzim penghancur lignin dan selulosa secara bersamaan. Dengan dikeluarkannya lignin dan selulosa, kadar karbon akan turun dan kadar nitrogen meningkat sehingga C/N menjadi kecil. Kecepatan *OrgaDec* dalam menghancurkan bahan organik tergantung pada volume bahan dan kondisi pengomposan yang terkontrol. Proses pengomposan ini umumnya berlangsung selama 14-21 hari (Indrianti & Prasetya, 2017). Keunggulan dari bahan organik yang telah diproses menjadi kompos akan mempunyai beberapa keunggulan sebagai berikut:

- 1) Mutu kompos seragam.
- 2) Kompos dalam keadaan matang.
- 3) Mengandung inokulum mikroba antagonis bagi penyakit jamur akar (*Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga Sp.*).

4) Mengandung zat pengatur tumbuh berupa bahan humik.

b. Aktivator Stardec

Dalam Stardec ditemukan aktivator yang dinamakan starbio. Starbio mengandung bakteri lignolitik, hemiselulolitik, proteolitik, dan nitrogen fiksasi non-simbiosis. Starbio digunakan untuk campuran pakan ternak yang berfungsi menguraikan atau memecah karbohidrat struktural (selulosa, hemiselulosa, lignin protein, dan lemak. Stardec berisi beberapa mikroba yang berperan dalam penguraian atau dekomposisi limbah organik hingga dapat menjadi kompos. Mikroba tersebut adalah mikroba lignolitik, mikroba selulolitik, mikroba proteolitik, mikroba lipolitik, mikroba aminolitik, dan mikroba fiksasi nitrogen non-simbiotik (Indrianti & Prasetya, 2017). Penggunaan pupuk kompos yang diproses dengan penambahan Stardec mempunyai keuntungan sebagai berikut :

- 1) Dapat memperbaiki struktur tanah sehingga mudah diolah
- 2) Dapat memperbaiki pH tanah karena pupuk organik bersifat penyangga (buffer) sehingga akan meningkatkan pH tanah pada tanah asam.
- 3) Produksi dapat meningkat hingga 10-30%, biji lebih bernaas, dan tidak cepat busuk.
- 4) Tanaman akan dijauhi hama/penyakit/jamur karena jaringan tanaman yang terbentuk lebih kuat. Dengan demikian, daya tahannya pun meningkat

c. Aktivator EM4

Effective Microorganism-4 (EM4) merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman yang dapat digunakan sebagai starter untuk meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme (Rahmah, 2014). Pupuk hayati yang sudah tersedia di pasaran adalah *Effective Microorganism-4* (EM4). EM4 merupakan pupuk hayati yang memanfaatkan mikroorganisme efektif untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, menghancurkan bahan organik dalam waktu

singkat dan bersifat racun bagi hama (Elphawati dkk, 2015). EM4 digunakan untuk mempercepat proses pengomposan pada pupuk organik. Larutan EM4 lainnya memiliki kelebihan yaitu dapat digunakan untuk menghilangkan bau dari proses pengomposan (Untung dkk, 2014).

d. Aktivator Fix-Up Plus

Fix-Up Plus merupakan formula biologis yang sangat kompleks, mengandung sejumlah bahan makanan dan hormon alami yang dibutuhkan untuk perkembangbiakan dan aktivitas bakteri pengurai limbah dalam proses pengomposan. Bahan makanan bakteri dan hormon alami tersebut diperoleh dari kompos yang difermentasikan dengan bantuan bakteri khusus. Setelah proses fermentasi berhenti yang ditandai dengan tidak adanya gelembung di atas cairan, larutan (cairan) tersebut kemudian diekstrak dan didiamkan beberapa waktu agar stabil (Indrianti & Prasetya, 2017). Kompos yang dihasilkan dengan bantuan Fix-Up Plus mempunyai kelebihan sebagai berikut :

- 1) Menetralkan zat-zat berbahaya.
- 2) Mempunyai unsur hara yang lengkap (sesuai dengan bahan kompos yang digunakan).
- 3) Lebih bersih (bersih dari patogen dan biji-biji gulma).
- 4) Aman dan tidak menimbulkan pencemaran.

2.6 Kompos dan Pengomposan

Beberapa pengertian kompos dan pengomposan dapat diuraikan seperti dibawah ini sebagai berikut :

2.6.1 Definisi Kompos dan Pengomposan

Beberapa definisi kompos dan pengomposan digunakan sebagai landasan teori untuk penelitian ini:

- a. Menurut SNI 19-7030-2004, kompos adalah bentuk akhir dari bahan-bahan organik sampah domestik setelah mengalami dekomposisi, dekomposisi yaitu perubahan komposisi bahan

organik sampah domestik akibat penguraian oleh mikroorganisme pada suhu tertentu menjadi senyawa organik yang lebih sederhana.

- b. Secara etimologis, pengomposan (dari bahasa latin *compositum* berarti campuran) mengacu pada proses biodegradasi campuran substrat yang dilakukan oleh beberapa mikroba yang terdiri dari berbagai populasi yang berbeda dalam kondisi aerobik dan dalam keadaan padat (Insam dan Bertoldi, 2007).

2.6.2 Manfaat Kompos

Kompos diibaratkan sebagai multivitamin bagi tanah dan tanaman. Menurut Rachman Sutanto (2002) mengemukakan bahwa dengan pupuk organik, sifat fisik, kimia, dan biologi tanah menjadi lebih baik. Tak heran bila tanaman yang diberi pupuk kompos akan mengalami peningkatan kualitas, hasil panen lebih tahan lama disimpan, lebih segar, lebih berat, dan lebih enak. Ditinjau dari berbagai aspek, kompos juga memiliki banyak manfaat, baik itu dari segi ekonomi, lingkungan, tanah atau tanaman.

- a. Manfaat kompos bagi nilai ekonomi:
 - 1) Bernilai jual lebih tinggi ketimbang bahan pembuatnya.
 - 2) Biaya produksi rendah.
 - 3) Menjadikan tanaman berkualitas baik sehingga harga jual tanaman meningkat.
- b. Manfaat kompos bagi lingkungan:
 - 1) Mengurangi jumlah pembakaran limbah sehingga kadar polusi udara menurun.
 - 2) Tidak lagi membutuhkan lahan untuk menimbun limbah.
 - 3) Melestarikan lingkungan.
- c. Manfaat kompos bagi tanah dan tanaman:
 - 1) Membuat tanah menjadi bertambah subur.
 - 2) Mengembalikan karakter dan struktur tanah yang sebelumnya rusak.
 - 3) Membuat tanah tidak berderai sebab daya ikat tanah berpasir semakin besar.

- 4) Daya ikat tanah terhadap zat hara semakin kuat.
- 5) Memaksimalkan proses tanah meresap air.
- 6) Menyediakan sumber makanan yang berlimpah bagi peningkatan aktivitas mikroba.

2.6.3 Prinsip Pengomposan

Prinsip utama dalam melakukan pengomposan yaitu menurunkan kadar rasio C/N pada bahan organik yang digunakan untuk pengomposan, maka dari itu semakin tinggi kadar rasio C/N maka proses pengomposan akan semakin lama. Nilai rasio C/N yang baik untuk dijadikan pupuk adalah nilai rasio C/N yang mendekati tanah yang dimana bahan tersebut dapat bermanfaat bagi tumbuhan dan dapat diserap oleh tumbuhan. Pada saat proses pengomposan pastinya terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses pengomposan. Pada saat proses pengomposan faktor yang dapat mempengaruhi yaitu rasio C/N, susunan bahan, ukuran partikel, aerasi, kadar air/kelembaban, suhu, dan nilai pH (Untung , 2014) Berikut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kompos pada saat proses pengomposan:

a. Suhu

Suhu merupakan faktor yang dapat mempengaruhi dari proses pengomposan dikarenakan mikroorganisme yang membantu proses pengomposan membutuhkan suhu yang optimum untuk beraktivitas. Pada saat proses pengomposan suhu yang dianjurkan yaitu antara 10 °C – 45 °C (Wardani dan Kusuma,2018).

b. pH

Pada proses pengomposan pH memiliki peran yang penting karena pH sangat berpengaruh pada pertumbuhan mikroorganisme yang terdapat pada kompos. Nilai pH yang terdapat pada kompos menjadi hal yang harus diperhatikan karena apabila nilai pH sangat tinggi dapat mengubah unsur Nitrogen (N) yang terdapat pada kompos menjadi Ammonia (NH₃), begitupun sebaliknya apabila nilai pH sangat rendah maka akan menimbulkan dampak yaitu

matinya mikroorganisme perombak yang terdapat pada kompos sehingga proses pengomposan terganggu (Wardani dan Kusuma,2018).

c. Rasio C/N

Rasio C/N akan mengalami penurunan pada saat proses pengomposan sedang berlangsung. Pada awal proses pengomposan kadar C/N yang terkandung berperan penting terhadap waktu yang dibutuhkan untuk membuat kompos yang dibuat matang dengan cepat. Kadar rasio C/N rendah pada saat awal proses pengomposan maka akan mempercepat proses pengomposan, sedangkan apabila kadar rasio C/N tinggi pada saat awal proses pengomposan maka akan memperlambat proses pengomposan (Wardani dan Kusuma,2018).

d. Komposisi bahan

Pada saat proses pengomposan komposisi bahan yang digunakan dapat menjadi faktor yang mempengaruhi pada saat pengomposan karena dapat mempercepat proses pengomposan dengan menambahkan starter, menambahkan bahan makanan yang dibutuhkan mikroorganisme, dan menambahkan zat-zat yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menunjang aktivitas mikroorganisme (Agustin, 2016).

e. Sifat Fisik

Sifat fisik merupakan salah satu faktor pada proses pengomposan dikarenakan dapat diamati secara langsung menggunakan panca indera manusia. Sifat fisik yang dapat diamati pada proses pengomposan antara lain: warna, tekstur, dan bau yang berasal dari kompos. Pada saat proses pengomposan perubahan yang terjadi pada sifat fisik yaitu perubahan warna kompos yang menjadi kecoklatan, tekstur yang hancur, dan bau yang menyengat (Wardani dan Kusuma,2018).

f. Kelembaban

Kelembaban yang optimal pada proses pengomposan antara 40 % - 60 % dan kelembaban yang terbaik yaitu 50 %. Persentase dari kelembaban harus dijaga dan diperhatikan untuk meningkatkan jumlah dari mikroorganisme karena semakin besar jumlah mikroorganisme, maka proses pembusukan pada kompos akan semakin cepat. Kompos yang terlalu lembab akan menghambat proses pengomposan karena kondisi kompos yang terlalu lembab akan menutup rongga udara pada kompos, sehingga akan menghambat oksigen yang masuk dan kadar oksigen yang terdapat pada kompos terbatas (Agustin, 2006).

2.6.4 Persyaratan Kompos

Persyaratan kompos merupakan suatu tolak ukur pengomposan dapat dikatakan berhasil dan dapat digunakan sebagai pupuk kompos. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 bahwasannya syarat mutu pupuk kompos dapat dikatakan baik dan layak digunakan dapat dilihat dari kandungan rasio C/N mempunyai nilai antara 10-20, konsentrasi N, P, dan K sesuai dengan SNI 19-7030-2004, suhu sesuai dengan suhu air tanah, berwarna kehitaman, memiliki pH yang netral, dan berbau tanah. Berikut adalah persyaratan standar kualitas pupuk kompos menurut SNI 19-7030-2004 dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2. 2 Persyaratan Standar Kualitas Kompos Menurut SNI 19-7030-2004

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Suhu	°C	28.9	30.3
2	pH		6.8	7.49
3	Kadar air	%	-	50
Unsur makro				
1.	Karbon	%	9.8	32
2.	Nitrogen	%	0.4	-
3.	Kalium (K ₂ O)	%	0.2	*
4.	Phospor (P ₂ O ₅)	%	0.1	-
5.	Rasio C/N		10	20

Sumber : SNI 19-7030-2004

Keterangan : * Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

2.6.5 Pengaruh Unsur Hara Kompos Bagi Tanaman

Pada kompos yang telah matang, keberadaan unsur hara berupa N, P, dan K sangatlah menunjang bagi pertumbuhan tanaman dan struktur tanah apabila kandungannya sesuai dengan baku mutu. Menurut Agustin (2006), Berikut merupakan pengaruh dari unsur hara yang terdapat di dalam kompos:

a. Pengaruh Nitrogen (N) pada tanaman

Berikut merupakan pengaruh Nitrogen (N) terhadap tanaman:

- 1) Meningkatkan kadar protein yang terkandung dalam tanaman.
- 2) Meningkatkan pertumbuhan tanaman.
- 3) Meningkatkan kualitas tanaman yang menghasilkan banyak daun.
- 4) Menyehatkan pertumbuhan dari daun

b. Pengaruh Phospor (P) pada tanaman

Berikut merupakan pengaruh Phospor (P) terhadap tanaman:

- 1) Mempercepat proses pematangan dari buah dan biji.
- 2) Meningkatkan produksi biji-bijian pada tumbuhan.
- 3) Mempercepat pertumbuhan dari akar.
- 4) Memperkuat dan mempercepat pertumbuhan pada tanaman muda

c. Pengaruh Kalium (K) pada tanaman

Berikut merupakan pengaruh Kalium (K) terhadap tanaman:

- 1) Meningkatkan kekebalan tanaman terhadap penyakit yang hinggap.
- 2) Meningkatkan kualitas dari biji dan buah yang dihasilkan.
- 3) Membantu dalam proses pembentukan karbohidrat dan protein pada tumbuhan.
- 4) Memperkokoh batang kayu pada tanaman

2.6.4 Metode Pengomposan

Jenis – jenis metode pembuatan kompos sederhana yang biasa digunakan pada umumnya, yaitu sebagai berikut :

1. Metode Takakura

Metode Takakura merupakan pembuatan kompos yang dilakukan pertama kali oleh peneliti dari Jepang menggunakan keranjang dengan alat dan bahan yang mudah didapatkan di rumah. Keranjang yang digunakan ini disebut dengan keranjang takakura yang dapat merubah pupuk organik menjadi pupuk kompos (Ermavitalini dkk, 2019).

2. Metode Open windrow

Pengomposan merupakan open windrow adalah cara pembuatan kompos di tempat terbuka beratap (bukan di dalam reaktor yang tertutup) dengan aerasi alamiah. Selama proses pengomposan terdapat beberapa perlakuan pada tumpukan kompos yaitu pengukuran temperatur, pH, dan kadar air setiap harinya (Veneza, 2017)

3. Metode *Vermicomposting*

Salah satu alternatif pengelolaan limbah padat rumen sapi adalah pengomposan dengan bantuan cacing tanah atau disebut juga *vermicomposting*. *Vermicomposting* merupakan sebuah proses aerobik, biooksidasi dan stabilisasi non termofilik dari dekomposisi sampah organik yang tergantung pada cacing tanah untuk memotong, mencampur dan meningkatkan kerja mikroorganisme (Gunadi,2002). Menurut Parmelee et al. (1990) dalam Anwar (2009), cacing tanah juga berperan dalam menurunkan rasio C/N bahan organik, dan mengubah nitrogen tidak tersedia menjadi nitrogen tersedia setelah dikeluarkan berupa kotoran (kascing). Bahan organik yang dimakan oleh cacing tanah akan mengalami perombakan dalam alat pencernaannya sehingga menjadi halus dan setelah dicerna

sisanya akan disekresikan menjadi kotoran atau kascing (Catalan, 1981 dalam Noviansyah 2015).

2.7 Integrasi Keislaman

Sebagai manusia yang memiliki berbagai aktivitas di muka bumi pastinya akan menghasilkan limbah dari aktivitas yang dilakukan dan jika tidak diolah maka limbah tersebut dapat mencemari lingkungan bahkan dalam jangka waktu yang lama akan merusak bumi. Kerusakan yang terdapat di bumi merupakan ulah dari umat manusia sendiri yang tidak menjaga dan semakin hari semakin merusak keadaan bumi. Oleh karena itu kita sebagai umat manusia yang ditakdirkan menjadi khalifah bagi bumi seharusnya melakukan sebuah pengolahan terhadap apa yang telah diperbuat dalam rangka usaha untuk menjaga bumi dari kerusakan. Berikut contoh ayat-ayat Al-Qur'an yang membahas mengenai alam dan kerusakan yang terdapat pada lingkungan:

Allah berfirman dalam QS Shad ayat 27:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ۗ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا فَوَيْلٌ
لِّلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ

Artinya: “Dan kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. Yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka”.

Ayat diatas menerangkan bahwasanya Allah SWT tidak menciptakan langit dan bumi serta seisinya tidak ada manfaatnya. Hal tersebut merupakan anggapan dari orang-orang kafir, maka celakalah orang kafir tersebut dan mereka akan masuk ke dalam neraka karena anggapan mereka dan kekafiran mereka kepada Allah.

Allah berfirman dalam QS Al-Baqarah ayat 11:

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ

Artinya: “Dan bila dikatakan kepada mereka: “Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi”. Mereka menjawab: “Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan”.

Ayat diatas menerangkan bahwasanya apabila mereka dinasehati untuk berhenti bahkan tidak melakukan kerusakan di bumi dengan perbuatannya. Mereka berkata bohong dengan mendebat bahwa mereka adalah orang-orang yang melakukan perbaikan di bumi.

2.8 Penelitian terdahulu

Terdapat banyak penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti terkait dengan topik yang disajikan dalam **Tabel 2.2**

Tabel 2. 3 Penelitian terdahulu

No	Penulis	Judul	Rangkuman Penelitian
1.	Fazarita Hayati, Andy M, dan Jumar (2018)	Pemanfaatan limbah Lumpur IPAL Pabrik Karet Sebagai Bahan Baku <i>Composting</i>	Hasil pada penelitian ini adalah suhu mendekati suhu ruang sebesar 28°C, pH sebesar 7,75, kandungan unsur hara P dengan nilai 1,75% dan K dengan nilai 0,09% dan nilai rasio C/N adalah sebesar 20. Dengan penambahan kotoran sapi dan serbuk gergaji terbukti efektif menghasilkan kompos dengan karakteristik fisik-kimia yang memenuhi SNI 19-7030-2004 dan komposisi optimum campuran limbah lumpur-kotoran sapi-serbuk gergaji adalah 10:2:1.

No	Penulis	Judul	Rangkuman Penelitian
2	Farida Ali, Devy Putri Utami, dan Nur Aida Komala (2018).	Pengaruh penambahan EM4 dan larutan gula pada pembuatan pupuk kompos dari limbah industri <i>crumb rubber</i>	Pada variasi penambahan EM4 dan larutan gula yang dilakukan dalam penelitian ini, maka diperoleh pupuk kompos yang baik yaitu sampel dengan penambahan EM4 30 mL dan larutan gula 15 mL dengan rasio C/N sebesar 17,08.
3	Ke Wang, Xiangbo Yin, Hailong Mao, Chu Chu, Yu Tian (2018)	Changes in Structure And Function of Fungal Community in Cow Manure Composting	Karakteristik metabolisme pada jamur berubah secara cepat pada saat proses pengomposan kotoran sapi. Jamur termofilik berpotensi dalam proses degradasi karboksilat dan polimer, jamur tersebut juga memiliki kemampuan yang baik dalam memanfaatkan asam amino, karbohidrat, dan amida pada saat kompos matang. Pengomposan dengan cara aerobik merupakan cara yang tepat untuk mengurangi bakteri patogen yang terkandung dalam kotoran sapi dan memperkaya mikroba yang menguntungkan kotoran sapi
4	Kusumo, R. S. (2020).	Pemanfaatan Limbah <i>Sludge</i> Industri Susu Sebagai Bahan Baku Kompos Dengan Penambahan	Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa campuran <i>sludge</i> susu, serbuk gergaji dan kotoran kambing variasi 0,5:3:1 menunjukkan kandungan rasio C/N setelah pengomposan sebesar 18,22 hasil ini sudah memenuhi

No	Penulis	Judul	Rangkuman Penelitian
		Bioaktivator MOL	baku mutu SNI 19- 7030-2004 yaitu sebesar 10 – 20, dan variasi 0,5:3:1 menunjukkan kandungan rasio C/N sebesar 23,45 hasil ini jika dibandingkan dengan baku mutu SNI 19-7030-2004 melebihi kadar maksimal rasio C/N. Secara umum, variasi pengomposan 0.5:3:1 lebih baik dibandingkan dengan variasi 0,5:3:2
5	Candra Dwiratna dan Hery Setyobudiarso (2020)	Pengaruh Penambahan Campuran Pada Pembuatan Kompos <i>Sludge</i> IPAL Pabrik Susu	Hasil dari penelitian ini <i>sludge</i> industri susu sebagai bahan baku kompos, memvariasikan <i>sludge</i> (S), Kotoran sapi (K), Serbuk gergaji (SG) dan sampah Pasar (SP) dan menemukan variasi terbaik untuk bahan kompos yaitu 1 <i>sludge</i> : 5 kotoran sapi : 1 serbuk gergaji : 1 sampah pasar, dan secara fisik kompos (temperatur, pH, tinggi tumpukan, dan analisis warna) telah memenuhi SNI 19-7030-2004)
6	Farah Abidah A (2020)	Pemanfaatan lumpur Industri Susu Sebagai Kompos Dengan Metode Open Window	Hasil Akhir kedua variasi telah memenuhi SNI 19-7030-2004 berdasarkan parameter kimia yaitu Nilai C,MN, rasio C/N, P ₂ O ₅ , dan K ₂ O pada reaktor 1 sebesar 20,33%, 1,07%, 19, 0,58% dan 0,35%; kandungan kimia Reaktor 2 sebesar 16,34%, 0,88%, 18,57;

No	Penulis	Judul	Rangkuman Penelitian
			0,71% dan 0,71%; kandungan kimia Reaktor 3 sebesar 12,29%, 0,62%, 19,8; 0,42% dan 0,24%; kandungan kimia reaktor 4 11,77%, 0,58%, 20,3; 0,39% dan 0,26%;
7	Muhammad Decky N, dkk (2020)	Perbedaan Komposisi Limbah Lumpur Sebagai Pupuk Terhadap Kualitas Kompos (C/N Rasio) dengan pengomposan Aerob di PT. ABC Kogen Dairy	Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata – rata C/N Rasio pada kompos dengan komposisi lumpur 25% sebesar 30,31, nilai rata – rata C/N Rasio pada kompos dengan komposisi lumpur 35% sebesar 30,50, dan nilai rata – rata C/N Rasio pada kompos dengan komposisi lumpur 45% sebesar 28,84
8	Aryanti, D. (2020).	Pengaruh Pengomposan Limbah Lumpur IPAL Domestik Dengan Karakteristik Fisik-Kimia Dan Logam Berat Kompos	Hasil penelitian ini menggunakan limbah lumpur dan daun kering dengan perbandingan 1:1 dan hasil akhir pengomposan menunjukkan suhu kompos sebesar 31°C, nilai C/N sebesar 12,81 kandungan bahan organik sebesar 72,85% dan untuk kadar airnya sebesar 60,05%.
9	Ping Zhiu, Yilin Shen, Xusheng Pan, Bin Dong, John Zhou, Weidong Zhang, and	Reducing odour emissions from faeces aerobic composting: additives	Pengomposan aerobik merupakan cara yang tepat untuk mengubah pupuk kandang menjadi kompos. Kompos yang dihasilkan menimbulkan bau, oleh karena itu perlu adanya penambahan bahan

