TA/TL/2024/1775

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS KOMPOS LIMBAH *SLUDGE GLUE* INDUSTRI KAYU LAPIS

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

NOVERLI SUKMA MELANI
20513226

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

2024

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS KOMPOS LIMBAH *SLUDGE GLUE* INDUSTRI KAYU LAPIS

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

Disusun Oleh:

NOVERLI SUKMA MELANI
20513226

Disetujui,
Dosen Pembimbing

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.	**Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng**
Nik. 165131305	**Nik. 135130503**
Tanggal:	**Tanggal:**

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng)., Ph.D.
Tanggal: 03 April 2024

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KUALITAS KOMPOS LIMBAH *SLUDGE GLUE* INDUSTRI KAYU LAPIS

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin

Tanggal : 1 April 2024

Disusun Oleh:

NOVERLI SUKMA MELANI
20513226

Tim Penguji:

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.

Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng

Dr. Ir. Kasam, M.T.



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 1 April 2024

Yang membuat pernyataan,



Noverli Sukma Melani

NIM: 20513226

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya Tugas Akhir yang dilaksanakan sejak bulan November 2023 dengan judul "Analisis Kualitas Kompos Limbah *Sludge Glue* Industri Kayu Lapis" dapat diselesaikan. Dalam penyusunan Tugas Akhir, penulis telah mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, Ibu Sri Mulyati dan Bapak Nur Cholis yang senantiasa memberikan do'a dan dukungan untuk kelancaran penulis menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. dan Bapak Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah sabar dan selalu memberikan masukan serta dukungan selama penyusunan Tugas Akhir. Bapak Dr. Ir. Kasam, M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan waktu selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Ketua Prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng)., Ph.D. dan Bapak Adam R. N., S.T., M.T. selaku koordinator Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan bagi penulis.
5. Bapak Heriyanto, A.Md selaku admin Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Laboran di Laboratorium Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah membantu selama penelitian di Laboratorium.
7. Kepada penulis sendiri yang telah bertahan dan berjuang selama mengerjakan hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.

8. Rekan penulis Aura, Bintang, Jovan yang telah memberikan dukungan dan motivasi, serta Aiko, Salman dan Fathur yang telah membantu penulis dalam mempersiapkan penelitian.
9. Keluarga Besar Teknik Lingkungan Angkatan 2020 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
10. Seluruh pihak yang telah memberi do'a, dukungan dan bantuan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dalam perbaikan penelitian. Semoga laporan Tugas Akhir yang telah disusun oleh penulis dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 1 April 2024

Noverli Sukma Melani

ABSTRACT

NOVERLI SUKMA MELANI

Compost Quality Analysis of Plywood Industry Sludge Glue Waste.

Supervised by FINA BINAZIR MAZIYA, S.T., M.T. *and* YEBI YURIANDALA, S.T., M.Eng.

The plywood industry produces solid waste in the form of WWTP sludge or called sludge glue containing melamine, urea and hardener materials. Untreated sludge glue will cause impacts such as causing a pungent odor and for the environment can cause degradation of soil quality to have an impact on the existing ecosystem on the soil. The purpose of the study was to analyze the quality of compost from sludge glue waste which includes pH, temperature, moisture content, NPK, C-Organic, C/N ratio, and physical condition (texture, odor and color). The research method refers to SNI 7763-2018 concerning Solid Organic Fertilizers and ISBN 978-602-8039-49-9 concerning Technical Guidelines for Chemical Analysis of Soil, Aquatic Plants and Fertilizers Edition 3 with data analysis using a comparative quantitative approach. The results of the study showed that compost that met the compost quality standards SNI 19-7030-2004 concerning Compost Specifications from Domestic Organic Waste was only variation III with a mixture of cow dung. The resulting pH value is 7 with a temperature of 26°C. In addition, compost showed a moisture content value of 46.79%, Nitrogen 1.74%, Phosfor 4.78%, Potassium 9.60%, C-Organic 28.21%, and C/N ratio 16.23%.

Keywords: Plywood Industry, Sludge Glue, Compost.

ABSTRAK

NOVERLI SUKMA MELANI.
Analisis Kualitas Kompos Limbah *Sludge Glue* Industri Kayu Lapis
Dibimbing oleh FINA BINAZIR MAZIYA, S.T., M.T. dan YEBI YURIANDALA, S.T., M.Eng.

Industri kayu lapis menghasilkan limbah padat berupa lumpur IPAL atau disebut *sludge glue* yang mengandung bahan melamin, urea dan *hardener*. *Sludge glue* yang tidak diolah akan menimbulkan dampak seperti menimbulkan bau menyengat dan untuk lingkungan dapat menyebabkan terjadinya degradasi kualitas tanah hingga berdampak pada ekosistem yang ada pada tanah. Tujuan dari penelitian adalah menganalisis kualitas kompos dari limbah *sludge glue* yang meliputi pH, suhu, kadar air, NPK, C-Organik, rasio C/N, dan kondisi fisik (tekstur, bau dan warna). Metode penelitian mengacu pada SNI 7763-2018 tentang Pupuk Organik Padat dan ISBN 978-602-8039-49-9 tentang Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman Air dan Pupuk Edisi 3 dengan analisis data menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kompos yang memenuhi standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik hanya variasi III dengan bahan campuran kotoran sapi. Nilai pH yang dihasilkan yaitu 7 dengan suhu 26˚C. Selain itu, kompos menunjukkan nilai kadar air sebesar 46,79%, Nitrogen 1,74%, Phosfor 4,78%, Kalium 9,60%, C-Organik 28,21%, dan rasio C/N 16,23%.

Kata Kunci : Industri Kayu lapis, *Sludge Glue*, Kompos.

DAFTAR ISI

ABSTRACT ..... **vii**

ABSTRAK ..... **viii**

DAFTAR ISI ..... **ix**

DAFTAR TABEL ..... **xii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 2

1.4 Manfaat Penelitian 2

1.5 Ruang Lingkup 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**

2.1 *Sludge* Industri 4

2.2 Parameter *Sludge* di Industri 5

2.3 Pengomposan 6

2.3.1 Proses Pengomposan 6

2.3.2 Sistem Pengomposan Aerobik-Anaerobik 7

2.3.3 Parameter Kompos NPK dan C/N 8

2.4 Hubungan pH dan Suhu dengan Aktivitas Mikroorganisme 9

2.5 EM4 10

2.6 Penelitian Terdahulu 12

BAB III METODE PENELITIAN **15**

3.1 Gambaran Umum Penelitian 15
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian 16
3.2.1 Waktu Penelitian 16
3.2.2 Lokasi Penelitian 16
3.3 Alat dan Bahan 16
3.3.1 Alat 16
3.3.2 Bahan 18
3.4 Prosedur Analisis Data 18
3.4.1 Proses Pengomposan 18
3.4.2 Pengamatan Variasi Kompos 18
3.4.3 Pengujian Kualitas Kompos 19
3.4.4 Pengolahan Data 22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 24
4.1 Karakteristik Limbah *Sludge Glue* 24
4.2 Karakteristik Kompos Limbah *Sludge Glue* 26
4.2.1 Kondisi Fisik 32
4.2.2 pH 35
4.2.3 Suhu 37
4.2.4 Kadar Air 39
4.2.5 Nitrogen (N) 41
4.2.6 Phosfor (P_2O_5) 43
4.2.7 Kalium (K_2O) 45
4.2.8 C-Organik 46
4.2.9 Rasio C/N 48
4.3 Perbandingan Karakteristik Kompos Limbah *Sludge Glue* 50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 52

5.1 Kesimpulan 52

5.2 Saran 52

DAFTAR PUSTAKA 53

LAMPIRAN 62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 12
Tabel 3. 1 Perbandingan Variasi Kompos.....18
Tabel 3. 2 Metode Analisis Kualitas Kompos 19
Tabel 4. 1 Karakteristik Limbah *Sludge Glue*.....24
Tabel 4. 2 Karakteristik Limbah *Sludge Glue* Data Sekunder..... 25
Tabel 4. 3 Kondisi Fisik 3 Variasi 34
Tabel 4. 4 Perbandingan Optimalisasi Kompos 3 Variasi 51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kerangka Studi 15
Gambar 3. 2 Reaktor Tampak Depan 17
Gambar 3. 3 Reaktor Tampak Atas 17
Gambar 3. 4 Langkah Pengolahan dan Analisis Data 23
Gambar 4. 1 Hasil Pengujian Periode Pengamatan Setiap Hari 26
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Periode Pengamatan Satu Minggu Sekali 27
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Periode Pengamatan Awal dan Akhir 27
Gambar 4. 4 Karakteristik pH *Sludge Glue* dan 3 Variasi Kompos 28
Gambar 4. 5 Karakteristik Suhu *Sludge Glue* dan 3 Variasi Kompos 28
Gambar 4. 6 Karakteristik Kadar Air *Sludge Glue* dan 3 Variasi Kompos ... 29
Gambar 4. 7 Karakteristik Nitrogen *Sludge Glue* dan 3 Variasi Kompos 29
Gambar 4. 8 Karakteristik Phosfor *Sludge Glue* dan 3 Variasi Kompos 30
Gambar 4. 9 Karakteristik Kalium *Sludge Glue* dan 3 Variasi Kompos 30
Gambar 4. 10 Karakteristik C-Organik *Sludge Glue* dan 3 Variasi Kompos 31
Gambar 4. 11 Karakteristik Rasio C/N *Sludge Glue* dan 3 Variasi Kompos. 31
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian pH 3 Variasi 36
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Suhu 3 Variasi 37
Gambar 4. 14 Hasil Pengujian Kadar Air 3 Variasi 40
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian Kadar Nitrogen (N) 3 Variasi 42
Gambar 4. 16 Hasil Pengujian Kadar Phosfor (P_2O_5) 3 Variasi 43
Gambar 4. 17 Hasil Pengujian Kalium (K_2O) 3 Variasi 45
Gambar 4. 18 Hasil Pengujian Kadar C-Organik 3 Variasi 47
Gambar 4. 19 Hasil Pengujian Rasio C/N 3 Variasi 49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Lembar Analisis Kondisi *Sludge Glue*

Lampiran 2 : Alat Timbang *Sludge Glue*

Lampiran 3 : Dokumentasi Pengujian Karakteristik Kompos

Lampiran 4 : Lampiran IX PP 22 Tahun 2021 Halaman 33

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri perkayuan merupakan kawasan yang di dalamnya terdapat berbagai kegiatan dengan menyisakan sisa produksi yang disebut dengan limbah. Salah satu limbah yang dihasilkan adalah limbah cair yang nantinya akan disalurkan ke IPAL. Dalam kolam IPAL terdapat dua jenis bentuk limbah yaitu cair berupa air limbah dan padat berupa lumpur yang didapatkan dari endapan limbah cair atau air limbah.

Lumpur dari endapan air limbah dapat menimbulkan berbagai permasalahan jika tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut. Permasalahan tersebut diantaranya menimbulkan bau menyengat, mengundang banyak lalat di sekitar kolam lumpur, hingga dapat menambah biaya pengeluaran untuk menyalurkan lumpur ke pihak ketiga jika tidak diolah secara mandiri. Selain itu, dampak yang ditimbulkan untuk lingkungan juga dapat menyebabkan terjadinya degradasi kualitas tanah hingga berdampak pada ekosistem yang ada pada tanah. Pengolahan lumpur dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk kompos. Dalam pengolahannya, diperlukan bahan tambahan untuk mempercepat proses pengomposan salah satunya dengan menggunakan campuran dari bahan organik. Sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah lumpur IPAL sebagai bahan baku kompos menggunakan limbah hijau dari stek (Pikl dkk., 2020).

Dari penelitian Pikl dkk (2020) diketahui bahwa pengamatan karakteristik kompos hanya pada suhu, pH dan bahan organik. Dengan suhu pengamatan terakhir pada 18˚C, pH 7 dan bahan organik 30,2%. Bahan baku tambahan yang dapat digunakan selain dari limbah hijau dari stek adalah EM4, sisa makanan, kotoran hewan, dan sampah taman (daun-daun). Selain itu, pengolahan dengan bahan utama lumpur IPAL tidak hanya dari skala perkotaan salah satunya dari skala industri.

PT X di Kabupaten Temanggung merupakan industri kayu lapis yang menghasilkan timbulan limbah padat berupa lumpur IPAL atau disebut dengan *sludge glue* yang berpotensi untuk dimanfaatkan kembali. *Sludge glue* merupakan hasil pengendapan dari air limbah yang bersumber dari sisa air pencucian kayu, mesin *glue spreader* dan alat lainnya (Soedarmanto & Setiawati, 2022). Lumpur IPAL yang dihasilkan terdiri dari berbagai bahan meliputi melamin, urea dan *hardener*. Berdasarkan Lampiran IX PP 22 tahun 2021, melamin dan urea termasuk dalam daftar limbah B3 dari sumber spesifik umum dengan sumber limbah sebagai pembuat lem. Oleh karena itu, pemanfaatan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan sebagai cara untuk pengelolaan lingkungan akan dilaksanakan penelitian tentang pemanfaatan limbah *sludge glue* sebagai pupuk kompos.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana karakteristik kompos dari limbah *sludge glue* yang meliputi pH, suhu, kadar air, NPK, C-Organik, rasio C/N, dan kondisi fisik (tekstur, bau dan warna).

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, didapatkan tujuan penelitian yaitu menganalisis karakteristik kompos dari limbah *sludge glue* yang meliputi pH, suhu, kadar air, NPK, C-Organik, rasio C/N, dan kondisi fisik (tekstur, bau dan warna).

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat manfaat sebagai berikut :

1) Mahasiswa mampu menganalisis karakteristik kompos dari limbah *sludge glue*.
2) Metode pengomposan dapat dijadikan referensi untuk pengolahan limbah *sludge glue* pada sektor industri kayu lapis.

3) Memberikan strategi pengomposan *sludge glue* industri kayu lapis sehingga limbah tidak perlu diangkut oleh pihak luar.
4) Menjadikan metode pengomposan limbah *sludge glue* industri kayu lapis sebagai tambahan pengembangan pengetahuan untuk mengolah kompos.
5) Memberikan strategi pengomposan yang sederhana dan mudah diaplikasikan untuk industri.
6) Hasil kompos dengan kualitas yang telah sesuai dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik dapat dijadikan alternatif pupuk pada tanaman di lokasi industri.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian Analisis Kualitas Kompos Limbah *Sludge Glue* Industri Kayu Lapis sebagai berikut :

1) Pengambilan sampel di PT. X Industri Kayu Lapis.
2) Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas dan terikat. Variabel bebas adalah variasi kompos yang meliputi *sludge glue* + sampah kebun + EM4, *sludge glue* + sisa makanan + EM4, dan *sludge glue* + kotoran sapi + EM4. Perbandingan setiap variasi yaitu (1:1:1). Variabel terikat penelitian adalah parameter pengujian yang meliputi pH, suhu, kadar air, dan kondisi fisik.
3) Pengujian syarat mutu berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik yaitu N, P, K, dan C/N.
4) Lama waktu pengamatan yaitu 24 hari.
5) Sistem pengomposan yang digunakan yaitu aerobik.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Sludge* Industri

Industri perkayuan merupakan salah satu sektor kegiatan yang dalam pelaksanaannya berupa produksi suatu produk. Proses produksi yang ada di industri tersebut seperti *rotary* atau pengupasan kulit kayu, perendaman kayu, pemotongan kayu, dan perekatan kayu dengan lem. Dari kegiatan yang dilakukan tidak akan lepas dari adanya sisa produksi berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat di industri salah satunya berupa *sludge* dari hasil pengendapan di IPAL dengan kuantitas cukup besar yaitu 150 ton/hari hingga 180 ton/hari (Muharam dkk., 2022).

Salah satu limbah tersebut berupa *sludge* dari hasil pengendapan air di IPAL. *Sludge* bermula dari limbah cair yang dihasilkan dari pencucian mesin lem akan dialirkan menuju bak inlet IPAL agar tidak menjadi pencemar bagi lingkungan. Setelah itu, akan dialirkan kembali menuju bak *mixer*. Kemudian dalam bak ini tahap terakhir akan dilakukan pengendapan yang akhirnya terbentuk lumpur IPAL atau disebut dengan *sludge glue*. Setiap industri akan memiliki penangananya sendiri-sendiri. Salah satu penanganan yang dilakukan yaitu *sludge glue* akan dipindahkan dalam karung dan ditumpuk lalu dilakukan pengeringan dengan *press dryer.* Kandungan yang ada dalam *sludge* salah satunya adalah melamin dan urea. Jenis urea yang biasanya ada di industri yaitu urea formaldehid (Kinda dkk., 2020). *Sludge* yang dihasilkan dengan kandungan terdapat bahan pembuatan lem, dapat dilakukan identifikasi apakah termasuk dalam limbah B3 atau tidak dengan tata cara seperti mencocokkan dengan daftar lampiran IX PP Nomor 22 tahun 2021, identifikasi karakteristik sifat limbah dan uji toksikologi dengan TCLP atau LD_{50} (Suwargana, 2009). Berdasarkan lampiran IX PP Nomor 22 tahun 2021, *sludge* IPAL dengan sumber limbah berasal dari pembuatan lem yang

mengandung melamin dan urea termasuk dalam kategori limbah B3. Sifat dari urea yang ditambah dengan formaldehid yaitu beracun dengan efek yang ditimbulkan berupa reaksi alergi, iritasi mata, asma, hingga iritasi tenggorokan karena bau yang ditimbulkan sangat tajam (Raharyaningsih & Azizah, 2017). Melamin memiliki sifat berbahaya jika terkonsumsi oleh manusia (Sulismuji Wiyono, 2020). Menurut (Cocchi dkk., 2010) hewan jika terpapar melamin dapat menyebabkan iritasi kronis. Melamin dapat beracun dan berbahaya jika terhirup, terserap kulit serta tertelan (Weise, 2007).

Sludge yang tidak diolah dapat berpotensi sebagai pencemar lingkungan. Pengolahan limbah B3 skala industri dapat dilakukan dengan berbagai alternatif yaitu pengolahan biologi, fisika dan kimia. Pengolahan biologi dapat dilakukan dengan pengomposan, *aerated lagoon*, *enzyme treatment*, dan *activated sludge*, untuk pengolahan fisika seperti sedimentasi, filtrasi, *air stripping*, dan *freeze drying,* serta untuk pengolahan kimia dapat melalui catalysis, reduction, kalsinasi dan sintering (Maziya, 2022).

2.2 Parameter *Sludge* di Industri

IPAL yang menghasilkan *sludge* diperlukan pengujian laboratorium agar diketahui apa saja yang terkandung di dalamnya. Parameter di dalamnya biasanya berbeda-beda. Industri perkayuan, *sludge* yang dihasilkan mengandung urea dan melamin. Urea merupakan bahan yang tergolong dalam pupuk anorganik (Purwani, 2020). Bahan urea formaldehid merupakan campuran dari urea dan formalin yang direaksikan (Rukmini, 2017). Kandungan urea dalam *sludge* berkisar antara 0,144 mg/L sampai 1,03 mg/L (Li dkk., 2019). Sifat dari jenis urea ini yaitu sebagai perekat yang mudah untuk mengeras di suhu yang sama.

Pada pemanfaatan pupuk kompos, campuran pupuk anorganik dapat menjadikannya sebagai kombinasi yang baik untuk melengkapinya (Silalahi & Karyawati, 2020). Sumber nutrisi yang dibutuhkan saat pengomposan dapat diperoleh dari urea (Soetopo dkk., 2010). Urea menjadi alternatif bahan

tambahan pada pengomposan karena memiliki kandungan nitrogen, yang mana dengan kandungan tersebut juga dapat digunakan untuk meningkatkan dosis nitrogen dalam pupuk. Selain itu, urea juga dapat digunakan agar rasio C/N mendekati dengan nilai rasio tanah.