No	Penulis	Judul	Rangkuman Penelitian
	Xiaowei Li (2021)		dan pengolahan. Bahan yang dapat ditambahkan yaitu adsorben dan bahan kimia yang dapat mengurangi bau dari kompos yang dihasilkan. Penambahan dari bahan tersebut tentunya terbatas dikarenakan terdapat faktor, seperti Rasio C/N dan kadar air.
10	Liu, L., Ye, Q., Wu, Q., Liu, T., & Peng, S. (2021)	Effect of biochar addition on sludge aerobic composting and greenbelt utilization	Hasilnya menunjukkan bahwa periode suhu tinggi yang lebih lama dapat dipertahankan ketika rasio lumpur:C:B adalah 10:6:1. Kadar air terendah hadir pada kode S2 yaitu sebesar 46,6% hilangnya Total N berkurang akibat penambahan B dan B berperan positif dalam retensi N dalam lumpur. Hasil menunjukkan bahwa biochar (B) memiliki pengaruh positif bagi bakteri.
11	Witasari, Wianthi Septia, Khalimatus Sa'diyah, dan Mohammad Hidayatulloh. (2021).	Pengaruh Jenis Komposter dan Waktu Pengomposan terhadap Pembuatan Pupuk Kompos dari Activated Sludge Limbah Industri Bioetanol	Hasil penelitian ini menunjukkan kadar unsur kompos adalah nilai C organik 10,74% (aerasi) dan 10,7% (non-aerasi), N = 0,88% (aerasi) dan 0,89 (non-aerasi), P = 0,66% (aerasi) dan 0,82 (non aerasi), K = 0,35% (aerasi) dan 0,31 (non-aerasi), rasio C/N = 12,23 (aerasi) dan 12,06 (non-aerasi), pH 7, kadar air 53,43% (aerasi) dan 52,2 (non-aerasi),

No	Penulis	Judul	Rangkuman Penelitian
			kelembaban 50,6%, suhu 30,5°C (aerasi) dan kelembaban 51,7% suhu 30,7°C (non-aerasi).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

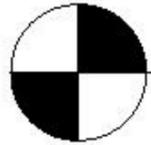
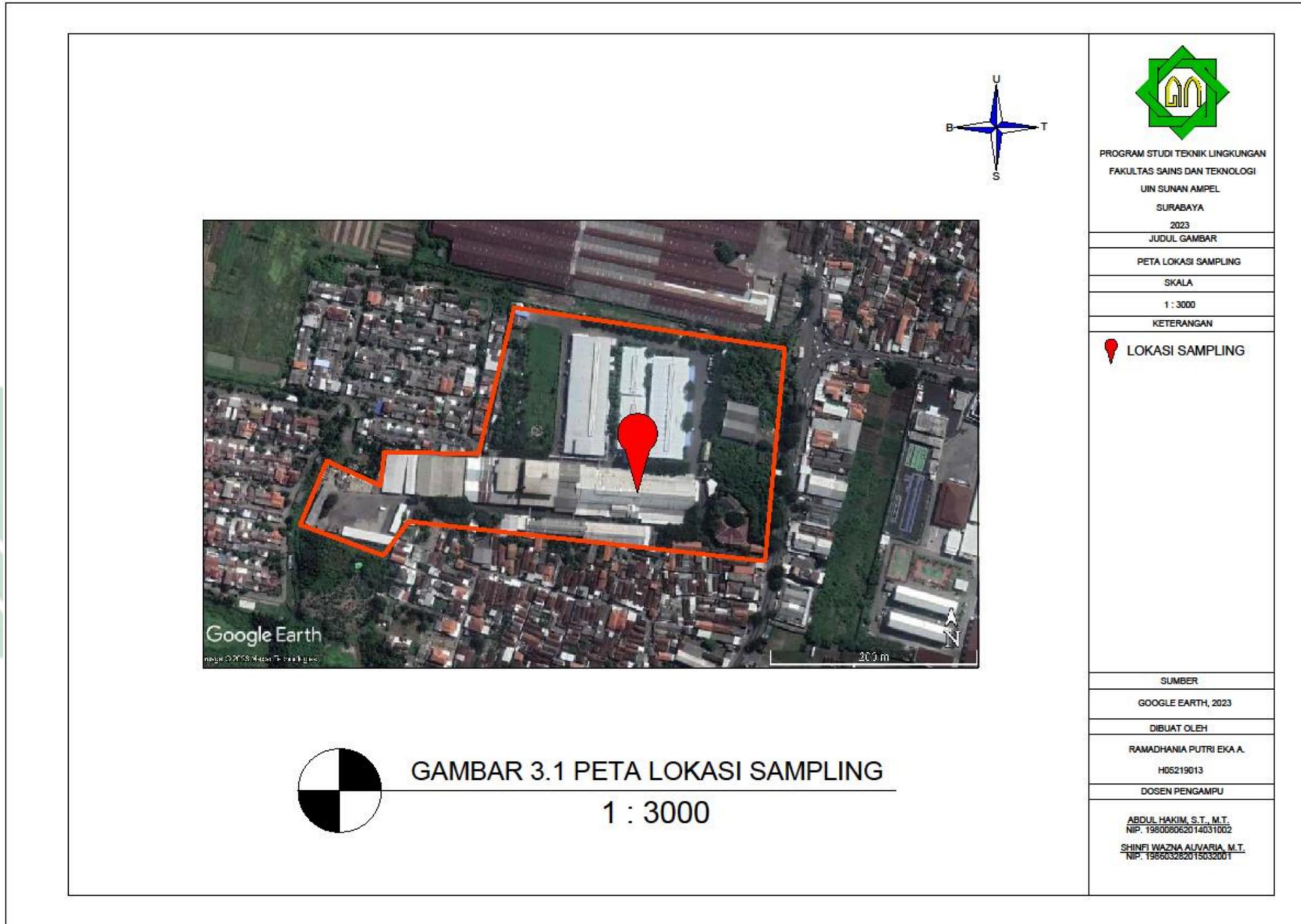
METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode *experimental design* dengan menggunakan bentuk desain *posttest-only control design*. Metode eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui dampak perlakuan tertentu (*treatment*) dalam kondisi yang terkontrol (laboratorium) (Sugiyono,2019). Pada langkah pertama dilakukan pengkajian kondisi awal karakteristik lumpur *sludge* yang ada di Instalasi Pengolahan air Limbah (IPAL) PT. SUPRAMA Sidoarjo. Kemudian dilakukan persiapan penelitian. Pelaksanaan penelitian, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan sampel lumpur “sludge” Instalasi pengolahan Air limbah (IPAL) PT. SUPRAMA yang terletak pada koordinat -7.443219 dan 112.680091 di Jl. Raya Sidoarjo No.Km.3, Desa Suko, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Dan lokasi penelitian terkait dengan kegiatan uji laboratorium berada di Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Industri Surabaya (BSPJI-Surabaya) terletak Jalan Jagir Wonokromo No. 360, Panjang Jiwo, Tenggilis Mejoyo, Surabaya, Jawa Timur dan Laboratorium Transportasi, Laboratorium Bahan dan Material, Laboratorium Kimia Lingkungan, Laboratorium mikrobiologi UIN Sunan Ampel (Kampus 2) Gunung Anyar Surabaya terletak di Jl. Ir. H. Soekarno, Kecamatan Gunung Anyar, No. 682, Surabaya, Jawa Timur



GAMBAR 3.1 PETA LOKASI SAMPLING
 1 : 3000

 PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUNAN AMPEL SURABAYA 2023	
JUDUL GAMBAR	
PETA LOKASI SAMPLING	
SKALA	
1 : 3000	
KETERANGAN	
	LOKASI SAMPLING
SUMBER	
GOOGLE EARTH, 2023	
DIBUAT OLEH	
RAMADHANIA PUTRI EKA A. H05219013	
DOSEN PENGAMPU	
ABDUL HAKIM, S.T., M.T. NIP. 198008062014031002 SHINFI WAZNA ALVARIA, M.T. NIP. 198603282015032001	

Gambar 3. 1 Peta Lokasi Sampling
Sumber : Google Earth, 2023

3.3 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan pada penelitian ini dimulai pada Februari sampai dengan Juni 2023. Dalam jangka waktu tersebut dilakukan tahap penyusunan proposal, pengambilan sampel lumpur (*sludge*), uji pendahuluan karakteristik lumpur (*sludge*), proses pengomposan, uji sampel pada hasil akhir pengomposan serta analisa dan pengolahan data.

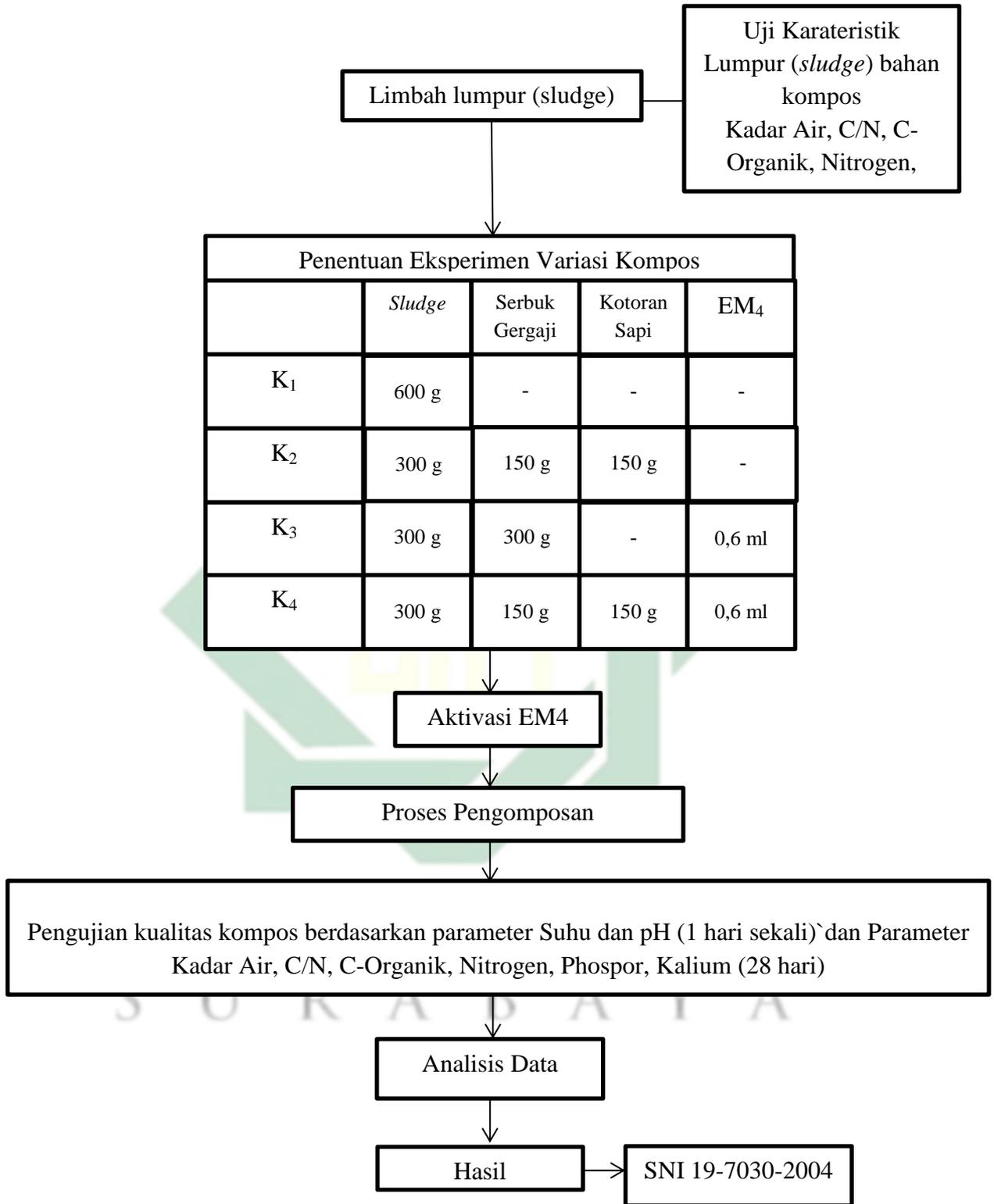
3.4 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan penelitian dapat diuraikan sebagai berikut :

3.4.1 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir pada penelitian ini adalah suatu alur dari penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan hasil penelitian yang efektif sesuai. Dalam penggunaan diagram alir memiliki tujuan dalam memudahkan penelitian supaya lebih sistematis dan sesuai dengan ruang dan tujuan dari penelitian. Penelitian ini merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui starter yang dapat digunakan untuk composting yang berbahan dasar lumpur *sludge* secara efektif. Kerangka penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.2**

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

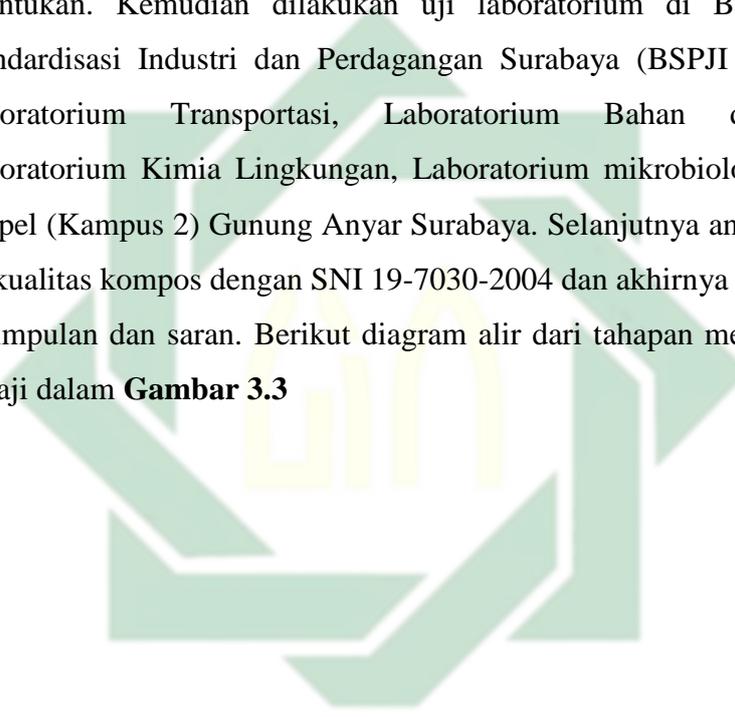


Gambar 3. 2 Kerangka Pikir Penelitian

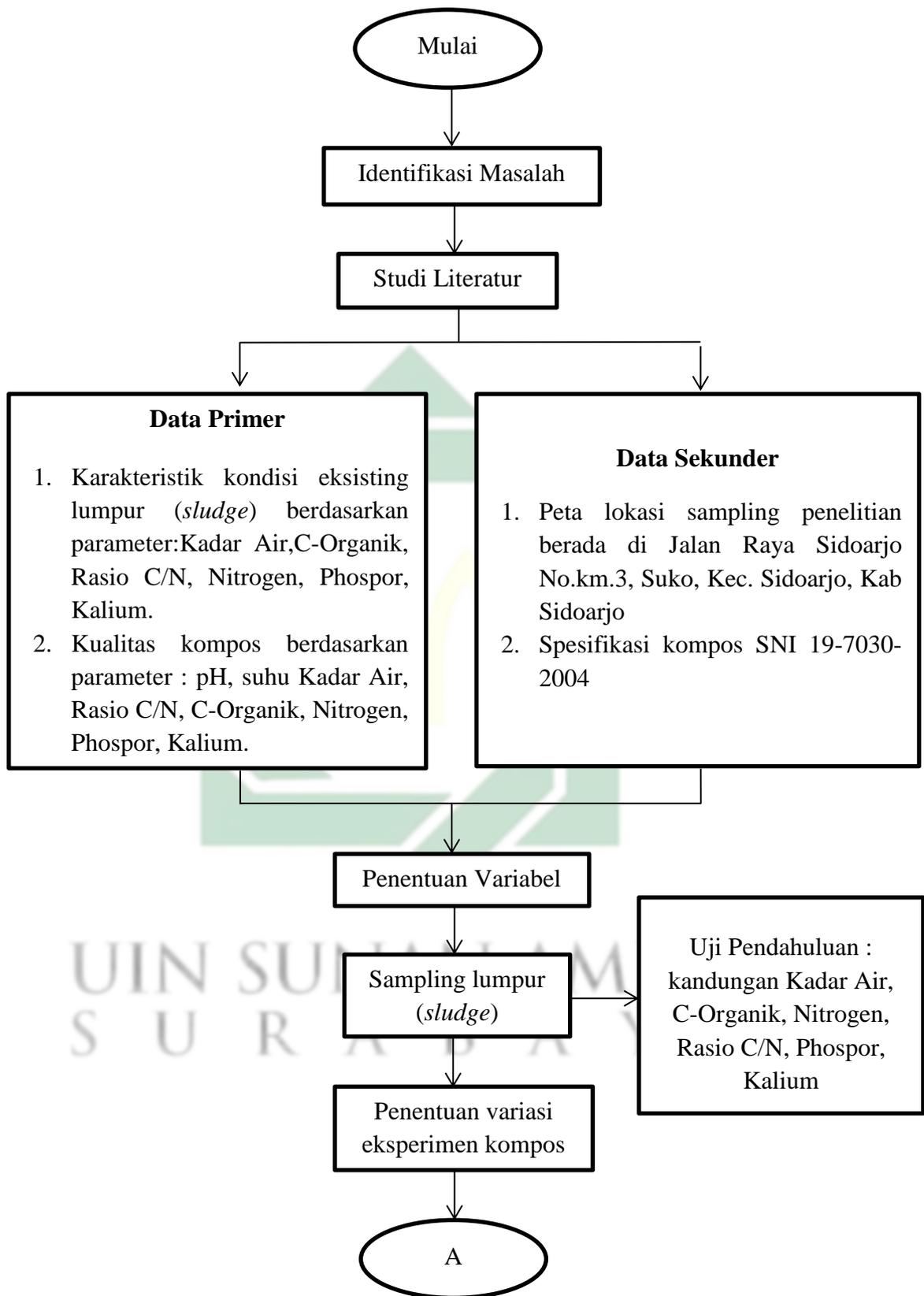
Sumber : Hasil Analisa, 2023

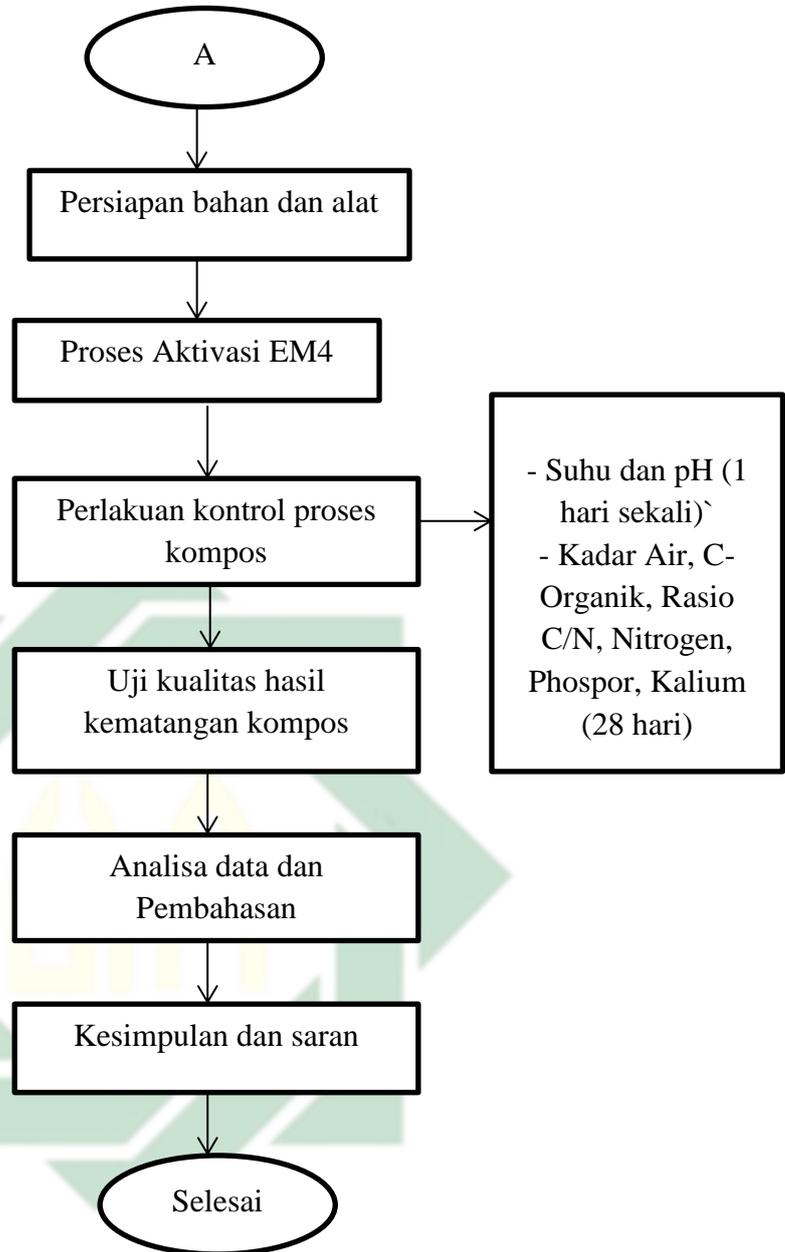
3.4.2 Tahapan penelitian

Tahapan penelitian merupakan suatu urutan atau sistematisasi dari penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Lumpur (*sludge*) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. SUPRAMA Sidoarjo Sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Kompos”. Penelitian dimulai analisis studi literatur, kemudian dilakukan pengujian kondisi eksisting karakteristik lumpur (*sludge*) dan mulai menentukan variasi pupuk kompos yang telah ditentukan. Kemudian dilakukan uji laboratorium di Balai Riset dan Standardisasi Industri dan Perdagangan Surabaya (BSPJI Surabaya) dan Laboratorium Transportasi, Laboratorium Bahan dan Material, Laboratorium Kimia Lingkungan, Laboratorium mikrobiologi UIN Sunan Ampel (Kampus 2) Gunung Anyar Surabaya. Selanjutnya analisis data hasil uji kualitas kompos dengan SNI 19-7030-2004 dan akhirnya bisa didapatkan kesimpulan dan saran. Berikut diagram alir dari tahapan metode penelitian tersaji dalam **Gambar 3.3**



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A





Gambar 3.3 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Sumber : Hasil analisa, 2023

3.5 Tahap Persiapan

Adapun beberapa tahap persiapan penelitian yang dapat diuraikan sebagai berikut:

3.5.1 Identifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah dilakukan untuk tahap awal dilakukan peninjauan mengenai permasalahan yang terjadi pada pengolahan lumpur Instalasi pengolahan Air Limbah (IPAL) di PT. SUPRAMA.

Identifikasi difokuskan pada aspek pemanfaatan lumpur “*sludge*” sebagai bahan dasar pembuatan pupuk kompos dengan menggunakan metode takakura.

3.5.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi terkait dengan penelitian yang akan dilaksanakan yaitu, pemanfaatan lumpur (*sludge*) dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. SUPRAMA Sidoarjo untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan kompos menggunakan metode pengomposan takakura. Adanya literatur dan teori yang telah didapatkan digunakan dalam pedoman dalam pelaksanaan dan analisis data penelitian, sehingga dapat menyelesaikan perumusan masalah dan batasan masalah yang telah ditentukan.