2.3 Pengomposan

Pupuk kompos berasal dari pengolahan bahan campuran organik. Pupuk kompos termasuk dalam pupuk organik karena dalam prosesnya menggunakan sisa-sisa hewan atau manusia, tanaman atau pupuk hijau dan kompos yang berbentuk padat atau cair (Ekawandani & Alvianingsih, 2018). Pupuk ini telah banyak diolah dan digunakan oleh masyarakat karena bahan yang digunakan mudah didapatkan dan prosesnya yang cukup mudah. Pupuk ini dihasilkan dari bahan organik yang terurai oleh mikroba dengan hasil akhir dapat berupa dua macam yaitu kompos halus dan kompos kasar (Afifah dkk., 2021).

2.3.1 Proses Pengomposan

Kegiatan yang dilakukan oleh manusia akan menghasilkan limbah. Seperti kegiatan di pabrik yang tidak lepas dari kehadiran limbah yang dialirkan ke IPAL. Di instalasi ini akan dilakukan pengolahan agar tidak menimbulkan dampak yang kurang baik terutama bagi lingkungan dan kesehatan. Salah satunya adalah lumpur yang berasal dari IPAL atau dikenal dengan *sludge* IPAL. Lumpur jika hanya dilakukan pengeringan saja tentu masih menimbulkan permasalahan diantaranya bau tak sedap dan tidak maksimal untuk dimanfaatkan. Pemanfaatan dapat dilakukan dengan melakukan pengomposan.

Pada pengomposan, tempat yang digunakan untuk prosesnya harus diperhatikan kelembabannya. Pupuk kompos dibuat dengan proses pencampuran bahan tambahan atau starter pengomposan, bahan-bahan yang sesuai takaran seimbang dan mengatur aerasinya (Kaswinarni & Nugraha, 2020). Untuk bahan tambahan yang digunakan dapat

menggunakan bioaktivator berupa EM4 atau *Effective* Mikroorganisme-4. Pembuatan pupuk yang dilakukan dengan pencampuran dua bahan atau lebih disebut dengan co-*composting* (Grgas dkk., 2023). Pengolahan lumpur dengan pengomposan biasanya digunakan pada IPAL dengan kapasitas kecil ke menengah, karena memiliki rasio C/N rendah dan kelembaban tinggi sehingga pengomposan harus dilakukan pencampuran dengan bahan lain (Kulikowska dkk., 2022). Bahan campuran lainnya yang dapat digunakan berupa pupuk organik dari sisa makanan.

2.3.2 Sistem Pengomposan Aerobik-Anaerobik

Pengomposan merupakan proses yang dilakukan untuk mengurai bahan organik atau bahan kompos secara biologis. Pemanfaatan bahan organik yang diurai secara biologis oleh mikroba berlangsung secara aerobik dan anaerobik (Suharno dkk., 2021). Dalam pengomposan yang ditambah dengan aktivator dapat mempercepat waktu pengomposan itu sendiri. Pada proses pengomposan terdapat dua sistem yaitu aerob dan anaerob.

Untuk sistem pengomposan aerob dalam prosesnya membutuhkan oksigen dengan kadar tinggi. Dengan tempat yang digunakan berupa tempat atau wadah yang terbuka. Mikroorganisme patogen dalam fase termofilik jika dilakukan pengomposan aerobik. Termofilik merupakan fase dimana aktivitas mikroorganisme akan meningkat sehingga suhu akan meningkat dengan cepat juga (Witasari dkk., 2021). Pengomposan dengan sistem aerobik merupakan proses yang berlangsung secara cepat karena memiliki suplai oksigen yang cukup (Rakhmawati dkk., 2019). Sedangkan untuk sistem pengomposan anaerob dalam prosesnya tidak membutuhkan oksigen dengan kadar tinggi dan untuk tempat yang digunakan berupa wadah tertutup (Supardi & Sulistyorini, 2020).

2.3.3 Parameter Kompos NPK dan C/N

Lumpur IPAL yang dijadikan sebagai pupuk kompos menjadi salah satu upaya dalam pengelolaan agar tidak terjadi pencemaran lingkungan yang berkelanjutan. Dalam pupuk terdapat parameter yang menjadi standar kualitas. Parameter yang dimaksud diantaranya Nitrogen (N), Phosfor (P), Kalium (K), dan C/N (rasio karbon terhadap nitrogen). Untuk NPK yang berperan penting dalam tanaman dapat diperoleh dengan adanya penambahan kotoran ternak. Sumber dari kotoran ternak salah satunya dapat diambil dari sapi karena kotoran sapi ini termasuk dalam bahan organik, sehingga dapat membantu meningkatkan kandungan unsur P dan mempunyai rasio C/N 11 atau rendah yang mana tingkat rasio C/N tersebut menunjukkan bahwa memiliki kandungan N yang tinggi (Rakhmawati dkk., 2019).

Berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, NPK atau Nitrogen, Phosfor (P_2O_5) dan Kalium termasuk dalam standar kualitas kompos unsur makro. Unsur makro merupakan kandungan atau unsur kimia dalam kompos yang memiliki konsentrasi besar. Untuk Nitrogen (N), minimum 0,40% dan tidak ada batasan untuk nilai maksimum. Phosfor (P_2O_5) minimum 0,10% dan untuk nilai maksimum juga tidak terdapat batasan. Dan untuk standar Kalium (K), minimum 0,2% dan maksimum >0,2%. Kadar NPK dalam lumpur IPAL ini dapat dipertahankan melalui bantuan pengomposan (Witasari dkk., 2021).

Nilai atau rasio C/N merupakan nilai yang digunakan untuk menunjukkan rasio karbon terhadap nitrogen. Rasio C/N termasuk dalam standar kualitas kompos unsur maksro. Untuk nilai yang ditetapkan berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik yaitu 10 - 20 : 1. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat kematangan kompos. Dalam pengomposan yang menggunakan lumpur IPAL memiliki nilai C/N rendah sehingga prosesnya tergolong menantang (Grgas dkk., 2023). Pemilihan

pengelolaan dengan menjadikan kompos bertujuan agar rasio C/N sesuai dengan rasio C/N tanah yaitu 10-12 (Witasari dkk., 2021). Tetapi dalam pengomposan juga dapat terhambat jika rasio C/N tinggi, sehingga untuk menurunkan rasio tersebut dapat ditambahkan kotoran hewan (Rakhmawati dkk., 2019). C/N yang tinggi menunjukkan terjadinya kekurangan kandungan N. Untuk mendapatkan nilai sebagai penentuan rasio C/N didapatkan dari kadar C dibagi dengan kadar N (Sakiah dkk., 2019).

2.4 Hubungan pH dan Suhu dengan Aktivitas Mikroorganisme

Sebagai salah satu teknologi sederhana untuk membuat pupuk, proses pengomposan ini terjadi secara alami dengan bantuan aktivitas dari mikroorganisme. Untuk mengetahui seberapa optimalnya pupuk kompos yang dihasilkan terdapat parameter yang harus diperhatikan. Parameter tersebut yaitu pH dan suhu. Kedua parameter tersebut dapat digunakan sebagai penentuan kematangan kompos dengan periode pengujian 30 hari (Siagian dkk., 2021). Berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, standar kualitas kompos untuk pH berkisar antara 6,8 hingga 7,49. Sedangkan untuk standar kualitas kompos dengan parameter suhu tidak boleh melebihi nilai suhu air tanah. Pada parameter pH, dapat mengalami peningkatan yang disebabkan oleh senyawa organik selama proses berlangsung. pH yang tinggi dapat menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan dan oksigen yang ada akan semakin berkurang karena konsumsi yang dibutuhkan semakin banyak. Tetapi jika pH dalam kondisi asam yang rendah dapat menyebabkan kematian pada mikroorganisme. Pada proses pengomposan awal, pH akan bersifat asam dimana aktivitas mikroorganisme sebagai pengurai bahan organik. Sedangkan pengomposan yang semakin lama akan membuat pH berubah menjadi basa, yang mana kompos basa dari penguraian yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme (Krisnawan dkk.,

2018). Penurunan pH yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme sehingga dapat berpengaruh pada kenaikan suhu.

Kematangan pada kompos dilihat dari parameter suhu yang diukur setiap harinya. Dimana semakin tinggi suhu, maka semakin cepat proses pengomposan (Sandi & Hartono, 2020). Pengomposan dengan suhu 40˚C hingga 60˚C dapat dikatakan memiliki aktivitas yang cepat. Jika suhu mengalami kenaikan yang signifikan akan terjadi tahap termofilik dimana aktivitas mikroorganisme menyebabkan perubahan sifat psikokimia (Zakarya dkk., 2018). Selain itu, jika terjadi penurunan suhu maka bahan organik yang terkandung akan menurun dan mengakibatkan aktivitas mikroorganisme menjadi lambat bahkan dapat terjadi berhentinya aktivitas.

2.5 EM4

EM4 atau *Effective* Mikroorganisme-4 merupakan aktivator yang digunakan dalam pembuatan pupuk kompos yang memiliki fungsi untuk mempercepat proses pembuatan kompos (Suriyanti dkk., 2021). Dalam EM4 ini mengandung sejumlah bakteri yang akan membantu proses fermentasi pengomposan seperti *Rhodopseudomonas sp, Actinomycetes sp, Yeast,* dan *Lactobacillus sp.* Selain itu, aktivator ini juga berfungsi memperbaiki tekstur dan struktur tanah sehingga menjadi lebih subur, serta menjadi penghambat adanya penyakit tanaman karena dapat menahan serangan hama (Mu'tamirah & Harwani, 2021). Dalam pengomposan berbahan dasar limbah *sludge* industri yang dicampur EM4, dapat dilakukan selama 3 minggu hingga siap (Muharam dkk., 2022). Dengan menggunakan tambahan bioaktivator juga dapat mempermudah tanaman untuk menyerap pupuk karena mikroba di dalamnya mengurainya menjadi sederhana (Witasari dkk., 2021).

Untuk mengetahui apakah EM4 bekerja dalam proses pengomposan dapat dilihat dari sifat fisik yang meliputi tekstur, perubahan warna dan bau yang ditimbulkan. Jika dalam bahan yang digunakan memiliki kadar nitrogen yang sedikit bahkan tidak ada dapat ditingkatkan menggunakan EM4 ini.

Peningkatan nitrogen terjadi karena adanya dekomposisi dari pengikatan mikroorganisme, bahan organik tanah dan bahan organik dari EM4 (Khair dkk., 2018). Melalui proses yang dibantu oleh mikroorganisme pembusuk akan menghasilkan tanah yang subur setelah ditambah dengan EM4. Pada fermentasi yang terjadi dengan bantuan EM4 akan berlangsung prosesnya dengan kondisi pH berkisar 3 – 4, kondisi anaerob, kadar air 30-40% (kondisi sedang), kadar gula dan garam yang tinggi, suhu 40-50˚C, memiliki kandungan antioksidan yang berasal dari obat dan tanaman rempah, serta terdapat mikroorganisme yang dapat memfermentasi (Ekawandani & Alvianingsih, 2018).

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Jurnal	Hasil Penelitian						Keterbaruan atau Perbedaan Penelitian
		Variasi Kompos	Desain Reaktor	Sistem Pengomposan	Waktu Kematangan Kompos	Parameter Mempengaruhi Kompos	Analisis NPK dan C/N Kompos Matang	
1	(Grgas dkk., 2023)	Lumpur limbah + Limbah hijau + Limbah makanan belum diproses	-	Aerob	3 Bulan	pH, suhu, kadar air	Rasio C/N 18,00	- Variasi kompos terbagi menjadi 3 dengan bahan lumpur industri kayu lapis dicampur daun kering,

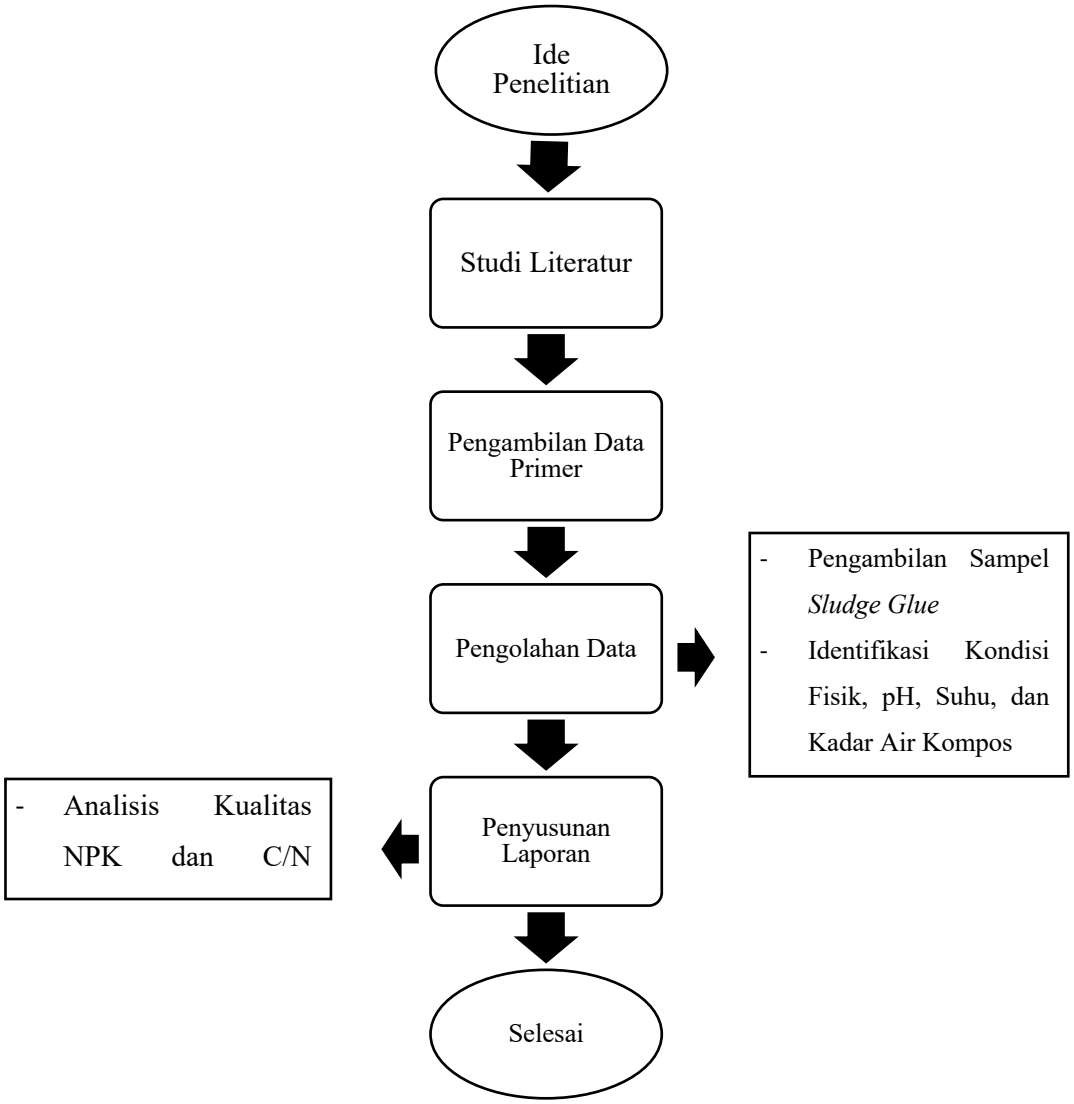
No	Jurnal	Hasil Penelitian						Keterbaruan atau Perbedaan Penelitian
		Variasi Kompos	Desain Reaktor	Sistem Pengomposan	Waktu Kematangan Kompos	Parameter Mempengaruhi Kompos	Analisis NPK dan C/N Kompos Matang	
2	(Muharam dkk., 2022)	Lumpur pabrik + pupuk kandang + Dedak + EM4 + Kapur	Terpal	Anaerob	-	pH, suhu, kadar air	N: 1,01, P: 0,67, K: 3,22 ; Rasio C/N: 18	- sisa makanan dan kotoran sapi - Reaktor menggunakan ember kapasitas 10 liter
3	(Pahlevi & Mirwan, 2021)	*Sludge* Industri + sampah organik sayuran + Air kelapa	Bak plastik 30 liter	Aerob	20 Hari	-	Rasio C/N 16,58	- Sistem pengomposan aerob - Waktu kematangan kompos 24 hari

No	Jurnal	Hasil Penelitian						Keterbaruan atau Perbedaan Penelitian
		Variasi Kompos	Desain Reaktor	Sistem Pengomposan	Waktu Kematangan Kompos	Parameter Mempengaruhi Kompos	Analisis NPK dan C/N Kompos Matang	
4	(Witasari dkk., 2021)	*Sludge* Industri + jerami	Ember	Aerob dan Anaerob	28 Hari	pH, suhu, kelembaban, dan kadar air	NPK Aerob (0,88%, 0,66%, 0,35%) dan Anaerob (0,89%, 0,62%, 0,31%), Rasio C/N Aerob (12,23) dan Anaerob (12,06)	- Parameter mempengaruhi kompos pH, suhu dan kadar air - Kadar NPK (%) variasi I (0,99; 2,17; 15,15), variasi II (1,61; 2,68; 9,35), variasi III (1,74; 4,78; 9,60) dan rasio C/N (%) setiap variasi yaitu 52,69, 25,09 dan 16,23.
5	(Pikl dkk., 2020)	*Sludge* IPAL Domestik + batang stek hijau	Bak dari semen	Aerob dan Anaerob	100 Hari	pH dan suhu	-	

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Sampah dan B3 Teknik Lingkungan UII selama 24 hari dengan landasan berpikir seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Kerangka Studi

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan November 2023 - Maret 2024.

3.2.2 Lokasi Penelitian

Lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah:

a. PT. X sebagai tempat pengambilan sampel *sludge glue*.
b. Laboratorium Sampah dan B3 Teknik Lingkungan UII sebagai tempat pengolahan *sludge glue*, pengecekan pH, suhu, dan kadar air.
c. Laboratorium Sampah dan B3 Teknik Lingkungan UII sebagai tempat analisis kualitas kompos N, P, K, dan C/N.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu timbangan duduk 10 kg untuk menimbang *sludge glue*, sampah kebun, sisa makanan dan kotoran sapi (Pahlevi & Mirwan, 2021). Reaktor yang digunakan pada penelitian ini adalah komposter aerob dengan sistem tanpa pengadukan (Sinaga dkk., 2021). Kapasitas komposter yang digunakan sebesar 10 liter. Untuk pengujian kualitas kompos matang dilakukan berdasarkan beberapa ketentuan parameter. Parameter pH menggunakan alat pH meter sesuai dengan SNI 7763:2018 tentang Pupuk Organik Padat. Sedangkan untuk suhu menggunakan termometer (Witasari dkk., 2021).



Gambar 3. 2 Reaktor Tampak Depan



Gambar 3. 3 Reaktor Tampak Atas

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk pengomposan yaitu *sludge glue*, sampah kebun (daun-daun), sisa makanan, kotoran sapi, dan EM4 sebagai bioaktivator pada semua variasi pengolahan.