3.6 Pengumpulan Data

Tahapan ini dilakukan dengan mengumpulkan data-data yang berhubungan dan dapat menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Tahap pengumpulan data dibedakan menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder, antara lain :

3.6.1 Data Primer

Data primer pada penelitian ini merupakan data yang didapatkan secara langsung di hasil analisis, Berikut adalah data primer pada penelitian ini:

- a. Kondisi eksisting karakteristik lumpur yang dihasilkan pada unit tangki aerasi dan sedimentasi IPAL PT. SUPRAMA Sidoarjo. Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu kadar Air, Rasio C/N, C-Organik, Nitrogen (N), Rasio C/N, Fosfor (P) dan Kalium (K).
- b. Kualitas akhir pengomposan. Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu Suhu, pH, kadar Air, C-Organik, Nitrogen (N), Rasio C/N, Fosfor (P) dan Kalium (K) dapat dilihat pada **Tabel 3.1**

Tabel 3. 1 Data Primer Penelitian

No.	Data primer kondisi eksisting karakteristik lumpur <i>sludge</i>	Data primer kualitas kompos akhir	Metode Pengujian
	Parameter		
1.	-	Suhu	SNI 7763:2018
2.	-	pH	SNI 06-6989.23-2005
3.	Kadar Air	Kadar Air	SNI 7763:2018
4.	C- Organik	C- Organik	SNI 7763:2018
5.	Nitrogen (N)	Nitrogen (N)	SNI 7763:2018
6.	Rasio C/N	Rasio C/N	SNI 7763:2018
7.	Fosfor (P)	Fosfor (P)	SNI 7763:2018
8.	Kalium (K)	Kalium (K)	SNI 7763:2018

Sumber : Hasil Analisa,2023

3.6.2 Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini merupakan data pendukung yang didapatkan dari literatur yang sesuai dengan kebutuhan. Berikut adalah data sekunder pada penelitian ini:

- a. Peta lokasi penelitian yang berada di jalan yaitu berada di Jalan Raya Sidoarjo No. Km 3, Suko, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61251.
- b. SNI Nomor 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik.

Tabel 3. 2 Data sekunder Penelitian

No.	Data sekunder	Sumber Data
1.	Peta lokasi penelitian	Google Earth,2023
2.	Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik	SNI Nomor 19-7030-2004

Sumber : Hasil Analisa,2023

3.7 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini dibedakan menjadi 3 (tiga) yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkontrol, variabel penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Variabel Bebas

Pada penelitian ini, variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kotoran sapi, EM4 (*Effective Microorganism-4*), dan serbuk gergaji

2. Variabel Terikat

Pada penelitian ini, variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Suhu, pH, Kadar air, C-Organik, Nitrogen (N), Rasio C/N, Fosfor (P), dan Kalium (K).

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol pada penelitian ini terdiri dari bahan utama kompos yaitu lumpur (*sludge*) dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. SUPRAMA.

3.8 Alat dan Bahan penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Alat dan Bahan Penelitian

No.	Alat dan Bahan	Satuan	Jumlah	Fungsi	Sumber
1.	Sekop	Buah	1	Untuk mengambil kotoran sapi, dan serbuk gergaji	SNI 7763:2018
2.	Ember cat	Buah	4	Sebagai wadah untuk lumpur <i>sludge</i> yang telah diambil	Amirul, 2022
3.	Keranjang Takakura	Buah	4	Sebagai tempat pengomposan	Amirul, 2022
4.	Neraca Ohaus	Buah	1	Untuk menimbang berat dari bahan yang digunakan pada saat pengomposan	SNI 7763:2018
5.	Thermometer	Buah	1	Sebagai alat pengukur suhu	SNI 7763:2018
6.	pH meter	Buah	1	Sebagai alat pengukur pH	SNI 7763:2018
7.	Sarung tangan	Buah	3	Sebagai pelindung ketika mengambil sampel lumpur <i>sludge</i> , serbuk gergaji, kotoran sapi, dan pada saat proses pengomposan	Amirul, 2022
8.	Botol	Buah	3	Sebagai wadah dalam pengaktifan EM ₄	SNI 7763:2018
9.	Gelas Ukur	Buah	1	Untuk mengukur bahan cair yang digunakan pada pembuatan larutan EM ₄ dan mengukur <i>sludge</i> yang akan di oven	SNI 7763:2018
10.	Lumpur	Kg	1,5	Sebagai bahan dasar pembuatan	Niken

No.	Alat dan Bahan	Satuan	Jumlah	Fungsi	Sumber
	(<i>sludge</i>)			kompos	Wijayanti, 2020
11.	Serbuk gergaji	g	600	Sebagai bahan campuran pembuatan <i>kompos (Bulking Agent)</i>	Niken Wijayanti, 2020
12.	Kotoran Sapi	g	300	Sebagai variasi starter pada saat proses pengomposan	Niken Wijayanti, 2020
13.	Molasses	Kg	0,3	Sebagai bahan campuran pembuatan larutan starter	Farah, 2020
14.	Air	mL	300	Sebagai bahan campuran pembuatan larutan starter	Farah, 2020
15.	EM4	mL	0,12	Sebagai variasi aktivator pada saat proses pengomposan	Farah, 2020
16.	Oven	buah	3	Sebagai media pembantu pengeringan lumpur	Niken Wijayanti, 2020
17.	Loyang	buah	4	Sebagai tempat <i>sludge</i> saat dikeringkan pada oven	Niken Wijayanti, 2020
18.	Furnace	buah	1	Sebagai media uji c-organik pada hasil kompos	SNI 7763:2018
19.	Cawan porselein	buah	5	Sebagai tempat <i>sludge</i> dan hasil kompos saat dilakukan pengujian kadar air maupun c-organik	SNI 7763:2018
20.	Mortar	buah	1	Sebagai media pembantu penghalusan untuk pengujian pH kompos	SNI 7763:2018
21.	Erlenmeyer	buah	1	Sebagai tempat pengujian pH dalam kualitas kompos	SNI 7763:2018
22.	Magnetic Stirer	buah	1	Sebagai media dalam menghomogenkan larutan dalam pengujian parameter pH	SNI 7763:2018
23.	Penjepit Furnace	buah	1	Sebagai media dalam pengeluaran pengujian kadar air dan c-organik dalam oven dan furnace	SNI 7763:2018

3.9 Pelaksanaan Penelitian

3.9.1 Sampel Penelitian

Sampel pada penelitian ini adalah lumpur (*sludge*) dari unit tangki aerasi dan sedimentasi (*settling effluent*) pada Instalasi Pengolahan air Limbah (IPAL). Pengeringan lumpur yang akan digunakan untuk bahan pengomposan melalui tahap pengeringan pada oven. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah metode *grab sampling*, yaitu pengambilan sampel yang dilakukan pada waktu dan lokasi tertentu (Farah, 2020)

3.9.2 Analisis Karakteristik Lumpur *sludge*

Bahan kompos dengan pemanfaatan lumpur *sludge* terlebih dahulu dianalisis sifat kimianya. Berikut analisis sifat kimia dengan uji parameter yang dilakukan dalam penelitian ini tersaji dalam **Tabel 3.4**

Tabel 3. 4 Analisis Sifat Kimia Bahan Kompos

No.	Parameter	Metode	Sumber
1.	Kadar Air	Gravimetri	SNI 7763:2018
2.	C-Organik	Gravimetri	SNI 7763:2018
3.	Nitrogen (N)	Kjeldahl	SNI 7763:2018
4.	Rasio C/N	Perhitungan	SNI 7763:2018
5.	Phospor (P)	Spektrofotometri	SNI 7763:2018
6.	Kalium (K)	SSA	SNI 7763:2018

Sumber: SNI 7763:2018

3.9.3 Penentuan Variasi Kompos

Penelitian ini menggunakan lumpur *sludge* biologi industri mie, serbuk gergaji, kotoran sapi dan aktivator EM₄. Penelitian ini digunakan adalah jenis penelitian metode *experimental design* dengan menggunakan desain *posttest-only control design*. Penentuan variasi kompos pada penelitian ini terdiri dari empat (4) perlakuan kombinasi yang berbeda-beda dengan menggunakan kode K₁, K₂, K₃, dan K₄. Dimana K₁, sebagai kontrol dan K₂, K₃, dan K₄ sebagai eksperimen. Mengacu pada penelitian sebelumnya Niken Wijayanti (2020) yaitu sebanyak 300 gr tiap reaktor diberi penambahan limbah *sludge* yang membedakan hanya pada penggunaan starter yang akan dianalisis dan total massa tiap reaktor kompos yang digunakan mengacu pada penelitian agustin (2006) yaitu 15 kg dengan perbandingan 1:25 sebesar 600 gr setiap variasi kompos. Berikut penentuan variasi kompos yang dilakukan pada penelitian ini:

- a. K₁ : 600 gr Lumpur (100%)
- b. K₂ :300 gr Lumpur : 150 gr Serbuk Gergaji : 150 gr Kotoran Sapi (50% : 25% : 25%).

- c. K₃ : 300 gr Lumpur : 300 gr Serbuk Gergaji + EM₄ 0,6 ml (50% : 50% + EM₄)
- d. K₄ : 300 gr Lumpur : 150 gr Serbuk Gergaji : 150 gr Kotoran Sapi + EM₄ 0,6 ml (50% : 25% : 25% + EM₄)

3.9.4 Aktivasi aktivator EM₄

Aktivator yang digunakan pada penelitian ini adalah EM₄ (Effective Microorganism). Penambahan aktivator ini digunakan untuk mempercepat proses degradasi bahan organik kompos. Dosis EM₄ yang digunakan mengacu pada penelitian Ristiawan dkk (2013), Arum sari dkk (2012), Sujiwo (2013), dan Farah (2020), yaitu sebanyak 0,6 ml aktivator EM₄ ditambahkan 0,6 kg bahan kompos.

Langkah – langkah aktivasi aktivator EM₄ :

- a. Melarutkan sebanyak 30 gram gula pada 300 ml air mendidih (100°C).
- b. Mencampurkan 0,6 ml EM₄ pada 0,6 mL air larutan gula
- c. Membuat larutan EM₄ untuk 2 reaktor

3.9.5 Proses Pengomposan

Pembuatan kompos pada penelitian ini menggunakan metode takakura, langkah – langkah pembuatan kompos sebagai berikut :

a. Pencampuran bahan

Mengacu pada penelitian sebelumnya Bagus,dkk (2012) yaitu total massa bahan variasi kompos sebesar 600 gram dalam 1 reaktor.

- 1) Reaktor 1, adapun langkah pertama yaitu menyiapkan keranjang dengan kapasitas 2 kilogram. 200 gram bantalan sekam bawah dimasukkan dalam keranjang, kemudian potong kardus sebagai penutup bolongan keranjang. Bibit kompos 600 gram lumpur sebagai kontrol kemudian diletakkan bantalan sekam kedua diatas bahan kompos, ditutup rapat dengan kain yang berpori, dan ditutup dengan penutup keranjang.

- 2) Reaktor 2, adapun langkah pertama yaitu menyiapkan keranjang dengan kapasitas 600 gram. 200 gram bantalan sekam bawah dimasukkan dalam keranjang, kemudian potong kardus sebagai penutup bolongan keranjang. Bibit kompos 300 gram lumpur dimasukkan dalam keranjang hingga tertutup bantalan sekam, kemudian memasukkan serbuk gergaji sebanyak 150 gram sebagai bulking agent dan kemudian ditambahkan sebanyak 150 gram kotoran sapi yang telah dipreparasi, bahan tersebut diaduk merata kemudian diletakkan bantalan sekam kedua diatas campuran bahan kompos yang telah diaduk, ditutup rapat dengan kain yang berpori, dan ditutup dengan penutup keranjang.
- 3) Reaktor 3, adapun langkah pertama yaitu menyiapkan keranjang dengan kapasitas 2 kilogram. 200 gram bantalan sekam bawah dimasukkan dalam keranjang, kemudian potong kardus sebagai penutup bolongan keranjang. Bibit kompos 300 gram lumpur dimasukkan dalam keranjang hingga tertutup bantalan sekam, kemudian memasukkan serbuk gergaji sebanyak 300 gram sebagai bulking agent, bahan tersebut diaduk merata serta di semprotkan aktivator EM4 sebanyak 0,6 ml/600 gram bahan kompos. kemudian diletakkan bantalan sekam kedua diatas campuran bahan kompos yang telah diaduk, ditutup rapat dengan kain yang berpori, dan ditutup dengan penutup keranjang.
- 4) Reaktor 4, adapun langkah pertama yaitu menyiapkan keranjang dengan kapasitas 2 kilogram. 200 gram bantalan sekam bawah dimasukkan dalam keranjang, kemudian potong kardus sebagai penutup bolongan keranjang. Bibit kompos 300 gram lumpur dimasukkan dalam keranjang hingga tertutup bantalan sekam, kemudian memasukkan serbuk gergaji sebanyak 150 gram sebagai bulking agent dan kemudian ditambahkan sebanyak 150 gram kotoran sapi yang telah dipreparasi, bahan tersebut

diaduk merata serta disemprotkan aktivator EM4 sebanyak 0,6 ml/600 gram bahan kompos. kemudian diletakkan bantalan sekam kedua diatas campuran bahan kompos yang telah diaduk, ditutup rapat dengan kain yang berpori, dan ditutup dengan penutup keranjang.

b. Pemberian Air

Pada saat proses pengomposan pemberian air dilakukan sesekali agar kompos tidak kering dan untuk menjaga kelembapan pada saat proses pengomposan.

c. Pembalikan

Menurut Penelitian Sebelumnya Priyantini (2015) Perlakuan Pembalikan kompos dilakukan 2 – 3 hari sekali. Setiap tiga (3) hari sekali dilakukan pembalikan pada kompos agar proses pembusukan dapat merata

d. Pengecekan pH dan Suhu

Pengecekan suhu dan pH dilakukan selama 1 (satu) hari sekali pada 4 reaktor *composting* dalam 1 tumpukan didiamkan selama 2 hingga 3 menit

e. Pengukuran nilai kadar air, rasio C/N, C-Organik, Nitrogen (N), Phospor (P) dan Kalium (K) pada akhir pengomposan yaitu selama 28 hari.

3.9.6 Analisis Parameter

Pengukuran parameter uji dilakukan untuk mendapatkan kualitas dari kompos yang dihasilkan pada penelitian ini. Parameter yang diamati pada penelitian ini dibedakan menjadi 2 yaitu:

a. Parameter Fisika

1) Suhu

Berikut adalah prosedur yang dilakukan untuk melakukan pengujian suhu yang mengacu pada SNI 06-6989.23-2005 :

a) Mempersiapkan alat yang akan digunakan yaitu termometer

- b) Memasukkan termometer ke dalam sampel dan membiarkan selama 2-3 menit sampai thermometer stabil.
- c) Mencatat hasil yang didapatkan dari pengukuran menggunakan termometer tanpa mengeluarkannya dari sampel.

b. Parameter Kimia

1) pH

Berikut adalah prosedur yang dilakukan untuk melakukan pengujian pH yang mengacu pada SNI 7763:2018 :

- a) Menimbang sampel yang telah dihaluskan sebanyak 5 g, kemudian dimasukkan ke dalam botol kocok dan ditambahkan aquades 20 ml.
- b) Mengocok larutan sampel dengan menggunakan alat shaker selama 30 menit
- c) Mengukur kadar sampel dengan menggunakan alat pH meter yang telah dikalibrasi dengan menggunakan larutan pH 7,0 dan 4,0.

2) Kadar Air

Berikut adalah prosedur yang dilakukan untuk melakukan pengujian kadar air yang mengacu pada SNI 7763:2018 :

- a) Menimbang sampel 10-12 g, kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah ditimbang
- b) Memasukkan cawan porselin yang telah terdapat sampel ke dalam oven dan dikeringkan dengan suhu 105 °C selama 16 jam
- c) Mendinginkan cawan porselin ke dalam desikator dan kemudian ditimbang
- d) Simpan sampel yang telah ditimbang untuk digunakan pada pencarian kadar C-organik dengan menggunakan cara pengabuan.

e) Menghitung kadar air menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{(W1-W2)}{W1} \times 100\% \dots\dots\dots\text{Rumus 3.1}$$

Keterangan :

W1 : Berat sampel (g)

W2 : Berat sampel setelah dikeringkan (g)

3) C-Organik

Berikut adalah prosedur yang dilakukan untuk pengujian C-organik yang mengacu pada SNI 7763:2018 :

- a) Memasukkan sampel yang telah dilakukan pengujian kadar air kedalam tanur
- b) Kemudian melakukan proses pengabuan pada sampel dengan menggunakan suhu 300 °C selama 1,5 jam, setelah itu dilanjutkan dengan menggunakan suhu 600 °C selama 2,5 jam
- c) Mematikan tanur dan mendinginkan sampel ke dalam desikator, setelah dingin kemudian di timbang
- d) Menghitung C-organik menggunakan rumus berikut:

$$\text{C - organik \%} = \frac{W2}{W1} \times 100\% \dots\dots\dots\text{Rumus 3.2}$$

Keterangan :

W2 : Berat abu (g)

W1 : Berat sampel (g)

4) Nitrogen (N)

Berikut adalah prosedur yang dilakukan untuk pengujian Nitrogen (N) yang mengacu pada SNI 7763:2018 :

- a) Menimbang 0,5 gram sampel dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl

- b) Menambahkan 10 ml larutan asam sulfat-salisilat pada labu Kjeldahl dan digoyangkan hingga tercampur kemudian dibiarkan semalaman
- c) Menambahkan 4 gram $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kemudian dipanaskan pada suhu rendah dan suhu dinaikkan secara bertahap sampai suhu mencapai 300°C dan biarkan sampai dingin
- d) Melakukan penyulingan larutan tersebut setelah dilakukan penambahan 10 ml larutan NaOH 40% dengan menggunakan penampung hasil sulingan yang telah ditambahkan larutan asam borat 1 % dan ditambah 3 tetes indikator Conway.
- e) Hentikan penyulingan apabila volume hasil penyulingan telah mencapai ± 100 ml
- f) Mencampur hasil destilasi dengan larutan H_2SO_4 0.05 N hingga warna hijau berubah menjadi merah jambu dan catat volume larutan H_2SO_4 0.05 N yang dipakai
- g) Lakukan penetapan larutan blanko
- h) Menghitung Nitrogen total menggunakan rumus berikut :

Nitrogen total, adbk% =

$$\left\{ \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 14.008}{w} \right\} \times 100\% \times fk \dots \dots \dots \text{Rumus 3. 3}$$

Keterangan :

V1 : Volume larutan H_2SO_4 0.05 N yang dipakai untuk titrasi sampel (mL)

V2 : Volume larutan H_2SO_4 0.05 N yang dipakai untuk titrasi blanko (mL)

N : Normalitas H_2SO_4 0.05 N yang dipakai sebagai titran

14.008 : Berat atom nitrogen

fk : Faktor koreksi kadar air

W : Berat sampel (mg)

5) Rasio C/N

Pada pengujian C/N dilakukan dengan menggunakan cara yaitu membagi persentase C-organik dengan N-total. Berikut rumus menghitung rasio C/N berdasarkan SNI 7763:2018 :

$$C/N = \frac{\%C\text{-organik}}{\%Nitrogen} \dots\dots\dots \text{Rumus 3. 4}$$

6) Phospor (P)

Berikut adalah prosedur yang dilakukan untuk melakukan pengujian Fosfor (P) yang mengacu pada SNI 7763:2018 :

a) Ekstraksi menggunakan *microwave digester* / sistem destruksi tertutup

- 1) Menimbang 1 g sampel yang telah dihaluskan
- 2) Memasukkan ke dalam *digestion vessel* dan menambahkan 10 ml HNO₃ pa
- 3) Menutup *vessel* dan menempatkan ke dalam *microwave*, kemudian atur power sesuai dengan jumlah sampel atau *vessel* yang digunakan.
- 4) Memanaskan pada *microwave digester* selama 20 menit dengan suhu 200 °C
- 5) Mendinginkan *vessel* yang telah dipanaskan dan memindahkan ekstrak ke dalam labu ukur 100 ml. kemudian mengencerkan dengan menambahkan H₂O hingga mencapai batas.
- 6) Menghomogenkan dengan cara mengocok dan setelah itu dibiarkan semalaman atau disaring dengan menggunakan kertas saring untuk mendapatkan ekstrak yang jernih.

b) Pengujian P

- 1) Mengambil larutan ekstrak sebanyak 1 ml dengan menggunakan pipet dan dimasukkan ke dalam tabung kimia 20 ml, hal tersebut dilakukan pada masing-masing deret standar kerja P

- 2) Menambahkan 9 ml pereaksi fosfat molibdat encer pada setiap sampel dan deret standar kerja, kemudian menghomogenkan dengan cara dikocok dengan menggunakan *vortex mixer*.
- 3) Mendinginkan selama 15-25 menit, kemudian diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 889 nm.
- 4) Menghitung kadar fosfor menggunakan rumus berikut :

Kadar fosfor (%) =

$$C \times \left(\frac{V}{1000}\right) \times \left(\frac{100}{W}\right) \times \left(\frac{142}{62}\right) \times FP \times FK \dots\dots\dots \text{Rumus 3.5}$$

Keterangan :

- C : Kadar sampel (mg)
- V : Volume ekstrak (ml)
- W : Berat sampel (mg)
- fp : Faktor pengencer
- fk : Faktor koreksi kadar air
- 100 : Faktor konversi ke %
- 142/62 : Faktor konversi bentuk P menjadi P₂O₅

7) Kalium (K)

Berikut adalah prosedur yang dilakukan untuk melakukan pengujian Kalium (K) yang mengacu pada SNI 7763:2018 :

- a) Ekstraksi menggunakan microwave digester / sistem destruksi tertutup
 - 1) Menimbang 1 g sampel yang telah dihaluskan
 - 2) Memasukkan ke dalam digestion vessel dan menambahkan 10 ml HNO₃ pa
 - 3) Menutup vessel dan menempatkan ke dalam microwave, kemudian atur power sesuai dengan jumlah sampel atau vessel yang digunakan.