3.4 Prosedur Analisis Data

3.4.1 Proses Pengomposan

Pengomposan dengan memanfaatkan *sludge glue* sebagai bahan utama diproses dengan bahan tambahan lainnya. Dalam prosesnya dilakukan beberapa variasi menggunakan bahan tambahan kotoran sapi (Muharam dkk., 2022), sampah kebun dan sisa makanan (Grgas dkk., 2023) dengan perbandingan sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Perbandingan Variasi Kompos

Variasi	Bahan Campuran		
I	*Sludge glue* (1,5 kg)	Sampah kebun (1,5 kg)	EM4 (150 ml)
II	*Sludge glue* (5 kg)	Sisa makanan (5 kg)	EM4 (500 ml)
III	*Sludge glue* (2,5 kg)	Kotoran sapi (2,5 kg)	EM4 (250 ml)
IV	*Sludge glue* (5 kg)	-	-

3.4.2 Pengamatan Variasi Kompos

Variasi yang telah dicampur dilakukan pengamatan selama proses pengomposan berlangsung. Pengamatan dilakukan selama 24 hari (Pradipta, 2019) dengan dua periode yaitu periode pengamatan setiap hari dan periode pengamatan satu minggu sekali seperti pada tabel 3.2. Periode pengamatan setiap hari dilakukan untuk pH mengacu pada SNI 7763:2018

tentang Pupuk Organik Padat dan suhu dilakukan dengan menggunakan indikator universal (Witasari dkk., 2021). Periode pengamatan satu minggu sekali dilakukan untuk kadar air yang mengacu pada SNI 7763:2018 tentang Pupuk Organik Padat.

3.4.3 Pengujian Kualitas Kompos

Kualitas kompos yang diidentifikasi dan dianalisis meliputi pH, suhu, kadar air, N, P, K, C/N, dan kondisi fisik. Pengujian dilakukan menggunakan metode dan periode yang terdapat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 2 Metode Analisis Kualitas Kompos

No	Parameter	Metode Analisis	Sumber	Periode Pengamatan
1	pH	Indikator Universal	SNI 7763:2018	Setiap Hari
2	Suhu	Termometer	Witasari, W. S., dkk (2021). Pengaruh Jenis Komposter dan Waktu Pengomposan terhadap Pembuatan Pupuk Kompos dari Activated Sludge Limbah Industri Bioetanol.	Setiap Hari
3	Kadar Air	Gravimetri	SNI 7763:2018	Satu Minggu Sekali
4	N	Metode Kjeldahl	SNI 7763:2018	Awal dan Akhir Pengomposan
5	P	Spektrofotometer UV-VIS	ISBN: 978-602-8039-49-9	
6	K	Spektrofotometer AAS	ISBN: 978-602-8039-49-9	
7	C	Gravimetri	SNI 7763:2018	

3.4.3.1 Kadar Air

Sampel ditimbang sebanyak 10 gram dan dimasukkan dalam cawan porselin dengan berat yang telah diketahui. Pengeringan sampel dilakukan dalam suhu 105˚C selama 1 jam. Berat sampel setelah pengeringan dilakukan setelah sampel dimasukkan dalam

desikator selama 1 jam agar suhu turun menjadi suhu ruang. Penetapan kadar air dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\boldsymbol{Kadar\ air}\ (\%) = \frac{(\boldsymbol{w1 - w2}) \times \boldsymbol{100\%}}{\boldsymbol{w}}$$

Keterangan:

w = berat sampel (gram)

w1 = berat cawan dan berat sampel sebelum dioven (gram)

w2 = berat cawan dan berat sampel setelah dioven (gram)

3.4.3.2 Nitrogen (N)

Sampel ditimbang sebanyak 0,5 gram dan dimasukkan dalam labu Kjeldahl. Pengujian kadar Nitrogen dilakukan dengan menambahkan 10 ml asam sulfat salisilat ke dalam sampel dan didiamkan semalaman. Penambahan 4 gram $Na_2S_2O_3$ dilakukan sebelum sampel dipanaskan dengan suhu 180˚C selama 1 jam dan menaikkan suhu menjadi 300˚C selama 2 jam. Dinginkan selama 15 menit sebelum dilakukan penyulingan. Penyulingan dilakukan dengan menambahkan 10 ml NaOH 40% dan 20 ml asam borat 1% sebagai penampung suling dengan penambahan tiga tetes Conway. Titrasi dilakukan setelah penyulingan hingga 100 ml dengan menambahkan H_2SO_4 0,05 N pada sampel dan larutan blanko. Perhitungan kadar N dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\boldsymbol{Kadar\ N}\ (\%) = \frac{(\boldsymbol{V1 - V2}) \times \boldsymbol{N}\ \times \boldsymbol{14,008}}{\boldsymbol{w}} \times \boldsymbol{100\%} \times \boldsymbol{fk}$$

Keterangan:

w = berat sampel (gram)

V1 = volume H_2SO_4 titrasi sampel (ml)

V2 = volume H_2SO_4 titrasi blanko (ml)

fk = faktor koreksi kadar air

N = normalitas H_2SO_4

3.4.3.3 Phosfor (P_2O_5) dan Kalium (K_2O)

Phosfor dan Kalium dilakukan dengan menimbang sampel sebanyak 2 gram. Sampel dimasukkan dalam erlenmeyer dan ditambahkan 10 ml HCl 25%. Sampel dalam Erlenmeyer dihomogenkan dengan shaker selama ±5 jam sebelum didiamkan semalaman dan ditutup dengan wrap. Kadar Phosfor akan diukur dengan mengambil 0,5 ml sampel yang telah disaring dan dimasukkan dalam labu ukur 25 ml. Amonium molibdat ditambahkan sebanyak 2 ml lalu diamkan 15 menit. Pembacaan

$$\boldsymbol{Kadar\ P2O5}\ (\%) = \boldsymbol{C} \times \frac{\boldsymbol{V}}{\boldsymbol{1000}} \times \frac{\boldsymbol{100}}{\boldsymbol{w}} \times \frac{\boldsymbol{31}}{\boldsymbol{95}} \boldsymbol{fp\ fk}$$

menggunakan Spektrofotometer UV-Vis panjang gelombang 889 nm. Perhitungan kadar Phosfor menggunakan rumus sebagai berikut.

Keterangan:
w = berat sampel (gram)
C = konsentrasi sampel hasil pembacaan spektro (ml)
V = volume sampel (ml)
fk = faktor koreksi kadar air
fp = faktor pengenceran

Kadar Kalium diukur dengan 1 ml sampel yang diencerkan sebanyak 10x dalam labu ukur 10 ml. Pembacaan menggunakan Spektrofotometer AAS dengan panjang gelombang 693 nm. Perhitungan kadar Kalium menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\boldsymbol{Kadar\ K2O}\ (\%) = \boldsymbol{C} \times \frac{\boldsymbol{V}}{\boldsymbol{1000}} \times \frac{\boldsymbol{100}}{\boldsymbol{w}} \times \boldsymbol{fp} \times \boldsymbol{fk}$$

Keterangan:
w = berat sampel (gram)

C = konsentrasi sampel hasil pembacaan spektro (ml)

V = volume sampel (ml)

fk = faktor koreksi kadar air

fp = faktor pengenceran

3.4.3.4 C-Organik

Sampel yang digunakan untuk pengujian kadar C-Organik sebanyak 5 gram dimasukkan dalam cawan porselen yang telah diketahui beratnya. Sampel di oven dalam suhu 70˚C selama semalam agar mendapatkan kadar air yang maksimal. Proses pengabuan dilakukan dengan suhu 300˚C untuk 1,5 jam pertama dan suhu dinaikkan menjadi 600˚C selama 2,5 jam. Pendinginan dilakukan sebelum sampel dioven kembali selama 1 jam. Perhitungan kadar C-Organik menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\boldsymbol{Kadar\ Bahan\ Organik}\ (\%) = \frac{\boldsymbol{w - w2}}{\boldsymbol{w}} \times \boldsymbol{fk} \times \mathbf{100}$$

$$\boldsymbol{Kadar\ C - Organik}\ (\%) = \boldsymbol{kadar\ bahan\ organik} \times \mathbf{0,58}$$

Keterangan:

w = berat sampel (gram)

w2 = berat abu (gram)

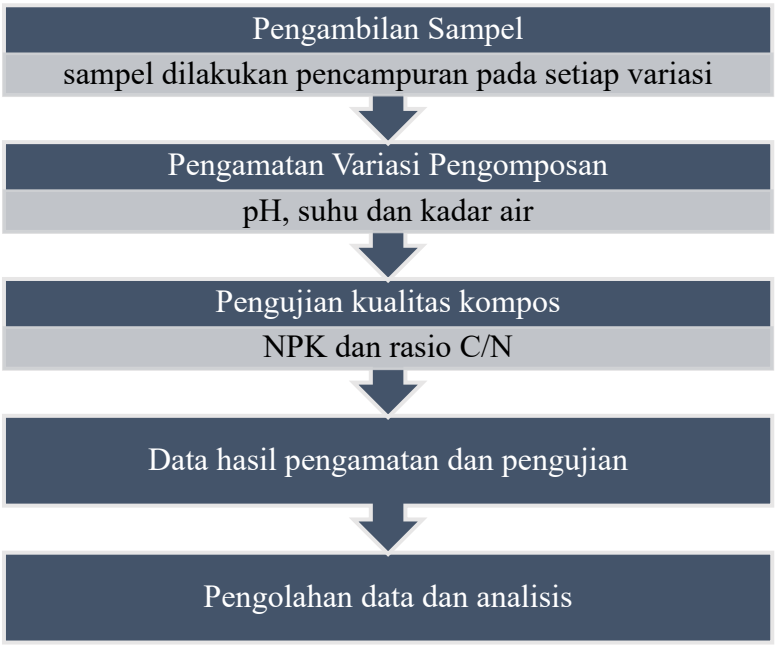
0,58 = faktor konversi bahan organik ke karbon

3.4.4 Pengolahan Data

3.4.4.1 Deskriptif Kuantitatif

Pengolahan data pada penelitian dilakukan dengan metode pendekatan deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif merupakan metode analisis dengan menggambarkan data yang telah diolah dan disajikan dalam bentuk tabel atau diagram (Sahir, 2021). Hasil data yang disajikan dalam format tabel. Analisis data dilakukan pada

setiap parameter dengan penyajian data menggunakan grafik. Sebelum pengolahan data, dilakukan langkah sebagai berikut.



Gambar 3. 4 Langkah Pengolahan dan Analisis Data

3.4.4.2 Komparasi

Metode penelitian dengan pendekatan komparatif merupakan metode yang digunakan untuk meneliti hubungan variabel satu dengan sampel lainnya. Dalam penelitian ini diteliti hubungan antara variasi sampel dengan kualitas kompos NPK dan C/N. Selain itu, kualitas kompos juga akan diteliti syarat mutu sesuai dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Limbah *Sludge Glue*

Pengujian karakteristik limbah *sludge glue* dilakukan dengan menguji parameter pH, suhu, kadar air, NPK, C-Organik, dan rasio C/N seperti pada tabel 4.1 yang akan dilakukan analisis perbandingan dengan hasil kompos variasi limbah *sludge glue* dan bahan campuran yang ditetapkan pada tabel 3.1.

Tabel 4. 1 Karakteristik Limbah *Sludge Glue*

pH	Suhu (°C)	Kadar Air (%)	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	C-Organik (%)	Rasio C/N
5	24	37,31	0,11	3,27	10,94	6,17	59,03

Berdasarkan data pada tabel 4.1, hasil pengujian karakteristik pH, suhu, N, dan C-Organik tidak memenuhi baku mutu karena berada di bawah batas minimum. Hasil pengujian kadar air, P_2O_5, dan K_2O telah memenuhi baku mutu. Nilai rasio C/N tidak memenuhi karena melebihi baku mutu.

Nilai pH yang rendah pada *sludge glue* dapat disebabkan oleh kandungan yang ada dalam *sludge* berupa melamin dan urea, karena campuran antara melamin dan urea dapat menyebabkan penurunan nilai pH dengan adanya penguraian yang menghasilkan asam format dimana bersifat asam lemah bereaksi dengan *sludge* basah membentuk ion hidrogen hingga menyebabkan terjadinya penurunan pH dan dapat memiliki nilai pH 4,8 – 5 (Policardi & Thebault, 2020). Kondisi pH yang rendah atau asam akan berpengaruh terhadap kesuburan tanaman, dimana tanaman akan sulit untuk menyerap hara sehingga tanaman akan mudah mati (Yulia dkk., 2023). PH dengan nilai rendah berkaitan dengan suhu *sludge* yang tidak mengalami kenaikan atau suhu berada pada nilai yang rendah (Nismara & Mirwan, 2023).

Sludge memiliki nilai kadar air yang rendah karena telah melewati proses pengeringan melalui metode *press dryer.*

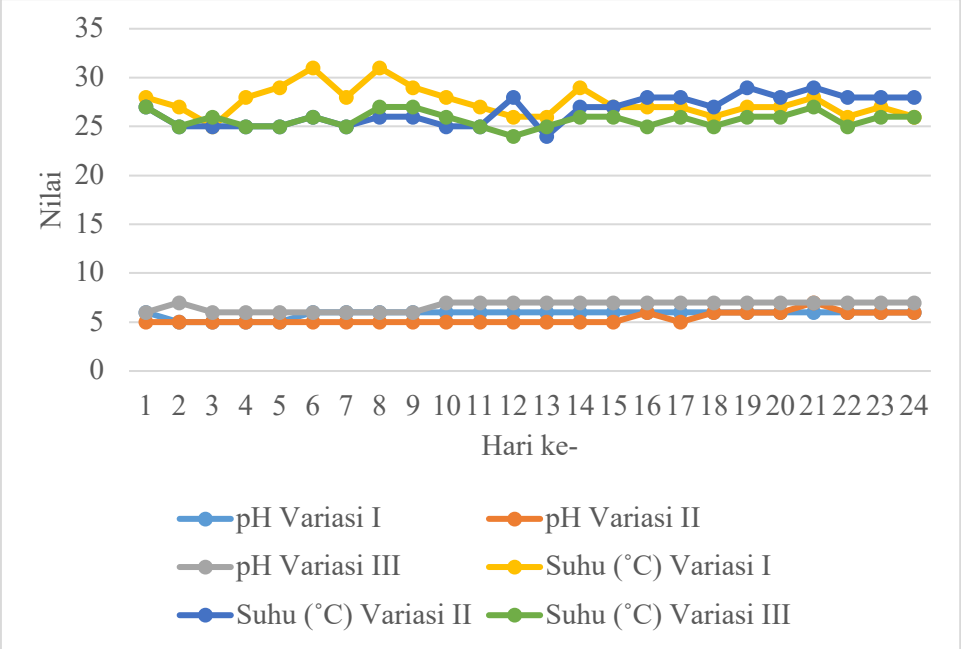
Kadar Nitrogen yang rendah pada *sludge* disebabkan tidak adanya mikroorganisme dan bahan organik di dalamnya yang terdegradasi (Azizah dkk., 2017). Menurut Kaswinarni & Nugraha (2020), kadar Phosfor yang tinggi terjadi karena tidak adanya mikroorganisme dalam bahan. Menurut Ariyanti dkk (2019), C-Organik yang menurun atau memiliki nilai rendah terjadi karena dalam bahan minim adanya mikroorganisme sehingga jika tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut dapat memperburuk kesuburan tanah. Kadar Nitrogen yang lebih rendah dari C-Organik menjadi penyebab rasio C/N yang tinggi. Menurut Cahyaningnugroho & Nurul Hidayah (2023), kandungan hara yang ada dalam dapat dimanfaatkan menjadi kompos dengan tambahan bahan organik. Karakteristik dalam *glue* juga dilakukan pengujian dengan parameter seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Karakteristik Limbah *Glue* Data Sekunder

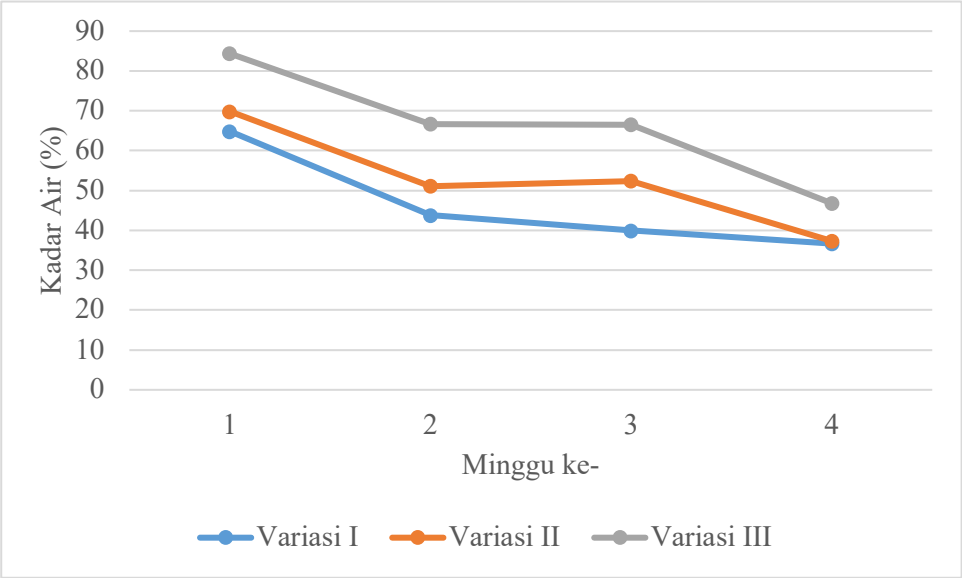
Parameter	**Nilai*** **(%)**
Lignin	17,41
Senyawa Ekstraktif	6,37
Selulosa	0,002083
*Taramian dkk., (2007)	
Parameter	**Nilai*** **(%)**
Besi	0,2444
Boron	0,0004
*Soetopo dkk., (2010)	

4.2 Karakteristik Kompos Limbah *Glue*

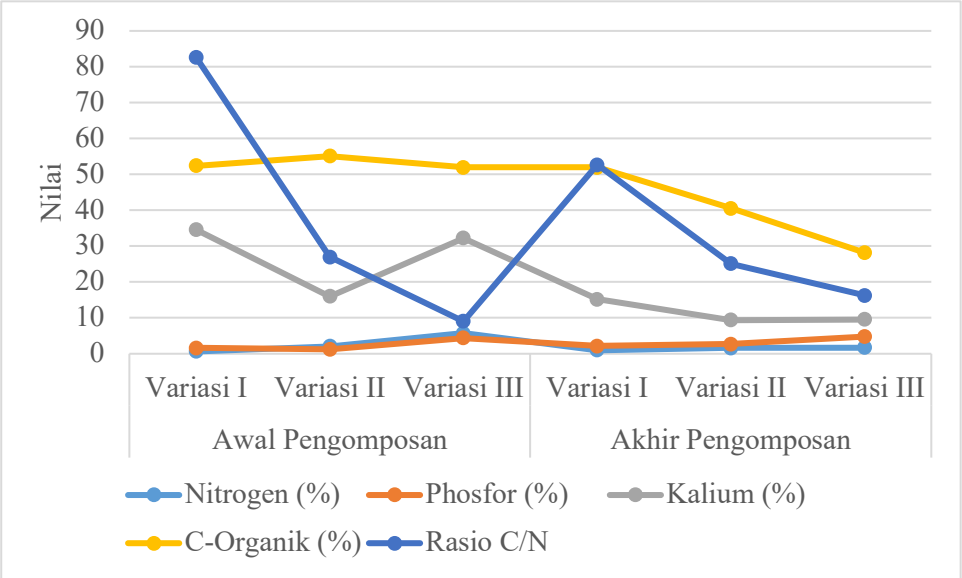
Karakteristik kompos dari bahan utama limbah *glue* terbagi dalam beberapa parameter meliputi pH, suhu, kadar air, NPK, C-Organik, dan rasio C/N. Selain itu, analisis juga dilakukan untuk kondisi fisik tekstur, warna dan bau. Hasil pengujian yang dianalisis dapat dilihat pada gambar 4.1 periode pengamatan setiap hari, gambar 4.2 periode pengamatan satu minggu sekali, gambar 4.3 periode pengamatan awal dan akhir pengomposan, serta gambar 4.4 hingga 4.11 untuk perbandingan karakteristik *glue* dan variasi pengomposan. Analisis dilakukan dengan mengacu pada SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.