- 4) Memanaskan pada microwave digester selama 20 menit dengan suhu 200 °C
- 5) Mendinginkan vessel yang telah dipanaskan dan memindahkan ekstrak ke dalam labu ukur 100 ml. kemudian mengencerkan dengan menambahkan H₂O hingga mencapai batas.
- 6) Menghomogenkan dengan cara mengocok dan setelah itu dibiarkan semalaman atau disaring dengan menggunakan kertas saring untuk mendapatkan ekstrak yang jernih.

b) Pengujian K

- 1) Mengambil larutan ekstrak sebanyak 1 ml dengan menggunakan pipet dan dimasukkan ke dalam tabung kimia 20 ml, hal tersebut dilakukan pada masing-masing deret standar kerja K
- 2) Menambahkan 1 ml larutan LaCl₃ pada setiap sampel dan deret standar kerja dan mengencerkan hingga 10 ml, kemudian menghomogenkan dengan cara dikocok dengan menggunakan *vortex mixer*.
- 3) Mendinginkan selama 15-25 menit, kemudian diukur absorbansi larutan dengan menggunakan alat SSA atau flamefotometer pada panjang gelombang 766.5 nm.
- 4) Menghitung kadar fosfor menggunakan rumus berikut :

Kadar kalium (%) =

$$C \times \left(\frac{V}{1000}\right) \times \left(\frac{100}{W}\right) \times \left(\frac{94}{78}\right) \times FP \times FK \dots \dots \dots \text{Rumus 3.}$$

6

Keterangan :

- C : Kadar sampel (mg)
- V : Volume ekstrak (ml)
- W : Berat sampel (mg)
- fp : Faktor pengencer
- fk : Faktor koreksi kadar air
- 100 : Faktor konversi ke %

3.10 Analisis Data

Penyusunan data didapat dari suatu pengamatan eksperimen yang telah dilakukan, Analisis berupa angka-angka atau fakta yang ada setelah dilakukannya penelitian, Adapun analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Uji karakteristik Lumpur pada kondisi eksisting

Dalam penelitian ini menggunakan lumpur biologis yang berasal dari unit tangka aerasi dan sedimentasi akhir (*Settling Effluent*) Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. SUPRAMA. Menurut Dicky (2016) *sludge* yang berasal dari *secondary sludge*, merupakan endapan mikroba sisa yang dibuang dari Unit Pengolahan Air Limbah (WWTP) dan *sludge* organik berasal dari kolam pengendap akhir (*secondary settling tank*). Pada lumpur yang berasal dari sedimentasi akhir dilakukan pengujian berskala laboratorium dengan uji parameter Kadar Air, C-Organik, Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K). Kegunaan unsur- unsur hara tersebut dalam tanaman dengan parameter nitrogen untuk pembentukan hijau daun berguna dalam proses fotosintesis, parameter fosfor berguna tuk merangsang pertumbuhan akar, parameter Kalium untuk membantu pembentukan dan karbohidrat serta karbon sebagai pembangun bahan organik (Marsono, 2006). Data yang telah didapatkan dalam penelitian laboratorium ini disajikan dengan menggambarkan data yang telah terkumpul dan mengakumulasikan data tersebut dalam bentuk tabel deskripsi.

b. Uji Kualitas kompos

Analisa data didapatkan dari uji laboratorium untuk parameter kimia dan uji lapangan untuk parameter fisika untuk mendapatkan hasil nilai kematangan kompos yang baik. Berikut merupakan uraian data kualitas kompos berdasarkan parameter:

1) Parameter Fisik (1 hari sekali)

Analisis pH menggunakan pH meter, dan Analisis suhu menggunakan termometer digital

- 2) Parameter Kimia (akhir pengomposan/28 hari)
 - a) Analisis Kadar Air menggunakan metode gravimetri dengan **Rumus 3.1**
 - b) Analisis C-Organik menggunakan metode gravimetri dengan **Rumus 3.2**
 - c) Analisis Nitrogen (N) menggunakan metode Kjeldahl dengan **Rumus 3.3**
 - d) Analisis Rasio C/N, dihitung dengan menggunakan **Rumus 3.4**
 - e) Analisis Fosfor (P) menggunakan metode spektrofotometer dengan **Rumus 3.5**
 - f) Analisis Kalium (K) menggunakan metode SSA dengan **Rumus 3.6**

Selanjutnya, data disajikan dalam penelitian ini yaitu dengan menggambarkan data yang telah terkumpul dan mengakumulasi data tersebut dalam bentuk tabel deskripsi.

c. Tingkat Efektivitas Kualitas Kompos

Analisis tingkat efektivitas didapatkan dari data uji kualitas variasi hasil kompos tiap reaktor pada parameter yang telah dilakukan pengujian berskala laboratorium antara lain yaitu pH, suhu, kadar Air, rasio C/N, C-Organik, nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K). Kemudian menganalisis dengan membandingkan hasil penelitian setiap perlakuan dengan mencari hasil yang paling efektif mengenai kematangan hasil kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Instansi

Gambaran umum instansi terkait dengan penelitian ini digunakan agar lebih mengenal profil umum dari PT. SUPRAMA. Untuk itu dapat diuraikan sebagai berikut:

4.1.1 Sejarah Umum

Bermula PT. Surya Pratista Utama merintis usaha dengan sederhana sebagai perusahaan kecil yang dikelola keluarga dengan nama PT. Sampurna Pangan Indonesia (SAMPINDO) yang berdiri pada tahun 1972 di Sidoarjo, Jawa Timur. PT. Sampurna Pangan Indonesia (SAMPINDO) memproduksi mie dan snack berkualitas tinggi dengan komitmen mengutamakan kualitas, nilai dan rasa yang bermutu, bisnis bertumbuh dengan baik melalui produk paling populer dengan merek mi telur kering merk Burung Dara. Di 1989, seiring dengan perubahan zaman yang semakin maju dan permintaan dari konsumen yang terus meningkat, maka PT. Sampurna Pangan Indonesia (SAMPINDO) berpindah lokasi di Suko, Sidoarjo dan memulai produksi beragam mie instan merek Surya Mi dan produk snack. Dengan 6 hektar area produksi yang mempekerjakan lebih dari 1000 karyawan dan 30 armada, PT. Sampurna Pangan Indonesia (SAMPINDO) merupakan salah satu perusahaan dengan kapasitas produksi yang terbesar di Indonesia Timur. Produk didistribusikan ke seluruh Jawa dan berbagai cabang di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan lain-lain.

Dalam era globalisasi, PT. Sampindo mencari-cari perusahaan untuk dilakukan kerja sama yang pada saat itu terdapat 2 calon setelah dilakukannya seleksi yaitu Unilever dan Heinz. Akhirnya kerjasama jatuh kepada HJ. Heinz pada tahun 1997, dan berganti nama menjadi PT. Surya Pratista Utama (SUPRAMA) dan memulai ekspansi produk ke pasar internasional. Manajemen dan integritas organisasi, produk kualitas dan efisiensi teknologi semakin ditingkatkan untuk memperluas cakupan produk di pasar lokal dan internasional dalam masa kerjasama ini. Pada tahun 2000.

PT Suprama berganti nama menjadi PT. Heinz Suprama dan sejak Tahun 2006, PT. Heinz Suprama mengalami pecah kongsi, sekarang PT. Suprama, kembali sebagai bisnis keluarga dan menjadi Perusahaan Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) dan berganti nama menjadi PT. Surya Pratista Utama (SUPRAMA) sedangkan HJ Heinz kembali berfokus pada bisnis industri utamanya. Sampai saat ini PT. Suprama terus memosisikan diri sebagai produsen produk mi dan snack terpercaya yang berkualitas dan berkomitmen tinggi.

4.1.2 Lokasi Instansi

PT. SUPRAMA terletak pada koordinat yang terletak pada koordinat - 7.443219 dan 112.680091 yang berada Jl. Raya Sidoarjo No.Km.3, Suko, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. PT. SUPRAMA terletak PT SUPRAMA terletak ± 15 Km dari Kota Surabaya atau ± 36 Km dari Kota Mojokerto ke arah timur. Total luas area PT SUPRAMA adalah ± 7 Ha, sudah termasuk area produksi, gudang penyimpanan serta tempat penampungan sementara limbah B3. Batas-batas lokasi PT. SUPRAMA adalah:

1. Batas sebelah utara : Lahan kosong milik PT. SUPRAMA
2. Batas sebelah timur : Jalan Raya Sidoarjo
3. Batas sebelah selatan : Perumahan Desa Suko
4. Batas sebelah barat : Lahan kosong

4.1.3 Visi dan Misi Instansi

Adapun Visi dan Misi dari PT. SUPRAMA antara lain sebagai berikut :

a. Visi

Menjadi perusahaan mi dan makanan alternatif terbaik di Indonesia dan diakui oleh pasar dunia

b. Misi

Menghasilkan produk makanan berkualitas dengan harga terjangkau dan mudah diperoleh konsumen, sehingga menghasilkan manfaat yang berkelanjutan bagi *stakeholder*.

4.2 Hasil Karakteristik Limbah sludge pada unit tangki aerasi dan sedimentasi IPAL PT. SUPRAMA

Proses pengomposan dipengaruhi oleh adanya treatment awal pada lumpur unit aerasi dan sedimentasi Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. SUPRAMA Sidoarjo untuk dijadikan bahan pembuatan kompos. Adapun beberapa tahapan untuk menjadikan lumpur sebagai bahan kompos.

4.2.1 Persiapan Lumpur *sludge*

Lumpur kebanyakan mengandung air, residu organik, dan logam anorganik (Danish et al, 2016). Terdapat dua jenis lumpur berdasarkan sumbernya, yaitu Lumpur kasar utama terbentuk dari padatan yang mengendap selama proses pengendapan primer. Sementara itu, lumpur aktif buangan terdiri dari flok-flok yang terbentuk dari campuran mikroorganisme dan sebagian polutan yang teroksidasi selama proses aerasi, dan mengendap di dalam tangki pengendapan sekunder (secondary clarifier) (Lehr dan Keeley, 2005).

Lumpur yang dimanfaatkan pada penelitian ini berasal dari tangki aerasi dan sedimentasi yang dihasilkan oleh unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. SUPRAMA yang berada di Desa Suko, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo. pengambilan lumpur yang digunakan dalam pengomposan dilakukan pada pukul 09.30 WIB dengan dibantu oleh tenaga ahli yang sudah tersertifikasi, Lumpur terlebih dahulu dilakukan pretreatment untuk mengolahnya. Menurut penelitian Ummah (2018), dalam proses pengolahan lumpur bertujuan untuk mengurangi volume lumpur dengan metode pemisahan air dari lumpur sebelum dibuang.



Gambar 4. 1 Proses Pengambilan lumpur IPAL PT. SUPRAMA



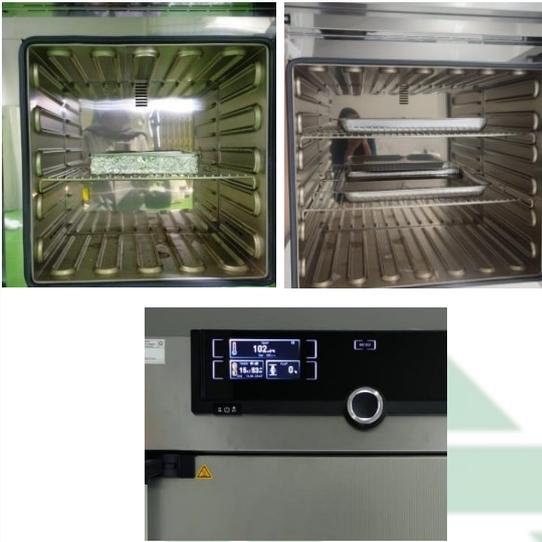
Gambar 4. 2 Proses Pengendapan Lumpur IPAL PT. SUPRAMA

Lumpur yang telah diolah dengan metode pemisahan antara air dan lumpur disajikan pada **Gambar 4.2**. Menurut penelitian Cahyadi (2016) sebaiknya, dalam proses pengomposan lumpur disarankan agar lumpur berada dalam kondisi kering. Hal ini memudahkan saat mencampur dan mengaduk dengan campuran bahan baku pupuk kandang dan serbuk gergaji. Tahapan persiapan dari lumpur yang akan dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos disajikan pada **Tabel 4.1**

Tabel 4. 1 Persiapan Lumpur Sebagai Bahan Baku Kompos

No	Perlakuan	Keterangan
1.		<p>Menyiapkan lumpur yang telah diolah dengan pemisahan antara air dan lumpur. Lumpur yang sudah melalui tahap pengolahan akan memiliki ciri fisik yaitu terpisahnya antara air dengan lumpur.</p>
2.		<p>Lumpur yang telah mengendap kemudian diambil dan diukur sebanyak 500 ml dalam gelas beker, selanjutnya di tuangkan ke dalam loyang untuk dilakukan penimbangan berat awal. Hal ini bertujuan untuk perhitungan dari pengurangan kandungan air pada lumpur. Hasil yang didapatkan sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2. 514,4 gram 3. 342,9 gram

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

No	Perlakuan	Keterangan
3.		<p>Lumpur di oven dengan suhu 105°C selama 16 jam, hal ini memiliki tujuan untuk mengurangi kadar air yang masih terkandung di dalam lumpur IPAL tersebut.</p>
4.		<p>Lumpur yang telah dilakukan tahap pengovenan, kemudian dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat akhir dari lumpur. Hasil yang didapatkan sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 17,8 gram. 2. 10,9 gram.

Sumber : Hasil Analisa, 2023

4.2.2 Analisis Karakteristik Lumpur (*Sludge*)

Air limbah yang dihasilkan di PT. SUPRAMA Sidoarjo terdiri atas 2 jenis yaitu limbah hasil produksi yang berasal dari limbah hasil proses produksi dan limbah domestic yang berasal dari kamar mandi dan kantin. Pada karakterisasi kandungan kompos efektif dengan pemanfaatan lumpur (*sludge*) Instalasi Pengolahan Air limbah pada tangki aerasi dan sedimentasi terlebih dahulu dilakukan uji karakteristik limbah lumpur *sludge*. Kandungan nilai beberapa parameter yang dilakukan pengujian sampel dan baku mutu SNI 19-7030 Tahun 2004 disajikan pada **Tabel 4.2**

Tabel 4. 2 Hasil Karakteristik Limbah Lumpur sludge unit tangki aerasi dan sedimentasi IPAL PT. SUPRAMA

No	Parameter	Hasil Uji Karakteristik Lumpur sludge IPAL PT. SUPRAMA	Baku Mutu (SNI 19-7030-2004)		Sumber	Keterangan
			Min.	Maks.		
1.	Kadar Air	96,67%	-	50	Data Primer	Tidak Memenuhi Baku Mutu
2.	C-Organik	13,81%	9,8	32	Data Primer	Memenuhi Baku Mutu
3.	Nitrogen (N)	0,43 %	0,40	-	BSPJI (2023)	Memenuhi Baku mutu
4.	Rasio C/N	31,84 %	10	20	Data Primer dan BSPJI (2023)	Tidak Memenuhi Baku mutu
5.	Phosfor (P ₂ O ₅)	0,32 %	0,10	-	BSPJI (2023)	Memenuhi Baku mutu
6.	Kalium (K ₂ O)	0,14 %	0,20	*	BSPJI (2023)	Memenuhi Baku mutu

Sumber : Hasil Analisa, 2023

Keterangan : * Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

a. Kadar Air

Pengukuran sampel lumpur dengan pengujian kadar air yang dilakukan di unit tangki aerasi dan sedimentasi pada Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. SUPRAMA. Pengujian kadar air mengacu pada SNI 7763-2018 mengenai pupuk organik padat. Pengujian kadar air dengan perlakuan yaitu lumpur dilakukan penimbangan terlebih dahulu menggunakan loyang stainless dan neraca ohaus, kemudian dimasukkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 16 jam. Setelah tahap pengovenan selesai, dilakukan pendinginan menggunakan desikator selama 30 menit, kemudian di timbang. Hasil penimbangan yang didapatkan yaitu berat lumpur sebelum di oven sebesar 514,4 gram dan 342,9 gram, kemudian berat setelah melalui tahap pengovenan sebesar 17,8 gram dan 10,9 gram dari proses tersebut dapat dihitung kadar air yang terkandung di dalamnya dengan cara:

$$\text{Loyang 1, Kadar air (\%)} = \frac{(w_1 - w_2)}{w_1} \times 100\%$$

$$= \frac{(514,4-17,8)}{514,4} \times 100\%$$

$$= 96,5\%$$

$$\text{Loyang 2, Kadar air (\%)} = \frac{(w_1-w_2)}{w_1} \times 100\%$$

$$= \frac{(342,9-10,9)}{342,9} \times 100\%$$

$$= 96,82\%$$

Rangkuman hasil perhitungan kadar air dapat dilihat pada **Tabel 4.3**

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Kadar Air Lumpur

Perlakuan	Berat loyang kosong	Berat sebelum oven	Berat sesudah oven	% kadar Air	Rata-Rata
Loyang 1	220,0 gram	514,4 gram	17,8 gram	96,5%	96,67%
Loyang 2	149,3 gram	342,9 gram	10,9 gram	96,8%	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

b. C-Organik

Pengukuran sampel lumpur dengan pengujian C-organik yang dilakukan di unit tangki aerasi dan sedimentasi pada Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. SUPRAMA. Pengujian C-Organik mengacu pada SNI 7763-2018 mengenai pupuk organik padat. Pengujian kadar air dengan perlakuan. Prosedur pengujian pada C-Organik dengan memasukkan sampel lumpur yang telah dilakukan pengujian kadar air dalam oven dengan berat 12,3647 gram, kemudian dilakukan proses pengabuan pada sampel dengan menggunakan suhu 300°C selama 1,5 jam setelah itu dilanjutkan dengan suhu 600°C selama 2.5 jam, kemudian mendinginkan dalam desikator, selanjutnya di timbang dengan neraca ohaus dan diperoleh nilai C-Organik sebesar 1,6319 gram. Berdasarkan proses tersebut dapat dihitung nilai C-Organik yang terkandung di dalamnya dengan cara:

$$\begin{aligned} \text{C-Organik (\%)} &= \frac{W_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{1,6931}{12,3647} \times 100\% \end{aligned}$$

= 13,81 %

4.3 Proses Pengomposan

Menurut penelitian Cahyadi (2016), lumpur biologis yang telah diolah dapat dijadikan bahan baku kompos. Pada penelitian ini, Limbah lumpur Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. SUPRAMA yang dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos dibedakan menjadi 4 (empat) variasi pengomposan dengan kode K₁, K₂, K₂, dan K₄. Keempat variasi ini diuji secara terpisah dengan tujuan untuk mengetahui tingkat efektifitas tiap parameter yaitu suhu, pH, kadar air, c-organik, nitrogen, rasio C/N, phosor (P₂O₅ total), dan kalium oksida (K₂O) dari masing-masing variasi kompos yang dihasilkan berdasarkan konsentrasi akhir parameter (selama 28 hari) dengan menggunakan metode pengomposan takakura.

4.3.1 Aktivasi Aktivator EM₄

Tabel 4. 4 Proses aktivasi Aktivator EM₄

No	Perlakuan	Keterangan
1.		Menyiapkan molase sebanyak 30 ml menggunakan gelas ukur, dan mendidihkan air sebanyak 300 ml yang dimasukkan dalam erlenmeyer di atas hot plate dengan suhu 100°C. Kemudian molase dituangkan ke air yang mendidih yang terdapat dalam <i>erlenmeyer</i> tersebut lalu dihomogenkan hingga larut dan merata setelah itu terjadi perubahan warna mengikuti warna molase yaitu berwarna coklat kehitaman.

2.		<p>Menyiapkan larutan EM₄ sebanyak 0,6 ml ke dalam gelas ukur, kemudian mencampurkan larutan EM₄ ke dalam larutan molase sebanyak 0,6 ml yang sudah dibuat. Campurkan dengan cara mengaduk hingga kedua larutan tersebut merata. Dan kemudian menyiapkan larutan EM₄ sebanyak 0,12 untuk dua buah reaktor.</p>
3.		<p>Larutan campuran dari molase dan EM₄ didiamkan 4-7 hari. Setelah larutan telah diaktivasi. Larutan campuran EM₄ tersebut sudah jadi dan siap untuk digunakan. Menurut penelitian Yovita (1995) dengan bantuan larutan EM₄ yang diperoleh sudah dapat digunakan dalam waktu yang relatif singkat yaitu 4-7 hari.</p>

Sumber : Hasil Analisa, 2023

4.3.2 Pembuatan Pupuk kompos

Proses pembuatan pupuk kompos dengan menggunakan metode Takakura, adapun langkah – langkah yang dilakukan dalam pembuatan pupuk kompos adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Proses Pembuatan Pupuk Kompos dengan Pemanfaatan Lumpur IPAL

No.	Perlakuan	Keterangan
1.	   	<p>Menyiapkan bahan- bahan kompos yang diperlukan seperti : lumpur sludge, serbuk gergaji kotoran sapi Sebelum digunakan dalam pengomposan dilakukan penimbangan diatas neraca ohaus. Dengan rincian hasil penimbangan bahan setiap perlakuan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lumpur <i>sludge</i> K₁ sebesar 600g, K₂ sebesar 300g, K₃ sebesar 300g, dan K₄ sebesar 300g untuk keempat reaktor 2. Kotoran Sapi sebesar K₂ sebesar 150g dan K₄ sebesar 150 g untuk kedua reaktor 3. Serbuk gergaji K₂ sebesar 150g, K₃ sebesar 150g, dan K₄ sebesar 150g untuk ketiga reaktor.
2.	 	<p>Menyiapkan keranjang, penutup keranjang, kardus bekas dan bahan – bahan kompos yang telah di timbang sesuai perlakuan variasi bahan (sludge, kotoran sapi, Serbuk gergaji), alat pengaduk, kain hitam penutup, sekam padi dan EM₄. selanjutnya melapisi dalam keranjang dengan kardus bekas berukuran 22 cm, setelah itu isi keranjang paling bawah sekam padi,</p>

		<p>kemudian aduk secara rata sludge, kotoran sapi, serbuk gergaji dan larutan aktivator yang telah diaktifkan dimasukkan ke dalam keranjang takakura yang telah disesuaikan oleh kode variasi perlakuan yaitu K₁, K₂, K₃, dan K₄. Selanjutnya ditutup rapat dengan kain berwarna hitam berpori dan ditutup dengan penutup keranjang.</p>
3.		<p>Selama proses pengomposan yang dilakukan selama 28 hari. Setiap kode variasi perlakuan yaitu K₁, K₂, K₃, dan K₄, dilakukan pengukuran suhu dan pH setiap sehari sekali. Selanjutnya dilakukan perlakuan pembalikan sebanyak 3 hari sekali dengan diaduk secara merata dan dilakukan pemberian air.</p>

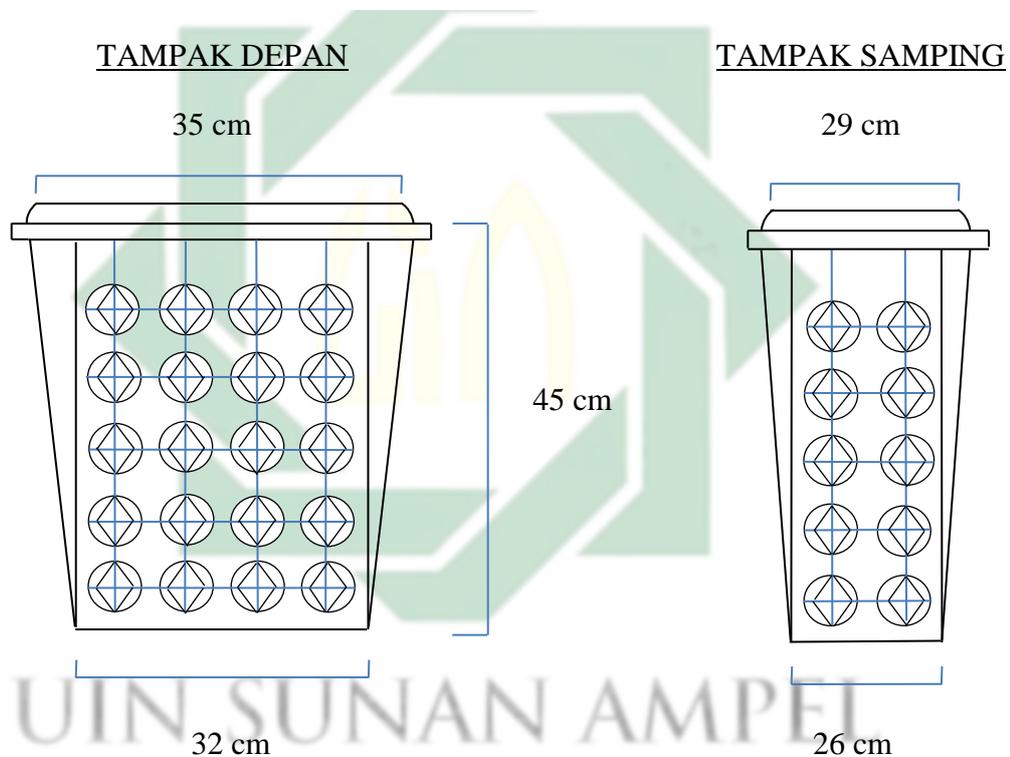
4.		<p>Setelah proses pengomposan selama 28 hari telah matang, keempat variasi kompos yang matang diangin – anginkan di tempat yang teduh, selanjutnya kompos siap untuk di analisis dengan mengujikan ke Laboratorium UIN Kampus 2 Gunung Anyar Surabaya dan Laboratorium BSPJI Surabaya. parameter yang diujikan pada akhir pengomposan yaitu: Kadar air, C-organik, Nitrogen, Rasio C/N, Phospor (P_2O_5), dan Kalium (K_2O).</p>
----	--	--

Sumber : Hasil Analisa, 2023

4.3.3 Desain Reaktor Kompos Metode Takakura dengan Pemanfaatan Lumpur IPAL

Reaktor yang digunakan pada proses pengomposan ini berbentuk keranjang berlubang (keranjang pakaian) atau disebut juga dengan desain reaktor metode Takakura. Metode takakura adalah suatu cara pengomposan sampah organik untuk skala rumah tangga dengan memakai keranjang. Proses pengomposan ala keranjang takakura adalah proses pengomposan aerob, dimana udara dibutuhkan sebagai asupan penting pada proses pertumbuhan mikroorganismenya yang menguraikan sampah menjadi kompos. pada metode ini, mikroorganismenya tumbuh dengan asupan udara (Sasongko dkk, 2020).

Dalam prosesnya sebelum digunakan membutuhkan bahan lain meliputi kardus bekas, bantalan sekam, kain berpori berwarna hitam dan tutup keranjang. Alat dan bahan ini kemudian disusun berlapis dengan bahan organik yang digunakan yaitu lumpur “sludge”, serbuk gergaji, kotoran sapi dan EM₄ sesuai dengan variasi kompos yang telah ditentukan dalam keranjang. Penggunaan keranjang berlubang pada metode Takakura sebagai komposter seperti **Gambar 4.3**. Hal itu dilakukan untuk memperlancar siklus udara karena pengomposan takakura terjadi secara aerob.



Gambar 4.3 Desain Reaktor Pengomposan Metode Takakura

Berikut merupakan uraian ukuran keranjang Takakura :

- Panjang keranjang Takakura : 32 cm
- Lebar keranjang Takakura : 26 cm
- Tinggi keranjang Takakura : 45 cm
- Volume keranjang Takakura : 32 cm x 26 cm x 45 cm
: 37.440 cm³

4.4 Hasil Pengujian Parameter Kompos

Hasil dari pengomposan dengan menggunakan metode pengomposan Takakura dilakukan selama 28 hari. Hasil pengamatan pada penelitian ini berupa tabel dan grafik yang didalamnya terdapat hasil dari pengamatan maupun hasil laboratorium yang meliputi pengujian parameter fisik (suhu) dan pengujian parameter kimia (pH, kadar air, C-Organik, Nitrogen (N), Rasio C/N, Fosfor (P), dan Kalium (K) yang berperan dalam pengomposan antara variasi kompos dengan starter kotoran sapi dan aktivator *Effective Microorganism-4* (EM₄) dengan pemanfaatan lumpur *sludge* Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. SUPRAMA. Untuk parameter suhu dan pH dilakukan pengamatan 1 (satu) hari sekali. Serta untuk parameter kadar air, C-Organik, Nitrogen (N), Rasio C/N, Fosfor (P), dan Kalium (K) dilakukan pada akhir pengomposan.

4.4.1 Analisis Parameter Fisik Kualitas Kompos dengan Pemanfaatan Limbah Lumpur *sludge*

Suhu

Pengukuran dilakukan dengan pengujian parameter fisik kualitas kompos terkait pengamatan yaitu suhu. Parameter suhu menunjukkan keseimbangan antara energi panas yang dihasilkan dan faktor aerasi. Pengukuran suhu menggunakan termometer dengan satuan derajat celsius (°C). Hal ini dilakukan untuk mengetahui suhu rata – rata yang dicapai pada masing-masing variasi reaktor.

Pengukuran suhu dilakukan setiap hari selama pengomposan pada pukul 11.00 – 13.00. Cara pengukuran suhu ditunjukkan pada **Gambar 4.4** sedangkan untuk data pengukuran suhu harian setiap reaktor pada saat proses pengomposan dapat dilihat pada tabel **Tabel 4.4**



Gambar 4. 4 Pengukuran Suhu Pada Reaktor Menggunakan termometer.

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023

Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Suhu Harian Kompos Tiap Perlakuan

Hari Ke-	Suhu (°C)			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
1	28,9	29,9	30,1	30,5
2	28,5	30,1	30,9	30,8
3	28,8	30,0	30,8	31,1
4	29,4	30,6	31,7	31,8
5	28,8	31,0	32,0	32,3
6	29,1	31,6	32,3	32,7
7	29,4	32,9	32,6	33,0
8	29,6	33,3	32,8	33,3
9	29,1	33,7	33	33,9
10	29,3	33,9	33,2	34,3
11	29,5	34,2	33,5	34,0
12	29,7	34,9	33,8	34,5
13	29,5	35,0	33,6	34,7
14	30,1	35,2	33,9	35,4
15	29,9	35,1	34,1	34,3
16	29,8	35,0	34,0	33,1
17	29,9	34,5	33,5	32
18	29,6	33,8	32,8	32,6
19	29,7	33,4	31,5	32,5
20	29,4	32,1	31,1	32,2
21	29,2	31,3	30,9	31,3
22	29,9	30,5	30,2	30,1
23	29,9	29,9	30	30,5

Hari Ke-	Suhu (°C)			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
24	28,8	30,3	29,9	30,3
25	28,7	30,6	29,8	30,2
26	28,7	30	29,9	30,1
27	28,6	30,1	29,7	30
28	28,5	29,9	29,1	29,8
Baku Mutu (SNI 19-7030-2004) Nilai = 28,9 – 30,3	Tidak Memenuhi Baku mutu	Memenuhi Baku mutu	Memenuhi Baku mutu	Memenuhi Baku mutu

Sumber : Hasil Analisa , 2023

Ket :

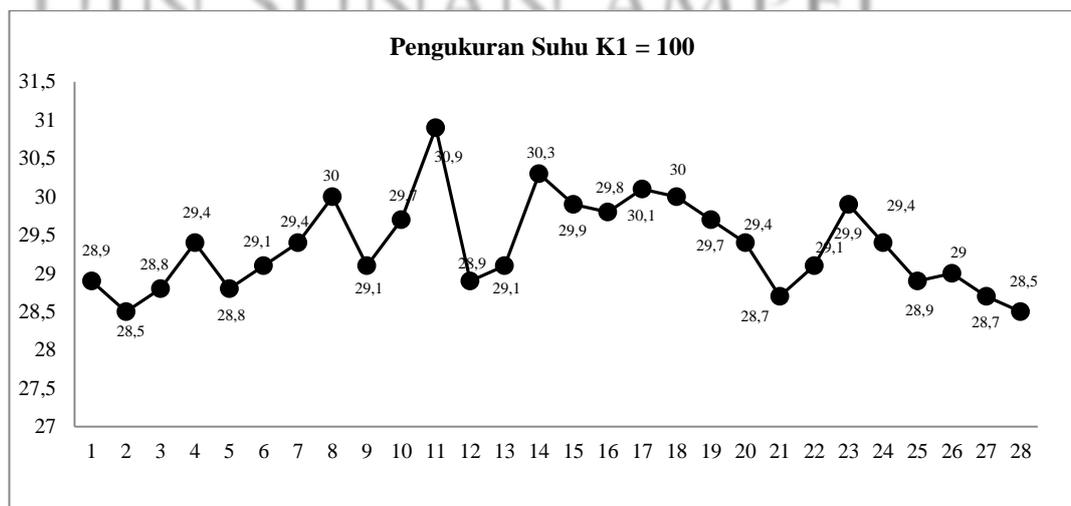
K₁ :Lumpur (100%)

K₂ :Lumpur : SerbukGergaji : Kotoran Sapi (50%:25%:25%).

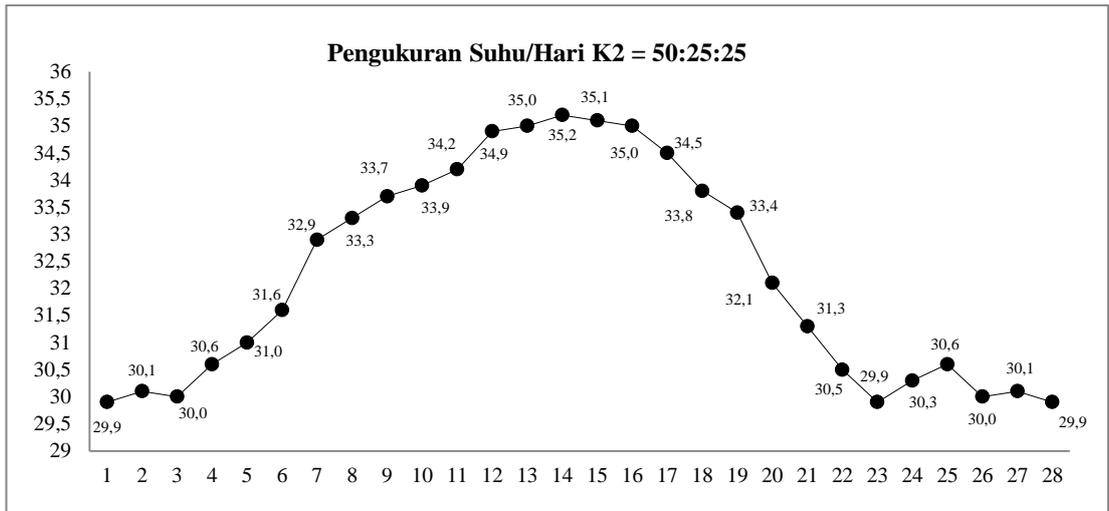
K₃ :Lumpur : Serbuk Gergaji + EM4 (50%:50%+EM4)

K₄ :Lumpur : SerbukGergaji : KotoranSapi+EM4 (50%:25%:25%+EM4)

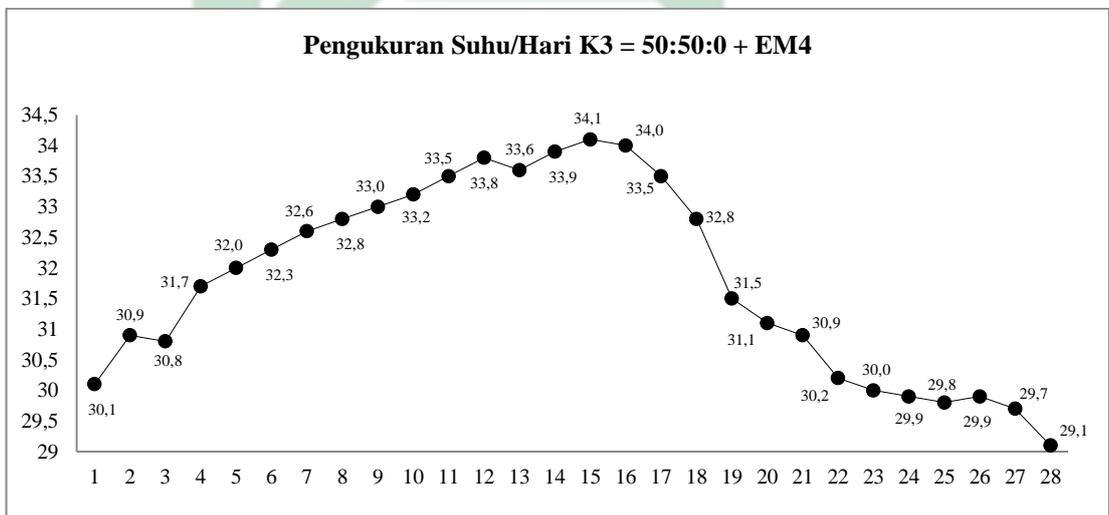
Data hasil penelitian pada **Tabel 4.6** saat proses pembuatan kompos menunjukkan nilai akhir suhu yang didapatkan dalam pembuatan kompos selama 28 hari sebesar 28,5°C; 29,9°C; 29,1°C dan 29,8°C. Dari pengamatan suhu selama proses pengomposan berlangsung dapat dilihat melalui grafik sehingga memudahkan pengamatan proses dekomposisi. Perbandingan perubahan suhu masing-masing reaktor selama proses pengomposan dapat dilihat pada **Gambar 4.5** sampai dengan **Gambar 4.8**



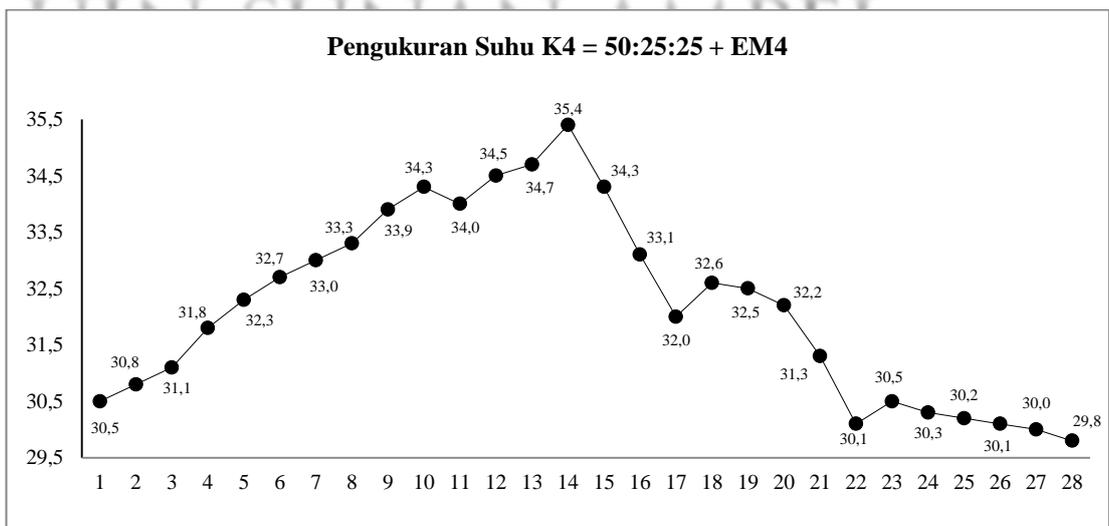
Gambar 4. 5 Grafik Perubahan suhu pada reaktor 1 (K₁)



Gambar 4. 6 Grafik Perubahan Suhu pada reaktor 2 (K_2)



Gambar 4. 7 Grafik Perubahan Suhu pada Reaktor 3 (K_3)



Gambar 4. 8 Grafik Perubahan Suhu pada Reaktor 4 (K_4)

Pada suhu awal pengomposan setelah proses pencampuran pada setiap reaktor dengan kode K₁, K₂, K₃, dan K₄, masing masing menunjukkan nilai suhu sebesar 28,9°C; 29,9°C; 30,1°C dan 30,5°C. Menurut Andika dan Dony (2015), proses pengukuran suhu tiap variasi mengalami tiga tahap yaitu tahap penghangatan (mesofilik), tahap termofilik dan tahap pendinginan dan pematangan. skala suhu ini termasuk dalam fase mesofilik. Proses yang terjadi pada fase mesofilik yaitu dimana bakteri mesofilik seperti jamur dan mikroba pembuat asam akan melakukan penguraian senyawa yang mudah hancur seperti protein, gula, dan pati, sedangkan pada fase termofilik mikroba termofilik akan melakukan penguraian terhadap senyawa yang sulit terurai seperti selulosa dan lignin. Menurut Penelitian Madrini (2016) pada awal pengomposan tumpukan bahan baku kompos mengalami proses aklimasi yaitu sebuah proses penyesuaian suhu kompos mesofilik. Dalam proses pengomposan suhu pada fase mesofilik berkisar antara 23°C hingga 45°C (Ruskandi, 2006).

Berdasarkan grafik **Gambar 4.5** sampai dengan **Gambar 4.8**, uraian dari masing masing reaktor menunjukkan peningkatan pada hari ke-4 dengan rentang suhu 29,4°C-31,8°C, hal tersebut menunjukkan bahwa perombakan campuran bahan-bahan organik oleh mikroorganisme mulai aktif. Berdasarkan Tabel 4.4 Suhu tinggi yang dicapai oleh masing – masing dengan perlakuan kode K₁, K₂, K₃, dan K₄ dengan mencapai suhu sebesar 30,1°C; 35,2°C; 34,2°C; dan 35,4°C. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pada saat proses pembuatan kompos di hari pertama terdapat interaksi antara bahan organik dengan bakteri termofilik yang melakukan dekomposisi. Suhu tertinggi yaitu mencapai sebesar 35,4°C. hal itu dikarenakan. terjadinya proses penguraian yang sangat aktif oleh bakteri. setelah adanya fase peningkatan suhu, kemudian menunjukkan bahwa kompos mengalami penurunan suhu terjadi karena bakteri dalam bahan banyak yang mati atau dilakukan pembalikan, hal ini bertujuan untuk membantu pencampuran bahan dan bakteri agar kompos yang dihasilkan baik. Selanjutnya bahan mencapai titik terendah dan naik lagi. Kenaikan

suhu ini disebabkan karena adanya bahan di dalam kompos bekerja kembali secara aktif hingga mencapai suhu yang tinggi. Jika suhu tinggi maka bakteri banyak yang mati. Agar itu perlu dilakukan pembalikan setiap 3 hari sekali.

Pada fase ini menunjukkan bahan organik yang terurai diikuti dengan penurunan kadar C sehingga energi yang dibutuhkan bakteri untuk beraktivitas makin berkurang yang dapat menyebabkan banyak bakteri yang mati. Berkurangnya aktivitas mikroorganisme pada kompos maka berangsur-angsur mengalami penurunan dari suhu sebelumnya, tahap inilah kompos mulai mengalami fase pematangan kompos dimana suhunya mendekati suhu lingkungan. Rata-rata suhu lingkungan ada pada skala 28°C-30°C (Farah, 2020). Menurut penelitian Dewi dkk (2017) didapatkan analisa hasil bahwa seluruh perlakuan menunjukkan adanya perbedaan rata-rata suhu selama proses pengomposan. Perbedaan suhu pada setiap perlakuan disebabkan karena perbandingan komposisi bahan yang berbeda. Suhu terendah pada penelitian ini yaitu sebesar 30,1°C yang terdapat pada reaktor dengan kode K₁ yang berisikan 100% lumpur *sludge* sebagai kontrol, hal ini disebabkan karena tidak adanya bahan organik yang diuraikan oleh mikroba yang berfungsi sebagai bahan isolator (Sahwan, 2010).

Hasil pengujian parameter suhu pada akhir pengomposan selama 28 hari pada penelitian ini menunjukkan nilai akhir suhu ada setiap perlakuan sebesar K₁ 28,5°C, K₂ 29,9 °C, K₃ 29,1 °C, dan K₄ 29,8°C, artinya parameter dari keempat perlakuan telah memenuhi baku mutu dengan berdasarkan nilai parameter suhu menurut SNI 19-7030-2004 yaitu berkisar antara 28,9°C -30,3°C.

4.4.2 Analisis Parameter Kimia Kualitas Kompos dengan Pemanfaatan Limbah Lumpur (*sludge*)

Terdapat beberapa pengukuran parameter kimia kualitas akhir kompos yang diteliti berupa pH (Derajat Keasaman), Kadar Air, C-organik, Nitrogen, Rasio C/N, Fosfor dan Kalium. Untuk pengujian

parameter pH dilakukan secara langsung dilapangan. Selanjutnya untuk pengujian parameter kadar air dan C-Organik dilakukan di Laboratorium Kimia Lingkungan dan Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya (UINSA) Gunung Anyar, sedangkan untuk pengujian parameter Nitrogen, Phospor dan Kalium dilakukan di Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya (BSPJI) Jalan. Jagir Wonokromo No.360, Panjang Jiwo, Kec. Tenggilis Mejoyo, Surabaya, Jawa Timur.

Adapun hasil dari pembahasan pengukuran kualitas kompos tiap parameter kimia dengan pemanfaatan limbah lumpur sludge PT. SUPRAMA yang dapat diuraikan sebagai berikut :

a. pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan faktor penting yang mempengaruhi kelangsungan hidup mikroorganisme selama proses pengomposan. Pengukuran parameter pH dilakukan setiap hari pada pukul 11.00-13.00. sama halnya dengan pengamatan parameter suhu, dilakukan pengukuran pH kompos awal setelah proses pencampuran. Cara pengukuran pH ditunjukkan pada **Gambar 4.9** dan hasil pengukuran pH tiap reaktor selama pengomposan dapat dilihat pada **Tabel 4.7**



Gambar 4. 9 Gambar Pengukuran pH pada Reaktor Menggunakan pH Meter

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023

Tabel 4. 7 Hasil Uji penelitian parameter pH Kompos Tiap Perlakuan

Hari Ke-	pH			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
1	6,9	8,7	8	8,3

Hari Ke-	pH			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
2	6,8	8,6	8,1	7,9
3	6,8	8,4	7,9	7,8
4	6,9	8,4	7,7	8,2
5	6,7	8,5	7,3	8,5
6	6,6	8,4	7,5	8,1
7	6,9	8,3	7,4	7,9
8	6,7	7,9	7,4	7,8
9	6,7	7,8	7,3	7,7
10	6,6	7,8	7,2	7,7
11	6,6	7,8	7,2	7,6
12	6,6	7,8	7,1	7,6
13	6,7	7,7	7,2	7,5
14	6,6	7,7	6,7	7,5
15	6,7	7,6	6,9	7,4
16	6,9	7,5	6,9	7,4
17	6,9	7,5	6,8	7,3
18	6,7	7,4	6,9	7,2
19	6,9	7,3	6,8	7,2
20	6,8	7,2	6,9	7,2
21	6,8	7,2	6,9	7,1
22	6,9	7,2	6,9	7,1
23	6,7	7,1	7	7,1
24	6,8	7	7	7
25	6,8	7,1	7	7,1
26	6,6	7,1	7,2	7,1
27	6,7	7,2	7,2	7,2
28	6,8	7,3	7,3	7,4
Baku Mutu (SNI 19-7030-2004) Nilai = 6,8 – 7,49	Memenuhi Baku mutu	Memenuhi Baku mutu	Memenuhi Baku mutu	Memenuhi Baku mutu

Sumber : Hasil analisa, 2023

Ket :

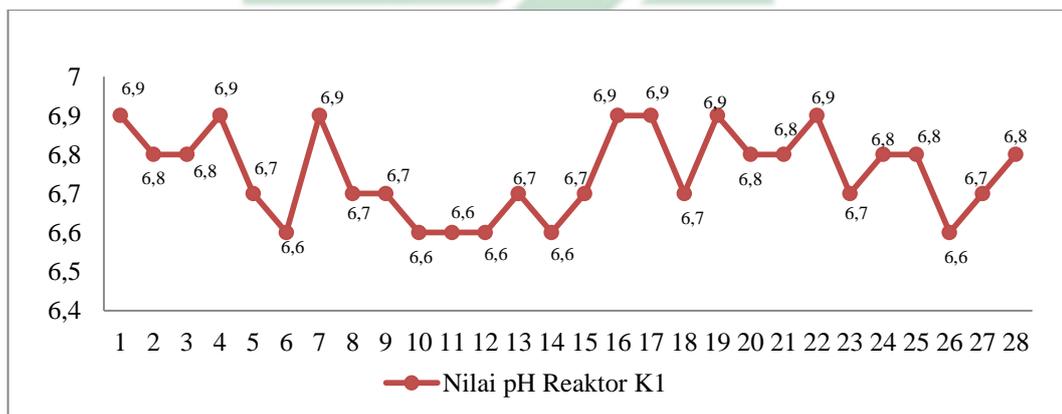
K₁ :Lumpur (100%)

K₂ :Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi (50%:25%:25%).