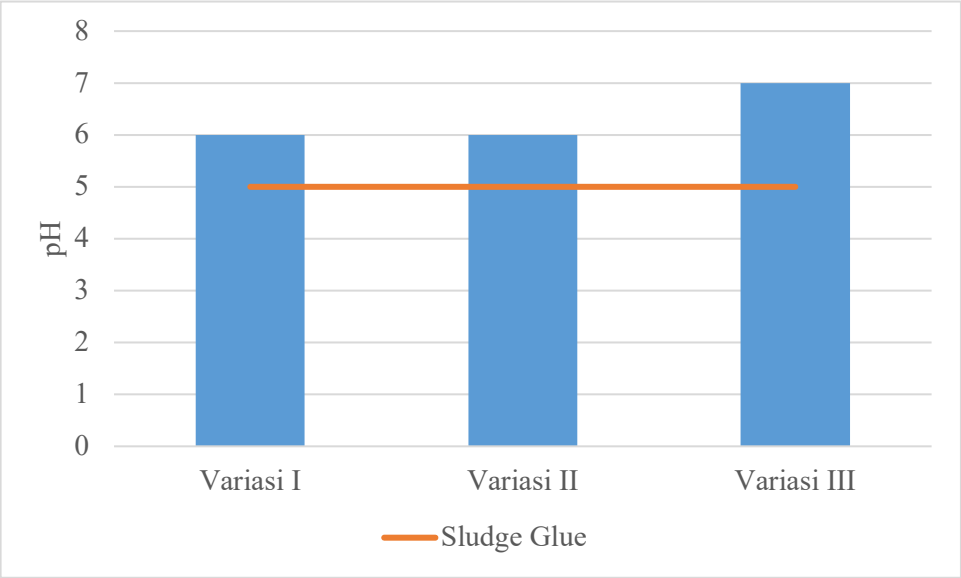
Gambar 4. 1 Hasil Pengujian Periode Pengamatan Setiap Hari



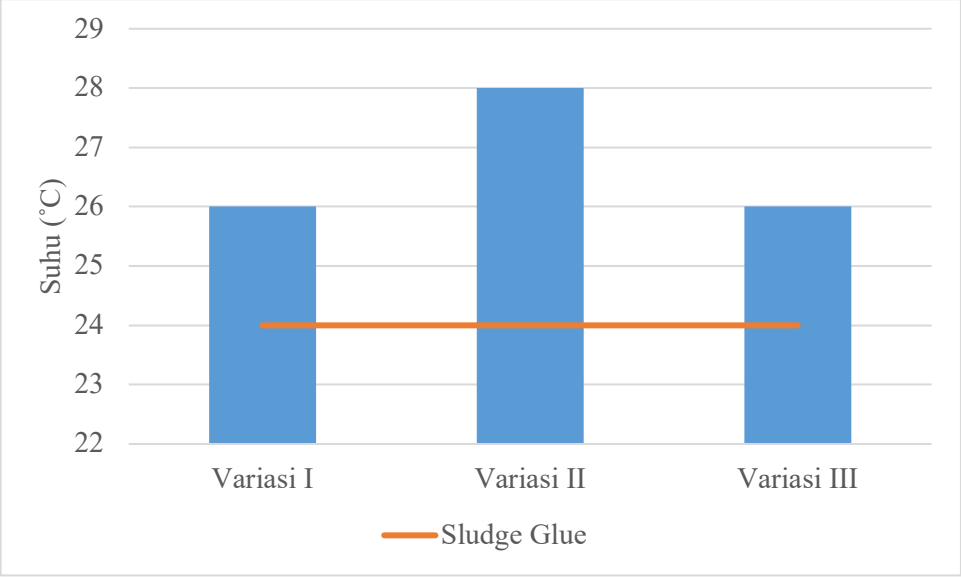
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Periode Pengamatan Satu Minggu Sekali



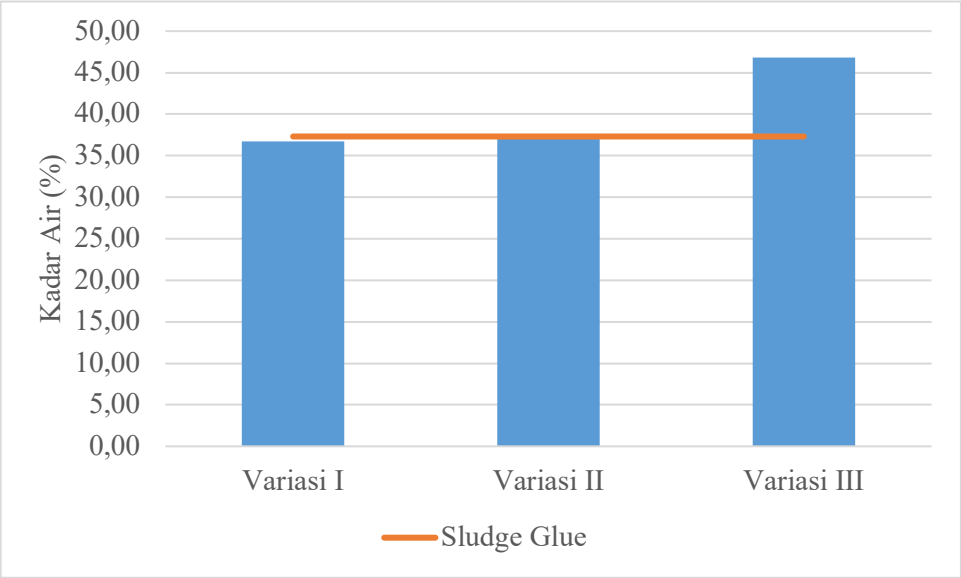
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Periode Pengamatan Awal dan Akhir



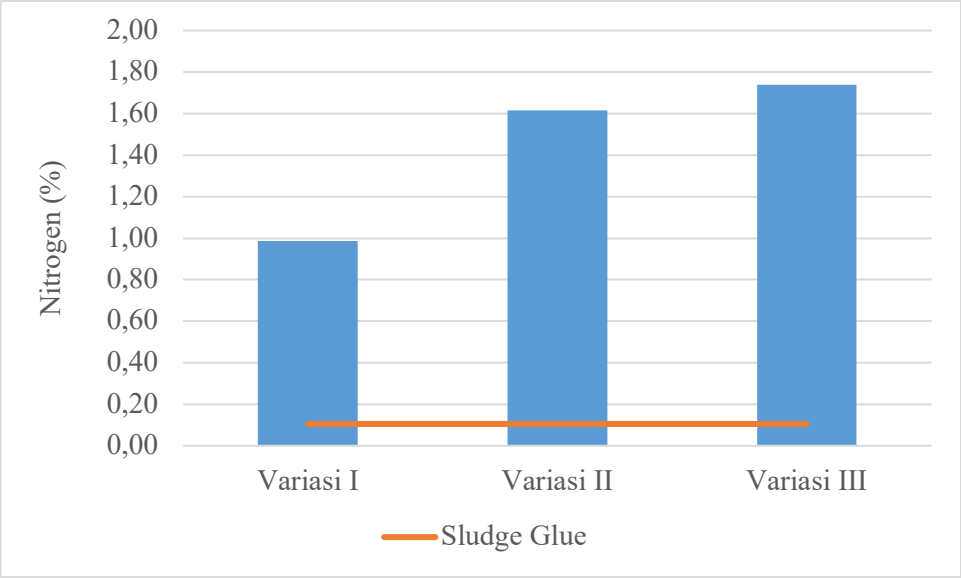
Gambar 4. 4 Karakteristik pH *Glue* dan 3 Variasi Kompos



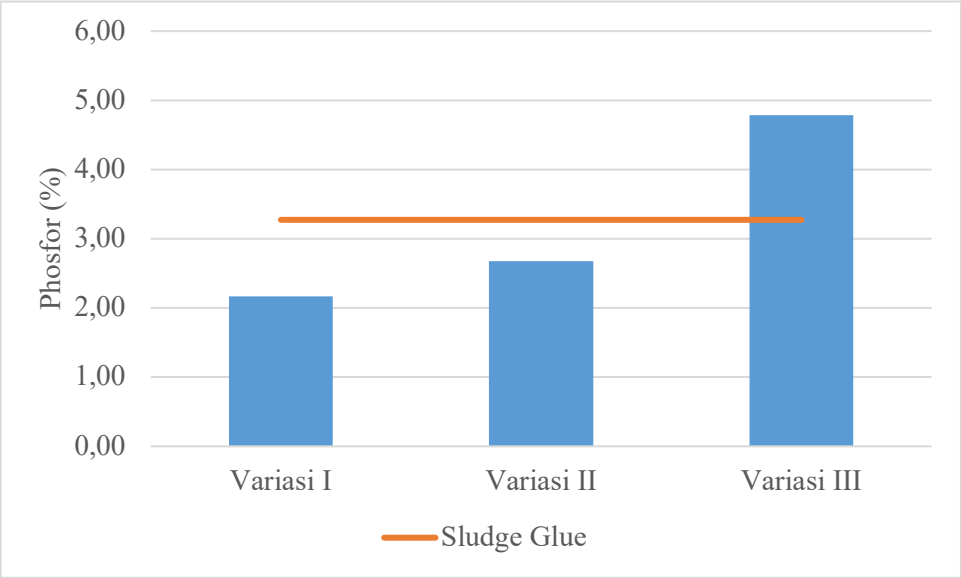
Gambar 4. 5 Karakteristik Suhu *Glue* dan 3 Variasi Kompos