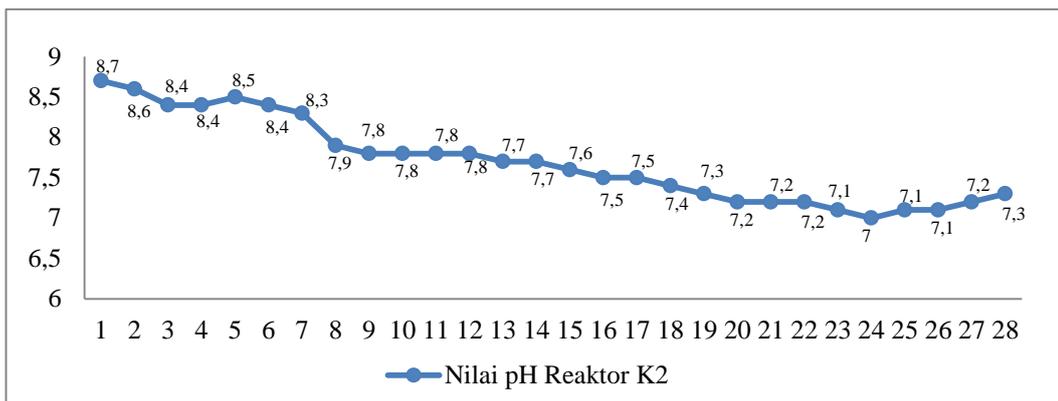
K₃ :Lumpur : Serbuk Gergaji + EM4 (50%:50%+EM4)

K₄ :Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi+EM₄ (50%:25%:25%+EM₄)

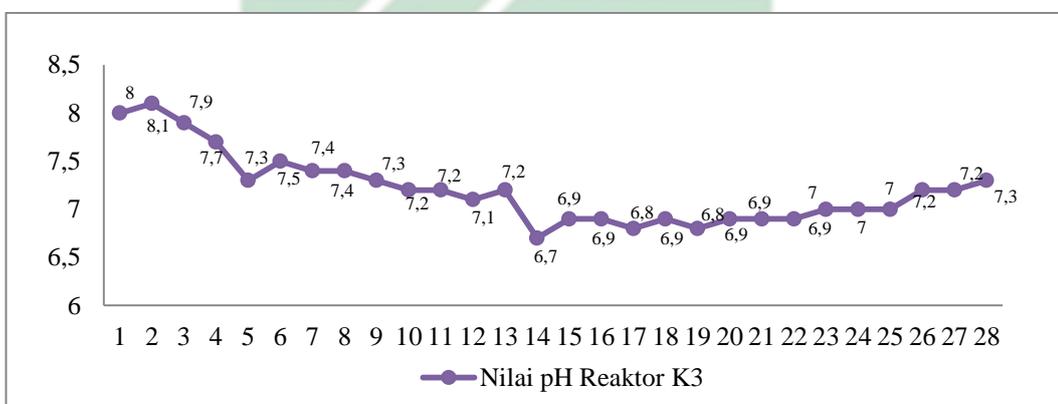
Berdasarkan **Tabel 4.7** Data hasil penelitian pada saat proses pembuatan kompos menunjukkan nilai akhir pH yang dihasilkan selama 28 hari yaitu perlakuan kode K₁ yang berisikan lumpur dengan variasi 100% lumpur sludge sebagai kontrol yaitu menghasilkan nilai pH akhir sebesar 6,8; selanjutnya perlakuan dengan kode K₂ yang berisikan lumpur, serbuk gergaji, dan kotoran sapi yaitu menghasilkan nilai pH akhir sebesar 7,3; perlakuan dengan kode K₃ yang berisikan kotoran sapi, serbuk gergaji dan EM₄ yaitu menghasilkan nilai akhir sebesar 7,3; dan perlakuan dengan kode K₄ yang berisikan lumpur, serbuk gergaji, kotoran sapi dan EM₄ yaitu menghasilkan nilai akhir sebesar 7,4. Hasil nilai akhir pH untuk semua perlakuan dengan kode K₁, K₂, K₃, dan K₄ yang dihasilkan yaitu sebesar 6,8;7,3; 7,3 ; dan 7,4 hasil tersebut dinilai baik dan memenuhi baku mutu sesuai berdasarkan dengan nilai pH pada spesifikasi kompos SNI 19-7030-2004 yaitu 6,8 – 7,49. Fluktuasi hasil uji pH selama proses pengomposan berlangsung dapat dilihat melalui grafik sehingga memudahkan pengamatan proses dekomposisi. Perbandingan perubahan pH masing – masing reaktor selama proses pengomposan dapat dilihat pada **Gambar 4.10** sampai dengan **Gambar 4.13**



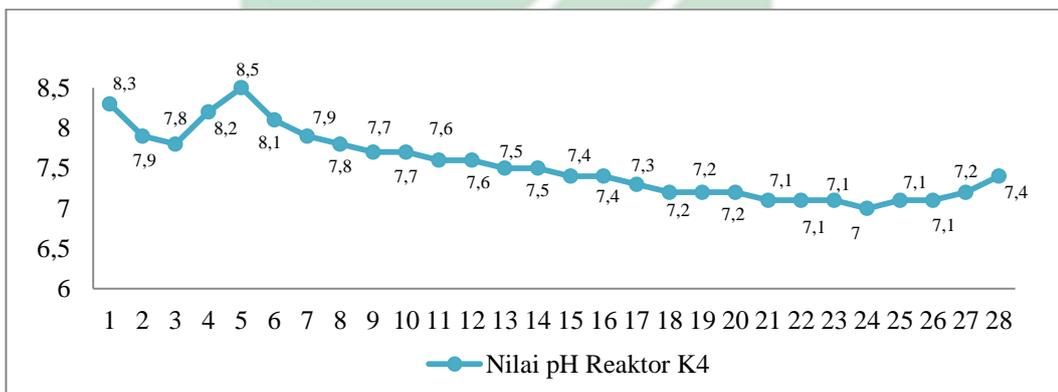
Gambar 4. 10 Grafik Pengukuran Parameter pH pada Reaktor (K₁)



Gambar 4. 11 Grafik Pengukuran Parameter pH pada Reaktor (K₂)



Gambar 4. 12 Grafik Pengukuran Parameter pH pada Reaktor (K₃)



Gambar 4. 13 Grafik Pengukuran Parameter pH pada Reaktor (K₄)

Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa grafik selama 28 hari dalam proses pengomposan mengalami fluktuasi. Fluktuasi ini terjadi karena terdapat pembentukan asam organik dan volatilisasi ammonia. Kenaikan pH terjadi sebagai hasil dari pelepasan ammonia yang berlangsung seiring dengan degradasi protein dan komposisi asam.

sesuai grafik diatas nilai ph awal proses pengomposan dari keempat reaktor dengan kode K₁, K₂, K₃, dan K₄ yaitu mencapai 6,9; 8,7; 8 dan 8,3. hingga mengalami penurunan pada nilai pH akhir kompos sesuai dengan perlakuan kode K₁, K₂, K₃, dan K₄ mencapai nilai 6,9; 7,3; 7,3; dan 7,4. Menurut penelitian Hidayanti dkk (2013) Penurunan pH terjadi karena aktivitas mikroorganisme dan pembentukan asam-asam organik yang memiliki sifat sebagai asam lemah. Pada penelitian yang dilakukan oleh Farah (2020) juga mengalami hal yang sama, nilai pH kompos mengalami penurunan dari nilai pH awal mencapai 8,0 menjadi 7,0. Menunjukkan bahwa kompos mengalami peningkatan kemudian mengalami penurunan nilai pH hingga menuju netral.

Menurut penelitian Hidayanti, dkk (2013) peningkatan nilai pH terjadi karena adanya perubahan asam-asam organik menjadi CO₂ dan kation basa yang berasal dari mineralisasi bahan kompos. selain itu, proses pembentukan amonia dari bahan yang mengandung Nitrogen juga memberikan kontribusi dalam peningkatan pH. Selanjutnya mencapai nilai maksimum pH kemudian akan mengalami penurunan hingga pH netral dan nilai pH kompos setelah proses pematangan biasanya berkisar 6-8 selama proses dekomposisi.

b. Kadar Air

Kadar air memiliki peran pada proses penguraian yang dilakukan oleh mikroba dalam tumpukan pupuk organik. Pupuk organik yang sedang berlangsung prosesnya akan mengalami penyusutan terhadap sampai dengan pupuk dinyatakan matang dan dapat digunakan, oleh karena itu kadar air yang terkandung didalamnya seiring berjalannya waktu mengalami penurunan. Menurut Penelitian Kurnia dkk (2017) kadar air yang terkandung pada kompos menjadi kunci dalam proses pengomposan karena proses dekomposisi yang terjadi pada bahan organik bergantung pada ketersediaan kandungan air, selain itu kadar air juga menjadi faktor penting terhadap kematangan dan kualitas kompos yang dihasilkan.

Hasil uji laboratorium kadar air pada masing –masing kode perlakuan di akhir pengamatan proses pengomposan yaitu K₁ sebesar 25.21%; K₂ sebesar 37,88%, K₃ sebesar 42,82%, dan K₄ sebesar 43.27%. Hasil uji laboratorium kadar air pupuk organik kompos berbahan dasar lumpur dapat dilihat pada **Tabel 4.8** dan **Gambar 4.14**

Tabel 4. 8 Hasil Uji Parameter Kadar air Kompos Tiap Perlakuan

No.	Kode Variasi	Kadar Air	Satuan	SNI 19-7030-2004		Keterangan
				Min	Maks	
1.	K ₁	25,21	%	-	50	Memenuhi
2.	K ₂	37,88	%	-	50	Memenuhi
3.	K ₃	42,82	%	-	50	Memenuhi
4.	K ₄	43,27	%	-	50	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian, 2023

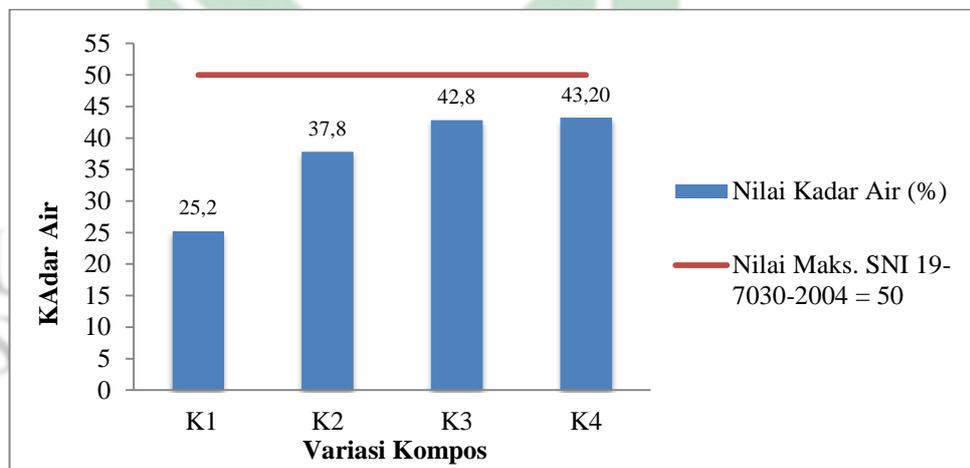
Ket :

K₁ : Lumpur (100%)

K₂ : Lumpur : SerbukGergaji : Kotoran Sapi (50%:25%:25%).

K₃ : Lumpur : Serbuk Gergaji + EM4 (50%:50%+EM4)

K₄ : Lumpur : SerbukGergaji : Kotoran Sapi+EM4 (50%:25%:25%+EM4)



Gambar 4. 14 Grafik Parameter % Kadar Air Tiap Reaktor

Penurunan kadar air yang terjadi selama proses pengomposan aerob disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme. Selain itu juga diduga karena mikroorganisme membutuhkan asupan air dalam melakukan reaksi enzimatik untuk mengubah protein dari bahan organik sehingga dapat diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana yang dapat diserap tanaman seperti ammonium (NH₄⁺), nitrat (NO₃⁻) dan nitrit (NO₂⁻).

Sedangkan aktivitas pembalikan dilakukan agar proses pengomposan berlangsung secara homogen.

Dari keempat perlakuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai % kadar air pada kode perlakuan K₁ memiliki nilai akhir pengomposan paling rendah yaitu sebesar 25,21% jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya, hal ini dikarenakan pada perlakuan kode K₁ tidak ditambahkan *bulking agent* berupa serbuk gergaji sehingga menyebabkan tidak terjadinya peningkatan suhu yang signifikan. Sedangkan nilai akhir % kadar air dalam pengomposan pada penelitian ini dengan kode perlakuan K₂ sebesar 37,89%, K₃ sebesar 42,82%, dan K₄ sebesar 43,28%. Sedangkan nilai % kadar air di akhir pengomposan yang tertinggi terdapat pada perlakuan dengan kode K₄ sebesar 43,28%. Menurut penelitian Linda (2006) Nilai akhir yang relatif tinggi disebabkan oleh kondisi reaktor yang memiliki sistem sirkulasi udara sedikit, sehingga proses penguapan ke dalam udara tidak berjalan dengan baik yang menyebabkan tingginya %kadar air di akhir pengomposan.

c. C-Organik (C)

Kandungan C-Organik menjadi salah satu indikator terjadinya proses dekomposisi dalam pengomposan dan kematangan kompos. Kandungan C-Organik yang terdapat dalam kompos memiliki peran sebagai energi untuk peran mikroba dalam melakukan proses penguraian bahan yang digunakan dalam proses pengomposan. Nilai C-organik kompos dianalisis dengan membandingkan standar persyaratan kompos matang berdasarkan SNI 19-7030-2004. Hasil uji laboratorium karakteristik nilai C-Organik pada kompos dengan bahan baku lumpur dapat dilihat pada **Tabel 4.7** dan **Gambar 4.15**

Tabel 4. 9 Hasil Uji Parameter C-Organik Kompos Tiap Perlakuan

No.	Kode Variasi	C-Organik	Satuan	SNI 19-7030-2004		Keterangan
				Min	Maks	
1.	K ₁	39,49	%	9,8%	32%	Tidak Memenuhi
2.	K ₂	3,67	%	9,8%	32%	Tidak Memenuhi

No.	Kode Variasi	C-Organik	Satuan	SNI 19-7030-2004		Keterangan
				Min	Maks	
3.	K ₃	33,15	%	9,8%	32%	Tidak memenuhi
4.	K ₄	15,05	%	9,8%	32%	Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

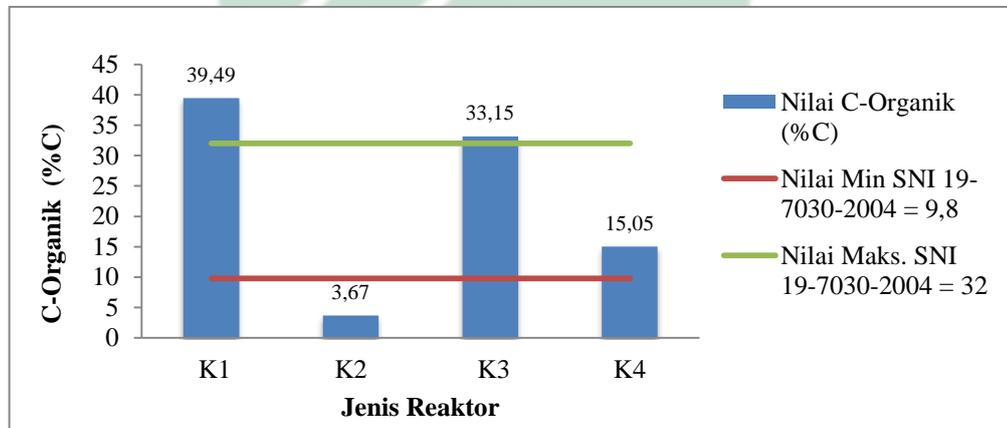
Ket :

K₁ :Lumpur (100%)

K₂ :Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi (50%:25%:25%).

K₃ :Lumpur : Serbuk Gergaji + EM4 (50%:50%+EM4)

K₄ :Lumpur : Serbuk Gergaji : KotoranSapi+EM4 (50%:25%:25%+EM4)



Gambar 4.15 Grafik Parameter % C-Organik Tiap Reaktor

Pada Gambar 4.15 menunjukkan bahwa hasil pengujian akhir kandungan C-organik setiap masing masing reaktor dengan kode K₁ sebesar 39.47%, K₂ sebesar 3.67%, K₃ sebesar 33,15%, dan K₄ sebesar 15,05%. Nilai yang memenuhi spesifikasi kompos yang sesuai SNI 19-70-30-2004 terdapat pada perlakuan dengan kode K₄ yaitu sebesar 15,05%. Kualitas kompos pada perlakuan K₁ dengan berisikan 100% lumpur mempunyai kadar bahan organik tertinggi, yaitu sebesar 39.47%. Menurut penelitian Triana dan Pradhana (2017) Tingginya kandungan nilai % bahan organik juga disebabkan karena adanya proses dekomposisi yang kurang sempurna. Kandungan C-organik yang tinggi tersebut berasal dari bahan organik yang digunakan dan aktivitas dari mikroba pada saat proses pengomposan. Kadar C-organik yang tinggi akan mengalami penurunan seiring dengan berjalannya masa proses

pengomposan. Semakin lama waktu pengomposan yang digunakan maka kadar C-organik yang terkandung akan menurun, hal tersebut disebabkan mikroba yang bekerja pada proses pengomposan menggunakan C-organik untuk berkembang biak.

Nilai kandungan bahan organik paling rendah jika dibandingkan dengan yang lain terdapat pada perlakuan dengan kode K₂ yang berisikan variasi antara lumpur sludge, serbuk gergaji dan kotoran sapi yaitu sebesar 3.67%. hal ini terjadi karena adanya penguraian karbon dan bahan organik oleh mikroorganisme yang terdapat pada EM4 pada saat proses fermentasi berlangsung. Hal ini diperkuat oleh Indriani (2005), bahwa dengan bertambahnya jumlah mikroorganisme diharapkan proses pengomposan akan lebih cepat berlangsung. Pada proses pengomposan terjadi penguraian (perubahan) yang menyebabkan kadar karbohidrat akan hilang atau turun dan senyawa N yang larut (ammonia) meningkat.

d. Nitrogen Total (N)

Nitrogen merupakan sumber energi bagi mikroorganisme tanah dalam proses pelapukan atau dekomposisi bahan organik dan nitrogen ini diperlukan dalam proses fotosintesis (Hajama, 2014). Kandungan N pada kompos dipengaruhi oleh proses pengomposan dan bahan baku yang digunakan. Nitrogen akan diserap oleh tanaman dalam bentuk ammonium, nitrit dan nitrat yang dihasilkan dari penguraian bahan organik. Ion-ion tersebut berasal dari penguraian senyawa protein oleh mikroorganisme perombak (Firdaus, 2011). Nilai nitrogen dianalisis dengan membandingkan standar persyaratan kompos matang berdasarkan SNI 19-7030-2004. kandungan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.10** dan **Gambar 4.16**

Tabel 4. 10 Hasil Uji Parameter Nitrogen Kompos Tiap Perlakuan

No.	Kode Variasi	Nitrogen	Satuan	SNI 19-7030-2004		Keterangan
				Min	Maks	
1.	K ₁	2,86	%	0,4%	-	Memenuhi
2.	K ₂	0,74	%	0,4%	-	Memenuhi

No.	Kode Variasi	Nitrogen	Satuan	SNI 19-7030-2004		Keterangan
				Min	Maks	
3.	K ₃	0,72	%	0,4%	-	Memenuhi
4.	K ₄	0,77	%	0,4%	-	Memenuhi

Sumber : Hasil Uji Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya (BSPJI), 2023.

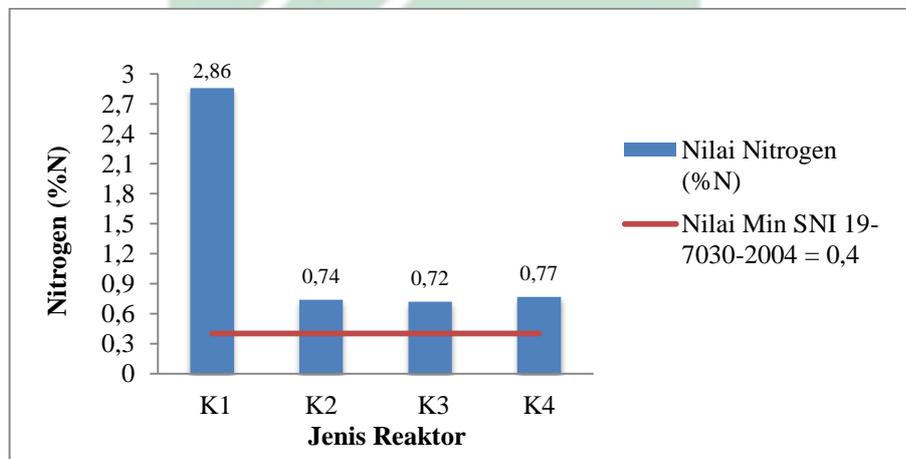
Ket :

K₁ : Lumpur (100%)

K₂ : Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi (50%:25%:25%).

K₃ : Lumpur : Serbuk Gergaji + EM4 (50%:50%+EM4)

K₄ : Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi+EM4 (50%:25%:25%+EM4)



Gambar 4.16 Grafik Parameter % Nitrogen Tiap Reaktor

Berdasarkan Gambar 4.16 kualitas kompos yang dihasilkan berdasarkan parameter nitrogen pada kode K₁ yang berisikan 100% lumpur sludge menghasilkan nilai kadar N-Total sebesar 2,86%, perlakuan K₂ yang berisikan variasi lumpur(*sludge*), serbuk gergaji dan kotoran sapi menghasilkan nilai kadar N-Total sebesar 0,74%, Perlakuan kode K₃ yang berisikan variasi lumpur sludge, serbuk gergaji dan EM₄ menghasilkan nilai kadar N-Total sebesar 0,72%. Dan perlakuan K₄ yang berisikan variasi lumpur sludge, serbuk gergaji, kotoran sapi dan EM₄ menghasilkan nilai kadar N-Total sebesar 0,77%. Maka dapat diketahui bahwa nilai kandungan N-Total masing masing variasi memenuhi baku mutu sesuai standar SNI 19-7030-2004 yaitu mensyaratkan mengandung N dengan nilai minimal sebesar 0,4%.

Menurut Hajama (2014) Meningkatnya persentase N-Total pada masa pengomposan dikarenakan proses dekomposisi bahan kompos oleh mikroorganisme mengubah ammonia (NH_3) menjadi nitrit. Nitrogen merupakan sumber energi bagi mikroorganisme dalam tanah yang berperan penting dalam proses pelapukan bahan organik. Nitrogen ini diperlukan dalam proses fotosintesis. Semakin banyak kandungan Nitrogen (N), maka akan semakin cepat bahan organik terurai, karena mikroorganisme yang menguraikan bahan kompos memerlukan nitrogen (N) untuk perkembangannya (Widarti, 2018). Menurut Tripetchkul *et.al* (2012) kadar nitrogen yang meningkat berpengaruh terhadap penurunan bobot kompos selama proses pengomposan berlangsung.

e. Rasio C/N

Salah satu faktor dari proses pengomposan yaitu nilai rasio C/N. Hal ini disebabkan Karbon merupakan sumber energi dan 50 % dari bagian sel massa sel mikroba. Nitrogen adalah zat yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dekomposer untuk tumbuh dan berkembang biak (Murbandono, 2000). Kadar N-total kompos menjadi faktor yang paling mempengaruhi rasio C/N kompos (Harahap dkk., 2015). Menurut penelitian Triviana dan pradhana (2017) Karbon yang terdapat pada proses pengomposan digunakan mikroba sebagai sumber energi sedangkan nitrogen digunakan mikroba sebagai sumber nutrisi dalam pembentukan sel-sel pada tubuh mikroba selama proses pengomposan berlangsung.

Pengukuran kandungan rasio C/N pada penelitian ini dilakukan pada akhir pengomposan Nilai rasio C/N dapat dihitung dengan cara membandingkan nilai kandungan C-organik (%C) dengan Nitrogen (%N) yang dikandung pada kompos. Hasil analisis perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 4.11** dan **Gambar 4.17**

Tabel 4. 11 Hasil Uji Parameter Rasio C/N Kompos Tiap Perlakuan

Kode Variasi	C-Organik	Nitrogen	Rasio C/N	SNI 19-7030-2004		Keterangan
				Min	Maks	
K ₁	39,49*	2,86 **	13,81	10	20	Memenuhi
K ₂	3,67*	0,74 **	4,96	10	20	Tidak Memenuhi
K ₃	31,34*	0,72 **	46,04	10	20	Tidak Memenuhi
K ₃	15,05*	0,77 **	19,54	10	20	Memenuhi

Ket :

K₁ :Lumpur (100%)

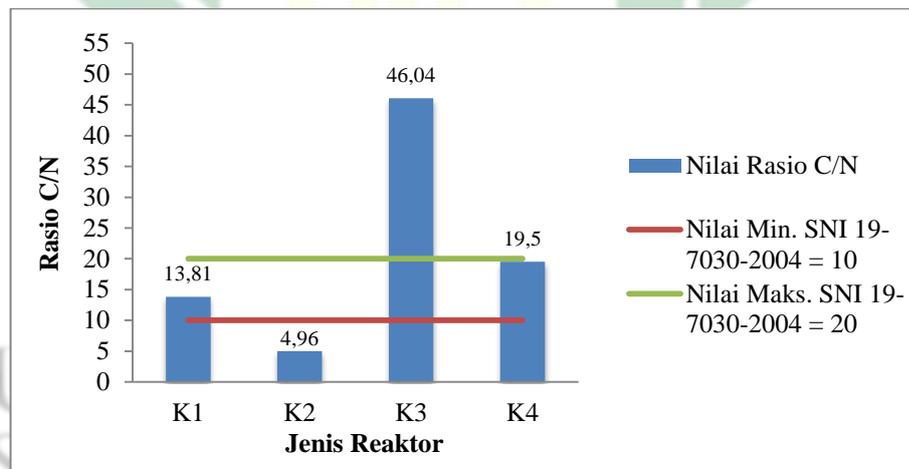
K₂ :Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi (50%:25%:25%).

K₃ :Lumpur : Serbuk Gergaji + EM4 (50%:50%+EM4)

K₄ :Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi+EM4 (50%:25%:25%+EM4)

* = Hasil Analisa, 2023

** =Hasil Uji Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya (BSPJI), 2023.



Gambar 4. 17 Grafik Parameter Rasio C/N Tiap Reaktor

hasil analisis rasio C/N memperlihatkan kualitas dari masing – masing kompos. Menurut Yovita (1999) Kematangan kompos adalah menurunkan rasio C/N bahan organik hingga mendekati nilai rasio C/N tanah. Nilai rasio C/N kompos matang berdasarkan SNI 19-7030-2004 adalah 10-20. Pada **Tabel 4.11** ditunjukkan bahwa rasio C/N kompos pada perlakuan kode K₁ yang berisikan 100% lumpur sludge memiliki nilai rasio C/N sebesar 13,81. Pada perlakuan kode K₂ sebesar 4,96

dengan berisikan lumpur sludge, serbuk gergaji dan kotoran sapi. Pada perlakuan kode K₃ sebesar 46,04 dengan berisikan lumpur sludge, serbuk gergaji dan EM₄. Pada perlakuan kode K₄ sebesar 19,5 dengan berisikan lumpur sludge, serbuk gergaji, kotoran sapi dan EM₄. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan kode K₂ telah terjadi penurunan nilai C/N dari bahan kompos yang disebabkan oleh adanya aktivitas mikroorganisme untuk mendekomposisikan bahan, karbon, akan dirombak oleh mikroorganisme dan digunakan sebagai sumber energi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Farah (2020) bahwa adanya penambahan kotoran sapi yang dapat mempercepat penurunan kandungan rasio C/N pada kompos.

Menurut penelitian Sri dan Retno (2018) sesuai dengan penelitiannya nilai C/N rasio pada serbuk gergaji sebelum dilakukan pengomposan yaitu sebesar 143. Rasio tersebut lebih besar dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 yaitu berkisar 10-20. Rasio C/N pada perlakuan kode K₃ dengan berisikan lumpur sludge, serbuk gergaji dan EM₄ sehingga bahan belum terdekomposisi secara sempurna dan selain itu juga lignin akan dapat menghambat proses dekomposisi.

Dari keempat perlakuan tersebut, jika dilihat dari rasio C/N yang menunjukkan bahwa kompos memiliki kualitas standar yang baik berdasarkan SNI 19-7030-2004 yaitu minimum 10 dan maksimum 20 yaitu terdapat pada perlakuan dengan kode K₁ sebesar dan K₄ sebesar 13,81 dan 19,54.

f. Phospor (P₂O₅) Total

Kualitas kompos ditentukan oleh tingkat kematangannya, selain itu juga diidentikkan dengan unsur hara yang dikandung seperti nitrogen, kalium dan P₂O₅ (Hayati, 2016). Unsur P₂O₅ bagi tanaman berguna untuk merangsang pertumbuhan akar, khususnya akar benih dan tanaman muda (Cahyadi, 2016). Pengukuran kandungan P₂O₅ kompos pada penelitian ini dilakukan di akhir pengomposan. Nilai P₂O₅ dianalisis dengan membandingkan standar kualitas kompos berdasarkan SNI 19-7030-

2004. Hasil akhir uji kandungan P_2O_5 dari masing-masing reaktor disajikan pada **Tabel 4.12** dan **Gambar 4.18**.

Tabel 4. 12 Hasil Uji Parameter % Fosfor (P_2O_5 Total) Kompos Tiap Perlakuan

Kode Variasi	Fosfor (P_2O_5) Total	Satuan	SNI 19-7030-2004		Keterangan
			Min	Maks	
K ₁	7,90	%	0,2 %	-	Memenuhi
K ₂	2,45	%	0,2 %	-	Memenuhi
K ₃	2,81	%	0,2 %	-	Memenuhi
K ₄	2,36	%	0,2 %	-	Memenuhi

Sumber : Hasil Uji Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya (BSPJI), 2023.

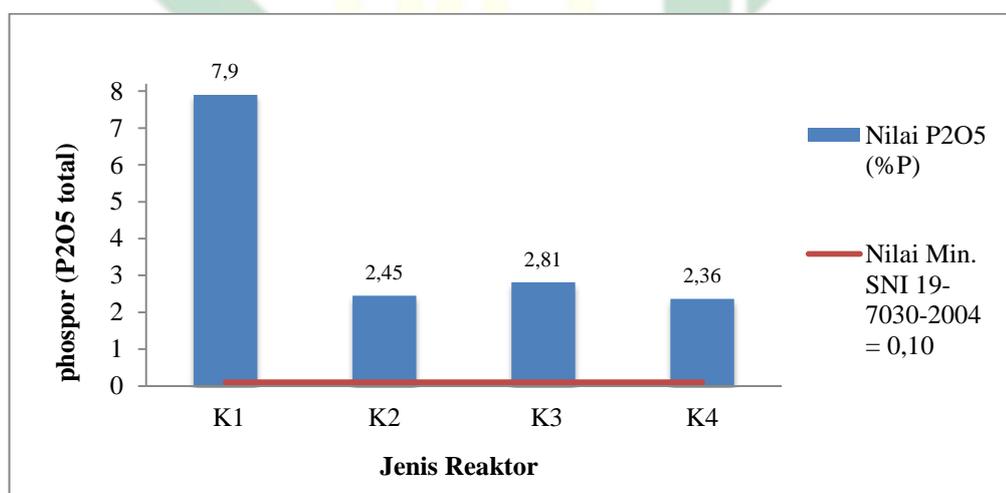
Ket :

K₁ : Lumpur (100%)

K₂ : Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi (50%:25%:25%).

K₃ : Lumpur : Serbuk Gergaji + EM4 (50%:50%+EM4)

K₄ : Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran sapi+EM4 (50%:25%:25%+EM4)



Gambar 4. 18 Grafik Parameter % Fosfor (P_2O_5) Total Tiap Reaktor

Berdasarkan **Tabel 4.12** Hasil uji laboratorium parameter P_2O_5 pada akhir pengomposan yaitu K₁ sebesar 7,90%; K₂ sebesar 2,45%; K₃ sebesar 2,81%; dan K₄ sebesar 2,36%. Hasil akhir pada masing- masing reaktor menunjukkan bahwa kandungan P_2O_5 pada masing-masing kompos telah sesuai dengan standar kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 yaitu memiliki nilai minimum sebesar 0,10%.

Pada **Gambar 4.18** menunjukkan kandungan P_2O_5 pada masing-masing kompos mengalami peningkatan dari rata-rata bahan awal kompos. Selama proses pengomposan kandungan P_2O_5 akan mengalami peningkatan di hasil akhir, hal ini dikarenakan berkaitan dengan kandungan Nitrogen. Semakin besar nitrogen yang dikandung maka multiplikasi mikroorganisme yang merombak P_2O_5 akan meningkat, sehingga kandungannya dalam kompos juga meningkat. (Haq dkk, 2014). Hal ini juga sesuai dengan penelitian Hidayati, dkk (2013), Parameter P_2O_5 mengalami peningkatan selama proses pengomposan. Peningkatan ini dikarenakan aktivitas mikroba yang mendekomposisi bahan-bahan organik. Dekomposisi P_2O_5 tersebut oleh mikroorganisme dapat mengubah bentuk nutrient P menjadi bentuk $(PO_4)_2$ (P tersedia) yang mudah diserap tanaman. Unsur P pada kompos sangat berperan dalam pembentukan bunga, buah, biji dan mempercepat kematangan buah (Arumsari dkk, 2012).

Menurut Ratna dkk (2017) pada proses pengomposan sebagian fosfor yang terkandung akan dihisap oleh mikroba, hal tersebut bertujuan untuk membentuk zat putih telur dalam tubuh mikroba. Semakin banyak mikroba maka akan membuat kompos semakin cepat matang dan memberi kesempatan bagi mikroba untuk dapat menghisap fosfor yang berasal dari kompos matang tersebut.

g. Kalium (K_2O)

Kalium adalah senyawa yang dihasilkan melalui proses metabolisme mikroba, ion-ion kalium bebas yang terkandung dalam bahan baku pupuk digunakan oleh mikroba untuk memenuhi kebutuhan metabolisme (Sari dkk, 2018). Kalium merupakan unsur penting bagi tanaman yaitu banyak terdapat pada sel-sel muda tanaman yang banyak mengandung protein. Kalium diserap oleh tanaman dalam bentuk ion K^+ (Arumsari dkk, 2012). Bahan baku pembuatan kompos adalah bahan organik dimana didalamnya telah terkandung unsur Kalium dalam bentuk organik kompleks. Bahan organik tersebut mengalami dekomposisi oleh

mikroorganisme yang menghasilkan kalium dalam bentuk organik yang sederhana (Widarti, 2018).

Pengukuran parameter kandungan K_2O kompos pada penelitian ini dilakukan di akhir pengomposan. Nilai K_2O dianalisis dengan membandingkan standar kualitas kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004. Hasil akhir uji kandungan K_2O dari masing-masing reaktor disajikan pada **Tabel 4.13** dan **Gambar 4.19**.

Tabel 4. 13. Hasil Uji Parameter % Kalium (K_2O) Kompos Tiap Perlakuan

Kode Variasi	Kalium (K_2O)	Satuan	SNI 19-7030-2004		Keterangan
			Min	Maks	
K ₁	0,32	%	0,2 %	*	Memenuhi
K ₂	0,26	%	0,2 %	*	Memenuhi
K ₃	0,19	%	0,2 %	*	Tidak Memenuhi
K ₄	0,21	%	0,2 %	*	Memenuhi

Sumber : Hasil Uji Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya, 2023.

Ket :

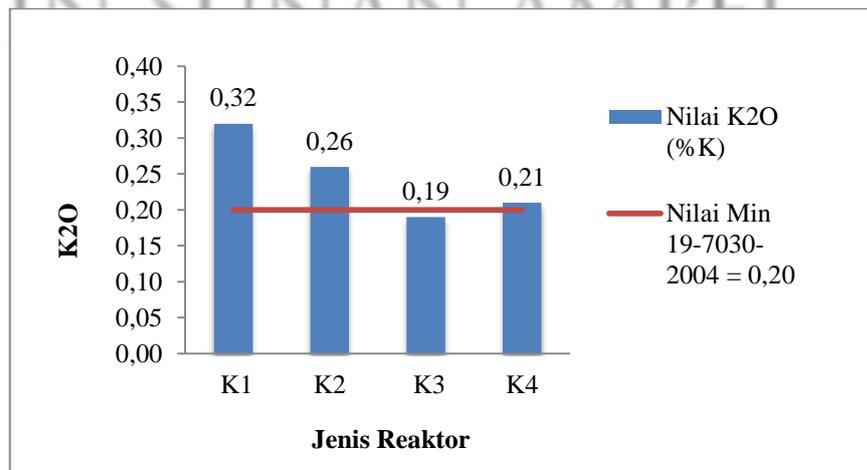
K₁ : Lumpur (100%)

K₂ : Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi (50%:25%:25%).

K₃ : Lumpur : Serbuk Gergaji + EM4 (50%:50%+EM4)

K₄ :Lumpur: Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi+EM4 (50%:25%:25%+EM4)

*= Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum



Gambar 4. 19 Grafik Parameter % Kalium (K_2O) Tiap Reaktor

Berdasarkan SNI 19-7030-2004 standar kandungan kompos nilai K_2O minimum sebesar 0,20%. Pada **Tabel 4.13** menunjukkan bahwa hasil nilai uji akhir kompos pada penelitian ini mengandung K_2O dengan perlakuan kode K_1 dengan berisikan 100% lumpur sludge sebesar 0,32%, perlakuan kode K_2 lumpur sludge, serbuk gergaji, dan kotoran sapi sebesar 0,26%, perlakuan kode K_3 lumpur sludge, serbuk gergaji, dan EM_4 sebesar 0,19%, dan perlakuan dengan kode K_4 lumpur sludge, serbuk gergaji, kotoran sapi dan EM_4 sebesar 0,21% Hasil akhir tersebut menunjukkan bahwa kandungan pada parameter K_2O pada masing-masing kompos telah memenuhi standar kualitas kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 yaitu 0,2%.

Berdasarkan grafik **Gambar 4.19** Kadar parameter kalium pada terkandung dalam perlakuan kode K_1 , K_2 , K_3 , dan K_4 telah menunjukkan adanya peningkatan dari rata-rata bahan awal kompos. Unsur kalium pada proses pengomposan cenderung meningkat, hal ini diduga karena adanya penambahan aktivator maka semakin banyak pula mikroorganisme pendegradasi yang menyebabkan rantai karbon terputus menjadi rantai karbon sederhana (Hayati, 2016). Bahan organik akan diuraikan oleh mikroorganisme, dan hasil dari penguraian oleh mikroorganisme yaitu peningkatan unsur makro seperti kalium (Ristiawan dkk, 2013). Hal tersebut juga sesuai dengan penelitian Jain, dkk (2018), semua parameter nutrisi kompos meningkat pada produk akhir. Hilangnya massa kering dapat menjadi alasan peningkatan konsentrasi nutrisi selama pengomposan (Sevik dkk, 2018). Menurut penelitian Ekawardani dan Kusuma (2018) Semakin tinggi kadar kalium dalam kompos maka semakin baik bagi pertumbuhan batang tanaman (Ekawardani dan Kusuma, 2018).

h. Perbandingan C : N : P

Lumpur (*sludge*) memiliki potensi untuk dimanfaatkan menjadi pupuk kompos. Berbagai jenis bahan organik sebagai campuran mempengaruhi proses dalam pengomposan. Berdasarkan dengan studi model dinamik, nilai perbandingan karbon, nitrogen dan fosfor dapat dibandingkan dengan pengomposan penelitian lain. Hal ini dilakukan

untuk mengetahui potensi yang terdapat pada lumpur (sludge) sebagai bahan baku pengomposan. Hasil dari didapatkan dari tingkat efektivitas pengomposan dengan menggunakan metode Takakura, berikut ini adalah ringkasan perbandingan nilai C/N/P dengan beberapa studi pemanfaatan lumpur pada **Tabel 4.14**

Tabel 4. 14 Perbandingan Rasio C/N/P di Berbagai Penelitian dengan Pemanfaatan Lumpur

Variasi Kompos	Nilai C	Nilai N	Nilai P	Referensi
Inokulum baru dan inokulum lama dengan variasi sekam dan bekatul	9,42%	2,16%	0,11%	Rezagama dan Samudro
Penelitian ini Lumpur PT. SUPRAMA dengan variasi serbuk gergaji dan EM4 (K ₃)	33,15%	0,72%	2,36%	Data Penelitian Ini
Penelitian ini Lumpur PT. SUPRAMA dengan variasi serbuk gergaji, kotoran sapi, dan EM4 (K ₄)	15,05%	0,77%	0,21%	Data Penelitian ini
Lumpur Industri susu dengan variasi kotoran kambing, serbuk kayu dan EM ₄	20,33	1,07%	0,58%	Farah, 2020
Lumpur Kelapa Sawit dengan variasi abu boiler, serat kelapa sawit, sampah pasar, EM ₄	35,27%	2,71%	0,97%	Yenie dan Andesgur, 2016

Berdasarkan **Tabel 4.14** Perbandingan nilai C/N/P pada penelitian Rezagama dan Samudro ialah disebabkan oleh variasi Penambahan bekatul dan sekam menyebabkan peningkatan rasio C/N. Penambahan bekatul akan meningkatkan jumlah mikroorganisme akibat konsumsi karbon juga tersedia. Sementara itu, Nitrogen yang terbentuk sebagai Nitrat dan Amonia semakin banyak Hal ini dikarenakan banyaknya nitrat yang menguap ke udara pada kondisi termofilik.

Karakteristik pada kompos matang menunjukkan bahwa komposisi terbaik dari unsur hara yang dihasilkan pada penelitian ini adalah reaktor 4 dengan kandungan karbon terendah awal rendah yaitu 13,81% dan Nitrogen yang tertinggi sebesar 0,77% sehingga rasio perbandingan antara C/N menjadi paling mendekati standar yang sesuai dengan rasio tanah. Semakin banyak kandungan phosphor semakin baik digunakan sebagai media tanam.

Menurut penelitian Farah (2020) yaitu penelitiannya terdapat Kandungan nitrogen yang tinggi dalam penelitiannya. Hal ini dikarenakan pada variasi reaktor terdapat penambahan kotoran kambing. Kotoran kambing memiliki kandungan N yang tinggi dibandingkan dengan kotoran sapi (Hariadi dkk, 2016) nilai nitrogen yang terkandung pada kotoran kambing di penelitian ini adalah sebesar 1,07% (Farah, 2020).

Pada variasi reaktor dengan lumpur kelapa sawit, abu boiler, serat kelapa sawit, sampah pasar, dan EM4 penggunaan aktivator EM-4 dapat dilihat pengaruh penggunaan EM-4 terhadap kandungan N-total. Penambahan EM-4 0,9% menunjukkan hasil tertinggi dengan nilai 2,71%. Dalam hasil penelitian diperoleh kandungan P - total tertinggi terdapat pada variasi EM-4 0,7% dengan nilai 0,97% hal ini disebabkan oleh konsentrasi aktivator EM-4 pada penelitian ini (Yenie dan Andesgur, 2016).

Phosfor dibutuhkan untuk membentuk berbagai bagian sel asam *nukleat*, *fosfolida*, dan *koenzim*, unsur ini dapat diperoleh dari senyawa – senyawa anorganiknya seperti garam – garam natrium dan kalium fosfat atau senyawa organiknya misal *nukleosida*. Rasio C/N/P hanya menunjukkan nilainya dibawah 200 maka tidak akan terjadi persaingan antara mikroorganisme dan tanaman apabila produk kompos nantinya digunakan (Indriyani, 2006).

Pada operasi pemanfaatan sederhana, penambahan bahan organik menjadi fokus utama dalam pemilihan bahan campuran dalam pengomposan. jenis bahan organik memiliki kemampuan dekomposisi dalam kompos. Serta Rasio C/N yang optimal dalam kompos adalah sekitar 25:1 hingga 30:1. Rasio yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dekomposisi yang lambat, sementara rasio yang terlalu rendah dapat menyebabkan kehilangan nitrogen. Keseimbangan yang tepat dalam rasio C/N penting untuk memastikan dekomposisi yang efisien dan ketersediaan nutrisi (Tendean, dkk 2016). Berikut ini adalah **Tabel 4.15** yang merupakan perbandingan kandungan bahan organik yang dapat dijumpai di lingkungan sekitar.

Tabel 4. 15 Perbandingan kandungan bahan organik ditemukan dilingkungan sekitar

Bahan Organik Kompos	Nilai C	Nilai N	Nilai P	Referensi
Lumpur Industri susu	37,35%	0,88%	0,25%	Farah, 2020
Lumpur PT. SASA Inti	12,4%	0,95%	0,08%	Indrayani, 2006
Lumpur Sawit	32,49%	2,017%	0,86%	Yenie dan Andesgur, 2016
Lumpur PT. Indofood CBP	35,21%	0,66%	0,24%	Wijayanti, 2013
Serbuk Kayu	33,15%	0,72%	2,36%	Yenie dan Andesgur, 2016
Kotoran Kambing	15,05%	0,77%	0,21%	Farah, 2020
Kotoran Sapi	20,33	1,07%	0,58%	Farah, 2020
Abu Boiler	33,23	1,319%	0,66 %	Yenie dan Andesgur, 2016
Serat Kelapa Sawit	32,30	2,219%	0,80%	Yenie dan Andesgur, 2016
Sampah Domestik	37,25%	0,91%	0,30%	Wijayanti, 2013
Bawang Goreng	24,12%	0,40%	0,22%	Wijayanti, 2013

Umumnya lumpur masih memiliki kadar air yang cukup tinggi, oleh karenanya perlu perlakuan lumpur yang merupakan bagian dari penanganan air limbah. Pengomposan dengan menggunakan metode Takakura ini berasal dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. SUPRAMA. Lumpur (sludge) ini merupakan produk samping berupa lumpur biologis dari pengolahan limbah cair di kolam aerasi dan kolam sedimentasi II (Settling Effluent). Menurut penelitian Cahyadi (2016), lumpur biologis yang telah diolah dapat dijadikan bahan baku kompos dengan data nilai C/N rasio sebesar 86.20 yang kemudian dilakukan proses pengomposan dengan perbandingan antara sludge, kotoran kambing dan serbuk gergaji (2:1:1). Nilai C/N rasio sebesar 20.81, kandungan C-Organik sebesar 27.54%, nilai kandungan N sebesar 22.38%, K sebesar 0.25%.

Pentingnya dalam pemilihan bahan dengan kandungan karbon organik dalam kompos harus seimbang dengan rasio karbon yang rendah dengan menambahkan rumput segar, sisa – sisa sayuran atau bahan segar hijau lainnya. Selain itu mengolah kompos dengan metode pengomposan yang lebih lama juga memberikan waktu bagi mikroba untuk menguraikan bahan nitrogen organik menjadi bentuk stabil yaitu karbon membantu nitrogen dengan menambahkan jerami, serasah daun kering, ataupun kayu yang sudah terdekomposisi. Dalam meningkatkan kandungan phosphor selama proses pengomposan bahan organik yang digunakan seperti sisa – sisa tulang, serbuk tulang, limbah ikan atau pupuk

fosfat alami dapat meningkatkan kandungan phosphor dalam kompos (Wijayanti, 2013).

4.5 Hasil Efektifitas Kompos dengan Pemanfaatan Lumpur (*sludge*)

Pengamatan Analisis Kompos pemanfaatan limbah lumpur *sludge* Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. SUPRAMA Sidoarjo dengan menggunakan metode pengomposan Takakura dilakukan selama 28 hari yang terdiri dari 4 kode perlakuan yaitu K₁ (100% lumpur), K₂ (lumpur, serbuk gergaji, dan kotoran sapi), K₃ (lumpur, serbuk gergaji, dan EM₄) dan K₄ (lumpur, serbuk gergaji, kotoran sapi dan EM₄).

Setiap perlakuan dilakukan pengujian parameter berupa suhu, pH (derajat keasaman), kadar air, c-organik, nitrogen, rasio C/N, fosfor (P₂O₅ Total) dan kalium (K₂O). Berikut perbandingan analisis parameter kualitas akhir kompos menggunakan metode Takakura yang disajikan pada **Tabel 4.16**

Tabel 4. 16 Perbandingan Standar Kualitas Kompos SNI dengan Kompos Tiap Perlakuan Lumpur (*Sludge*) Menggunakan Metode Takakura

No	Parameter	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	Satuan	Metode	SNI 19-7030-2004	
								Min.	Maks.
Parameter Fisik									
1.	Suhu *	28,5	29,9	29,1	29,8	°C		28,9	30,3
Parameter Kimia									
1.	pH *	6,8	7,3	7,3	7,4			6,8	7,49
2.	Kadar Air *	35,21	42,82	37,88	43,27	%	Gravimetri	-	50%
3.	C-Organik *	39,49	3,67	33,15	15,05	%	Gravimetri	9,8%	32%
4.	Nitrogen **	2,86	0,74	0,72	0,77	%	Kjeldahl	0,4%	-
5.	Rasio C/N	13,81	4,96	46,04	19,54		Perhitungan	10	20
6.	Fosfor (P ₂ O ₅ Total) **	7,90	2,45	2,81	2,36	%	Spektrofotometri	0,1%	-
7.	Kalium (K ₂ O) **	0,32	0,26	0,19	0,21	%	AAS	0,2%	-

Keterangan:

K₁ : Lumpur (100%)

K₂ : Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi (50% : 25% : 25%).

K₃ : Lumpur : Serbuk Gergaji : EM₄ (50% : 50% + EM₄)

K₄ : Lumpur : Serbuk Gergaji : Kotoran Sapi + EM₄ (50% : 25% : 25% + EM₄)

* = Hasil Analisa, 2023

** = Hasil Uji Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Surabaya (BSPJI) 2023.

Penelitian ini memanfaatkan limbah lumpur sludge menggunakan metode pengomposan yaitu takakura. Keranjang kompos Takakura merupakan sebuah hasil penelitian yang dikembangkan oleh ahli bernama Mr. Koji Takakura dari Jepang. Metode yang digunakan dalam proses pengomposan disebut sebagai Metode Takakura. Keranjang Takakura adalah alat pengomposan yang dirancang untuk penggunaan skala rumah tangga. Prinsip pengomposan dengan Metode Takakura adalah melalui proses aerob, di mana udara menjadi komponen penting dalam pertumbuhan mikroorganisme yang mendekomposisi sampah menjadi kompos (Anonim, ITS, 2005). penggunaan variasi starter kotoran sapi dan aktivator EM₄ dimaksudkan untuk membantu dalam pengembangan kehidupan mikroorganisme yang dapat mempercepat proses pengomposan.

Hasil pengomposan dari pemanfaatan limbah lumpur sludge yang berasal dari tangka aerasi dan sedimentasi Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. SUPRAMA Sidoarjo selama 28 hari pada **Tabel 4.14** maka dilakukan perbandingan dari kode perlakuan K₁, K₂, K₃, dan K₄ dinilai dari tingkat keefektifan antara starter kotoran sapi dan aktivator EM₄, sesuai dengan kriteria standar kualitas kompos menurut SNI 19 – 7030 – 2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.

Kualitas fisik kompos (suhu) yang dihasilkan dari perlakuan kode K₁ yang berisikan (100% lumpur) sebagai kontrol tidak memenuhi standar baku mutu SNI 19-7030-2004 yaitu 28,5°C, sedangkan ditinjau dari kualitas kimia kompos dengan nilai sebesar pH 6,8; kadar air 35,21%; nitrogen 2,86%; rasio C/N 13,81; phosphor 7,90% dan kalium 0,32% sudah memenuhi baku mutu SNI 19 7030-

2004, kecuali dengan nilai pada parameter c-organik 39,49% dinilai tidak memenuhi baku mutu SNI 19 7030-2004.

Kualitas fisik kompos (suhu) yang dihasilkan dari perlakuan kode K₂ dengan variasi 50% lumpur *sludge*, 25 % serbuk gergaji, dan 25% kotoran sapi dinilai sudah memenuhi standar baku mutu SNI 19-7030-2004 yaitu 29,9°C, sedangkan ditinjau dari kualitas kimia kompos dengan nilai sebesar pH 7,3 kadar air 42,82%; nitrogen 0,74%; phosphor 2,45% dan kalium 0,26% sudah memenuhi baku mutu SNI 19 7030-2004, kecuali dengan nilai pada parameter c-organik 3,67% dan rasio C/N 4,96 di nilai tidak memenuhi baku mutu SNI 19 7030-2004.

Kualitas fisik kompos (suhu) yang dihasilkan dari perlakuan kode K₃ 50% lumpur *sludge*, 50% serbuk gergaji, dan EM₄ 0,6ml dinilai sudah memenuhi standar baku mutu SNI 19-7030-2004 yaitu (29,1°C), sedangkan ditinjau dari kualitas kimia kompos dengan nilai sebesar pH 7,3 kadar air 37,88%; nitrogen 0,72%; dan phosphor 2,81% sudah memenuhi baku mutu SNI 19 7030-2004, kecuali dengan nilai pada parameter c-organik 33,15%; rasio C/N 46,04 dan Kalium 0,19% di nilai tidak memenuhi baku mutu SNI 19 7030-2004.

Kualitas fisik kompos (suhu) yang dihasilkan dari perlakuan kode K₄ 50% lumpur *sludge*, 25% serbuk gergaji, 25% kotoran sapi dan EM₄ 0,6ml memenuhi standar baku mutu SNI 19-7030-2004 yaitu 29,8°C, sedangkan ditinjau dari kualitas kimia kompos dengan nilai sebesar pH 67,4; kadar air 43,27%; c-organik 15,05%; nitrogen 0,72%; rasio C/N 19,54; phosphor 2,36% dan kalium 0,21% sudah memenuhi baku mutu SNI 19 7030-2004.

Berdasarkan dengan penelitian yang dilakukan, pupuk kompos yang dari pemanfaatan lumpur (*sludge*) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT SUPRAMA dengan menggunakan metode pengomposan takakura sesuai dengan hasil uji laboratorium pada kompos yang telah dibuat berdasarkan **Tabel 4.14** menunjukkan kualitas hasil pengomposan terbaik ada pada reaktor dengan kode K₄ dengan variasi isi 50% lumpur *sludge*, 25% serbuk gergaji, 25% kotoran sapi dan EM₄ 0,6ml. Hal ini dikarenakan hasil pengujian seluruh parameter fisik (suhu) dan parameter kimia (pH, Kadar air, C-Organik, Nitrogen, rasio C/N, P₂O₅, dan K₂O) kualitas kompos dengan kode tersebut lebih efektif dibandingkan

dengan reaktor lainnya berdasarkan standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Analisis dan pembahasan pada penelitian pemanfaatan limbah lumpur (*sludge*) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. SUPRAMA Sidoarjo sebagai bahan pembuatan pupuk kompos dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil karakteristik awal lumpur pada unit sedimentasi dan tangki aerasi IPAL PT. SUPRAMA yaitu, kadar air (96,67%), C-Organik (13,81%), Nitrogen (0,43%), rasio C/N (31,84), fosfor (P_2O_5 total) (0,32%), dan Kalium (K_2O) (0,14%).
2. Hasil pengomposan selama 28 hari tiap parameter pada variasi kompos ($K_1, K_2, K_3,$ dan K_4) berturut-turut yaitu, suhu (28,5°C; 29,9°C; 29,1°C; dan 29,8°C), pH (6,8; 7,3; 7,3; dan 7,4), Kadar Air (35,21%; 42,82%; 37,88% dan 43,27%), C-Organik (39,49%; 3,67%; 33,15% dan 15,05%), Nitrogen (2,86%; 0,74%; 0,72% dan 0,77%), Rasio C/N (13,81; 4,96; 46,04; dan 19,54), Fosfor (P_2O_5) total (7,90%; 2,45%; 2,81% dan 2,36%), dan kalium (K_2O) (0,32%; 0,26%; 0,19% dan 0,21%).
3. Hasil akhir pengomposan dengan pemanfaatan lumpur IPAL yang paling efektif yaitu pada reaktor K_4 dengan variasi kompos 50% (lumpur 300 gr) : 25% (150 gram serbuk gergaji) : 25% (150 gram kotoran sapi) + EM4 (0,6 ml) yaitu dengan menghasilkan nilai suhu 29,8°C, pH 7,2, kadar Air 43,27%, C-Organik 15,05%, nitrogen 0,77%, Rasio C/N 19,5%, fosfor (P_2O_5) total 2,36%, dan kalium (K_2O) 2,36%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, perlu adanya beberapa saran perkembangan yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya. Antara lain sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai kualitas parameter pada kompos. Pada penelitian ini hanya dilakukan pengujian untuk 8 dari 31 parameter berdasarkan spesifikasi standar kompos yang tercantum dalam SNI 19-7030-2004.

2. Sebaiknya kompos dari pemanfaatan lumpur (*sludge*) IPAL ini perlu diuji untuk diaplikasikan sebagai pupuk tanaman.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwarno, F. A. (2020). *Pemanfaatan Lumpur Industri Susu Sebagai Kompos Dengan Metode Open Windrow* (Doctoral dissertation, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya).
- Agustin, D. (2006). *Pemanfaatan Lumpur sludge dari Sludge Drying Bed pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Sewon Bantul-Jogjakarta, Serbuk Jerami dan Kotoran Sapi untuk Proses Pengomposan*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Ali, F., Utami, D. P., & Komala, N. A. (2018). Pengaruh penambahan EM4 dan larutan gula pada pembuatan pupuk kompos dari limbah industri crumb rubber. *Jurnal Teknik Kimia*, 24(2), 47-55.
- ANDJANI, R. (2022). *Analisis Kualitas Kompos Dari Sampah Daun Kering Menggunakan Mealworm (Tenebrio Molitor) Dan Efektivitas Mikroorganisme 4 (Em4)*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Ansori, A., & Asngad, A. (2017). *Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Sengon (Albizia falcataria) dan Kotoran Kambing Sebagai Bahan Baku Pupuk Organik Cair Dengan Penambahan Effective Microorganism-4 (EM4)* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Aryanti, D. (2020). *Pengaruh Pengomposan Limbah Lumpur IPAL Domestik Dengan Karakteristik Fisik-Kimia Dan Logam Berat Kompos*. PROSIDING LPPM UIKA BOGOR.
- Bachtiar, B., & Ahmad, A. H. (2019). Analisis kandungan hara kompos johan cassia siamea dengan penambahan aktivator promi. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 4(1), 68-76.
- Barus.2011. Uji Efektivitas Kompos Jerami dan Pupuk NPK terhadap Hasil Padi (*Oryza sativa L*) di Lampung. *Jurnal Agrivigor* 10 (3) : 250 – 255.
- Caceres, R., N. Coromina, K. Malin'ska, O. Marfà. 2015. Evolution of process control parameters during extended co-compost of green waste and solid fraction of cattle slurry to obtain growing media. *Bioresource Technology*. 179: 398-406.

- Capah, R. L., 2006. Kandungan Nitrogen dan Fosfor Pupuk Organik Cair dari Sludge Instalasi Gas Bio dengan Penambahan Tepung Tulang Ayam dan Tepung Darah Sapi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Campbell, A.G. (1991) Composting a Combined RMP/CMP Pulp and Paper Lumpur, *TAPPI Journal*.
- Cahyadi, Dicky. (2016). Pemanfaatan Limbah Lumpur sludge Wastewater Treatment Plant PT. X Sebagai Bahan Baku Kompos. JTP. Vol. 05. No. 1 31-36, Universitas Mercu Buana, Yogyakarta.
- Damayanti, V., Oktiawan, W., & Sutrisno, E. (2017). Pengaruh penambahan limbah sayuran terhadap kandungan C-organik dan Nitrogen total dalam vermikomposting limbah rumen dari sapi rumah potong hewan (RPH) (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Djaja, W. (2006). Pengaruh Imbangan Kotoran Sapi Perah dan Serbuk Gergaji Kayu Albizia terhadap Kandungan Nitrogen, Fosfor, Dan Kalium Serta Nilai C: N Ratio Kompos (Effect of Dairy Cattle Manure and Albizia Saw Dust Blending on Compost's Nitrogen, Phosphorous, and Potassiu. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 6(2).
- Djunu, S. S. (2021). Kompos Berbahan Dasar Lumpur Sawit menggunakan Microbakter Alfaafa (M-11) Bagi Masyarakat. *Jambura Journal of Husbandry and Agriculture Community Serve (JJHCS)*, 1(1).
- Djuarnani, N. Kristiani dan B. S. Setiawan, 2005. Cara Cepat Membuat Kompos. Penerbit PT. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Ekawandani, N. (2019). Efektifitas kompos daun menggunakan EM4 dan kotoran sapi. *Jurnal Tedc*, 12(2), 145-149.
- Hajama, 2014. Studi Pemanfaatan Eceng Gondok sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Kompos dengan Menggunakan Aktivator EM4 dan MOL serta Prospek Pengembangannya. Makassar : Program Studi Teknik Lingkungan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Haug, Roger T. 1984. Compost Engineering, Principles and Practice. Ann Arbor Science Publishers : Michigan.
- Harahap, R. T., T. Sabrina dan P. Marbun, 2015. Penggunaan Beberapa Sumber dan Dosis Aktivator Organik Untuk Meningkatkan Laju Dekomposisi

- Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, Vol.3, No.2, Hal. 581- 589 (Maret, 2015), ISSN No. 2337- 6597.
- Hidayati, A.A., Winardi D.N., Syafrudin. 2013. Pengomposan Sludge Hasil Pengolahan Limbah Cair PT. INDOFOOD CBP dengan Penambahan Lumpur Aktif dan EM4 dengan Variasi Sampah Domestik dan Bawang Goreng. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 2 No 3, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Huda, S., & Wikanta, W. (2016). Pemanfaatan limbah kotoran sapi menjadi pupuk organik sebagai upaya mendukung usaha peternakan sapi potong di Kelompok tani Ternak Mandiri Jaya Desa Moropelang Kecamatan Babat kabupaten Lamongan. *AKSIOLOGIYA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 26-35.
- Imaddudin, F., 2011. Hubungan Antara Laju Konsentrasi Oil and Grease dan Bulking Agent (Sekam Padi dan Bintaro) pada proses Bioremediasi. Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Indriani. Y.H. 2005. *Made Compost Rapidly*. Penebar Swadaya. Jakarta. Page, A.L. 1982. *Methods of Soil Analysis, Part 2*, American Society of Agronomy and Soil Science of America, Madison, WI.
- Insam, H., & De Bertoldi, M. (2007). Microbiology of the composting process. In *Waste management series* (Vol. 8, pp. 25-48). *Elsevier*.
- Kaswinarni, F., & Nugraha, A. A. S. (2020). Kadar Fosfor, Kalium dan Sifat Fisik Pupuk Kompos Sampah Organik Pasar dengan Penambahan Starter EM4, Kotoran Sapi dan Kotoran Ayam. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 12(1), 1-6.
- Kurnia, V. C., Sumiyati, S., & Samudro, G. (2017). Pengaruh kadar air terhadap hasil pengomposan sampah organik dengan metode open windrow. *Jurnal Teknik Mesin Mercuri Buana*, 6(2), 119-123.
- Kusumo, R. S. (2020). *PEMANFAATAN LIMBAH SLUDGE INDUSTRI SUSU SEBAGAI BAHAN BAKU KOMPOS DENGAN PENAMBAHAN BIOAKTIVATOR MOL* (Doctoral dissertation, Institut teknologi nasional malang).

- Lestari, A. (2022). PEMANFAATAN LIMBAH *SLUDGE* INDUSTRI KERTAS MENJADI PUPUK ORGANIK SEBAGAI SUATU UPAYA PENANGGULANGAN PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PENGEMBANGAN EKONOMI BUDIDAYA KEMBANG KOL (*Brassica oleracea L.*) DI KECAMATAN RAWAMERTA KABUPATEN KARAWANG. *Jurnal Abditani*, 5(1), 45-49.
- Liu, L., Ye, Q., Wu, Q., Liu, T., & Peng, S. (2021). Effect of biochar addition on *sludge* aerobic composting and greenbelt utilization. *Environmental Technology & Innovation*, 21, 101279.
- Luo, W., Chen, T. B., Zheng, G. D., Gao, D., Zhang, Y. A., & Gao, W. (2008). Effect of moisture adjustments on vertical temperature distribution during forced-aeration static-pile composting of sewage sludge. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(4), 635-642
- Muhammad, D. N., Bambang, Y., Sri, S. M., Agus, S. S., & Dindin, W. (2020). *PERBEDAAN KOMPOSISI LIMBAH LUMPUR SEBAGAI PUPUK TERHADAP KUALITAS KOMPOS (C/N RASIO) DENGAN PENGOMPOSAN AEROB DI PT. ABC KOGEN DAIRY* (Doctoral dissertation, Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung).
- Nopandi, O. (2019). *Pengaruh Kompos Jerami Padi Berbasis Lumpur Organik Unit Gas Bio Terhadap Pertumbuhan Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Nurdiansyah, A. (2022). *Pemanfaatan kotoran sapi di Rumah Potong Hewan Kedurus sebagai bahan pembuatan pupuk organik dengan menggunakan starter isi rumen sapi* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- Nuryana, D. (2017). Bioremediasi Pencemaran Minyak Bumi. *Journal of Earth Energy Engineering*, 6(2), 9-13.
- Pande Putu, A. K. W. (2019). *Perbedaan Kualitas Kompos Limbah Ampas Kopi Dengan Penambahan Bioaktivator EM4 Dan Mikroorganisme Lokal (MOL) Nasi Basi* (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Denpasar).
- Peng, C., S. Lai., X. Luo., J. Lu., Q. Huang., and W. Chen, 2016. Science of the Total Environment Effects of long term rice straw application on the

- microbial communities of rapeseed rhizosphere in a paddy-upland rotation system. *Sci. Total Environ.*, vol. 557–558, pp. 231–239.
- Pereira, da S.A., B.L. Carlos., F.J. Cezar., R. Ralisch., M. Hungria., and G.M. De Fatima, 2014. Soil Structure and Its Influence On Microbial Biomass In Different Soil and Crop Management Systems. *Soil & Tillage Research*, Vol. 142, pp. 42– 53.
- Purwati, S., Yusuf Setiawan & Yuniarti PK. (2005) Pemanfaatan Limbah Lumpur IPAL Industri Tekstil Untuk Kompos dan Pengaruhnya Terhadap Tanaman dan Media Tanah. *Journal BS* Vol. 40, 36 – 47.
- Sutanto, R., 2002. Penerapan Pertanian Organik. Permasalahannya dan Pengembangannya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Saputri, M., Aziz, R., & Dewilda, Y. (2021). Penggunaan Kulit Nanas Dan Ampas Tebu Sebagai Bahan Aktivator Mikroorganisme Lokal (MOL) Pada Pengomposan Sampah Dapur Menggunakan Metode Takakura. *Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri*, 21(2), 352-363.
- Sari, E., & Darmadi, D. (2016). Efektivitas Penambahan Serbuk Gergaji dalam Pembuatan Pupuk Kompos. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 3(6), 139-147.
- Sinaga, Y. J., Lestari, D. A. H., & Situmorang, S. (2020). Keragaan agroindustri mi basah di Kota Bandar Lampung dan perilaku konsumen dalam perspektif diversifikasi pangan. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis: Journal of Agribusiness Science*, 7(3), 338-345.
- Standart Nasional Indonesia 06-6989.23-2005. (2005). Tentang Air Dan Air Limbah - Bagian 23: Cara Uji Suhu Dengan Termometer.
- Standart Nasional Indonesia 19-7030-2004. (2004). Tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik.
- Standart Nasional Indonesia 7763:2018. (2018). Tentang Pupuk Organik Padat.
- Sipayung, H. D. (2019). Pembuatan Kompos Menggunakan Sampah Taman Dan Kotoran Kambing Dengan MOL Limbah Sayur. Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Suwahyono, U., & PS, T. P. (2014). Cara Cepat Buat Kompos dari Limbah.

- Tendean, M. F., Tambaru, E., & Abdullah, A. (2016). Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Starter Pada Proses Pengomposan Eceng Gondok *Eichhornia Crassipes* (Mart.) Solms. Skripsi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Trivana, Linda., dan A. Y. Pradhana. (2018). Pengaruh Rasio Debu Sabut Kelapa Dan Kotoran Kambing Terhadap Waktu Pengomposan Dan Kualitas Pupuk Organik. *Buletin Palma*. Vol. 19. No. 1 33-46, Balai Penelitian Tanaman Palma, Manado. Penebar Swadaya Grup.
- Ubaidillah, M. Maryadi, R. Dianita, Karakteristik fisik dan kimia phospho-kompos yang diperkaya dengan abu serbuk gergaji sebagai sumber kalium, *Jurnal Ilmiah Ilmuilmu Peternakan*, vol. 21, no. 2, hal. 98–109, 2018.
- Widarti B.N., W.K.Wardhini dan E.Sarwono, 2015. Pengaruh rasio C/N bahan baku pada pembuatan kompos dari kubis dan kulit pisang. *Jurnal Integrasi Proses* 5(2): 75-80
- Wijayanti, N., Nugraha, W. D., & Syafrudin, S. (2013). Pengomposan Sludge Hasil Pengolahan Limbah Cair PT. Indofood Cbp Dengan Penambahan Lumpur Aktif Dan Em4 Dengan Variasi Kulit Bawang Dan Bawang Goreng. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(3), 1-8.
- Witasari, W. S., Sa'diyah, K., & Hidayatulloh, M. (2021). Pengaruh Jenis Komposter dan Waktu Pengomposan terhadap Pembuatan Pupuk Kompos dari Activated *Sludge* Limbah Industri Bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 5(1), 31-40.
- Wulandari, C. D., & Setyobudiarso, H. (2020). PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN CAMPURAN PADA PEMBUATAN KOMPOS *SLUDGE* IPAL PABRIK SUSU. *Prosiding SEMSINA*, 23-28.
- Yenie, E., & Andesgur, I. (2016). Pengaruh Effective Microoganisme (EM-4) Sebagai Bioaktivator Terhadap Kualitas Kompos Berbahan Dasar Limbah Padat Pabrik Minyak Kelapa Sawit. *Teknik Oleo Petro Kimia Indonesia*, Pekanbaru