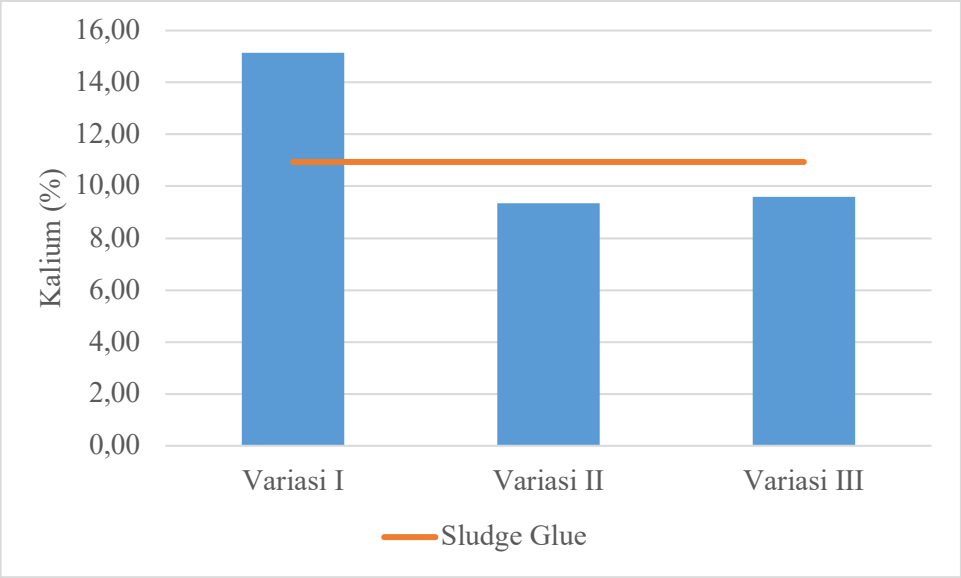
Gambar 4. 6 Karakteristik Kadar Air *Glue* dan 3 Variasi Kompos



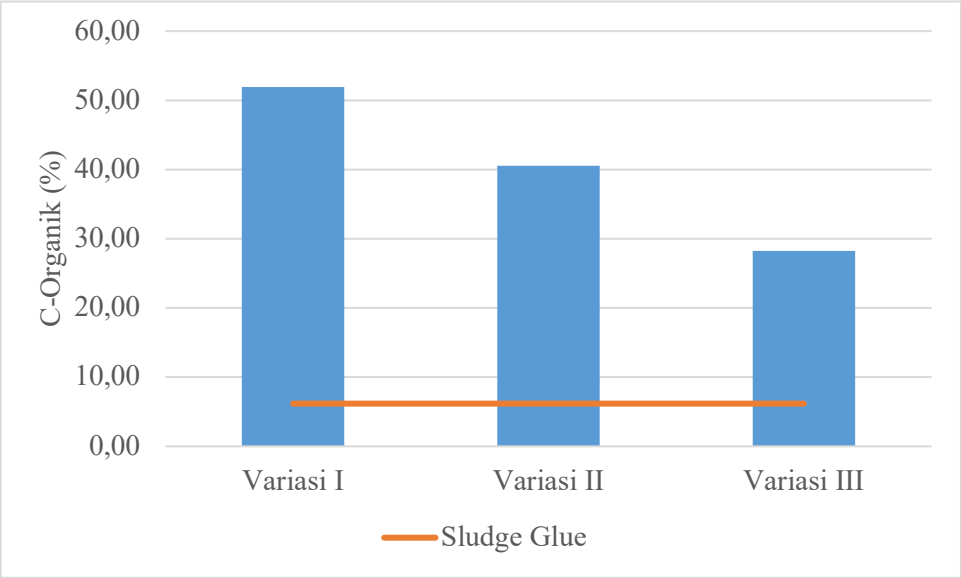
Gambar 4. 7 Karakteristik Nitrogen *Glue* dan 3 Variasi Kompos



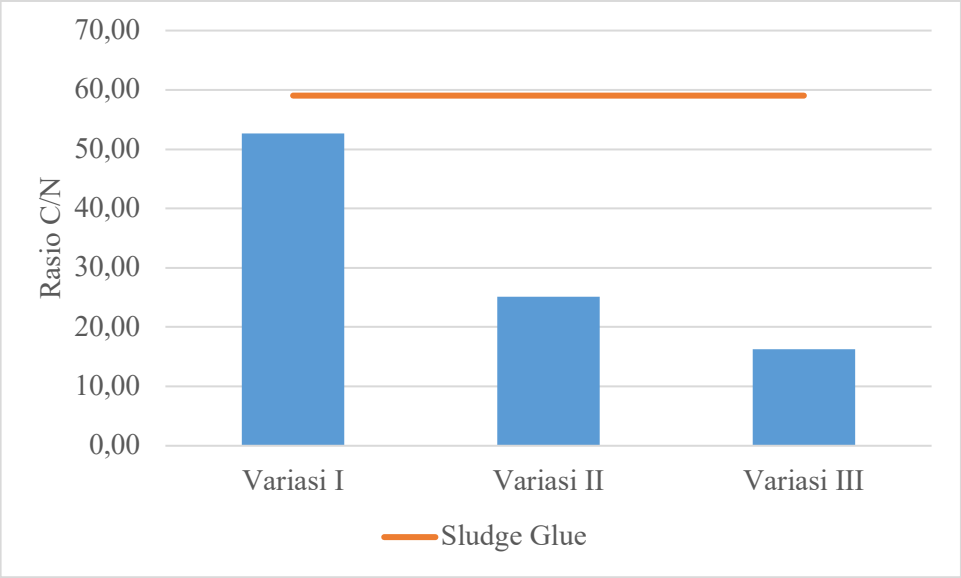
Gambar 4. 8 Karakteristik Phosfor *Glue* dan 3 Variasi Kompos



Gambar 4. 9 Karakteristik Kalium *Glue* dan 3 Variasi Kompos



Gambar 4. 10 Karakteristik C-Organik *Glue* dan 3 Variasi Kompos



Gambar 4. 11 Karakteristik Rasio C/N *Glue* dan 3 Variasi Kompos

4.2.1 Kondisi Fisik

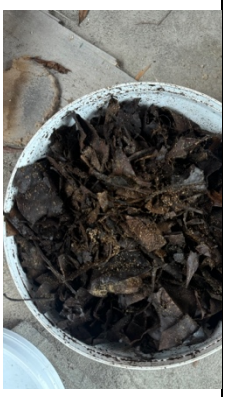
Analisis kualitas kompos salah satunya dilihat dari parameter kondisi fisiknya. Pada parameter ini dilakukan pengamatan yang terbagi menjadi tiga yaitu tekstur, warna dan bau. Kondisi fisik menjadi salah satu indikator kompos telah berada dalam kondisi matang. Tekstur tanah yang telah matang akan seperti tanah dengan berwarna kehitaman dan memiliki bau seperti tanah.

Kondisi variasi I, pada hari ke-1 tidak bertekstur seperti tanah, tidak berbau tanah dan untuk warna tidak kehitaman tetapi berwarna coklat muda warna daun. Pada hari ke-7, perubahan mulai terlihat yaitu warna kompos berubah berwarna coklat tua kehitaman. Tekstur dan bau tidak menunjukkan terjadi perubahan. Tekstur menunjukkan perubahan pada hari ke-10 yaitu daun yang kering berubah menjadi layu tetapi belum bertekstur seperti tanah. Perubahan pada warna kompos variasi ini terjadi kembali pada hari ke-14 dengan warna berubah menjadi kehitaman tetapi tekstur dan bau tetap tidak terjadi perubahan. Pengamatan hari ke-21 warna kompos berwarna kehitaman dengan tekstur dan bau tidak terjadi perubahan fisik. Warna pada kompos yang merubah daun menjadi kehitaman terjadi karena adanya proses dekomposisi dari mikroorganisme (Andriany dkk., 2018).

Pengamatan yang dilakukan pada variasi II, kompos memiliki tekstur yang cair dan lembek dengan bau yang didominasi dengan bau sampah makanan serta berwarna coklat muda dari campuran . Kondisi awal hari ke-2 sampai ke-7 telah terjadi perubahan tekstur yang menjadi seperti tanah dan bau yang ditimbulkan seperti bau tanah. Perubahan warna terjadi pada hari ke-20 menjadi coklat tua. Menurut Ronny & Zakwan (2023), perubahan tekstur dipengaruhi oleh tingkat kadar air pada bahan kompos dan kompos tidak menimbulkan bau menyengat karena aktivitas mikroorganisme telah mengurai bahan dan membentuk asam-asam organik secara optimal. Kematangan kompos yang diikuti perubahan warna terjadi karena adanya proses dekomposisi pada pengomposan.

Pengomposan variasi III pada hari ke-1 memiliki tekstur yang tidak seperti tanah dengan bau menyengat lem ditimbulkan dari pencampuran *glue* dan memiliki warna hijau tua. Tekstur berubah menjadi seperti tanah pada pengomposan hari ke-2. Perubahan bau pada variasi ini terjadi pada hari ke-11 menjadi bau seperti tanah. Warna pada hari ke-5 terjadi perubahan yaitu muncul bercak putih yang menandakan terjadi pertumbuhan jamur pada kompos. Pengamatan hari ke-14 terjadi perubahan warna menjadi kehitaman dan pertumbuhan jamur tidak terlihat. Pengamatan hari terakhir kompos berwarna kehitaman dengan tekstur dan bau seperti tanah.

Tabel 4. 3 Kondisi Fisik 3 Variasi

Variasi	Pengamatan Minggu Ke-			
	I	II	III	IV
I				
II				
III				

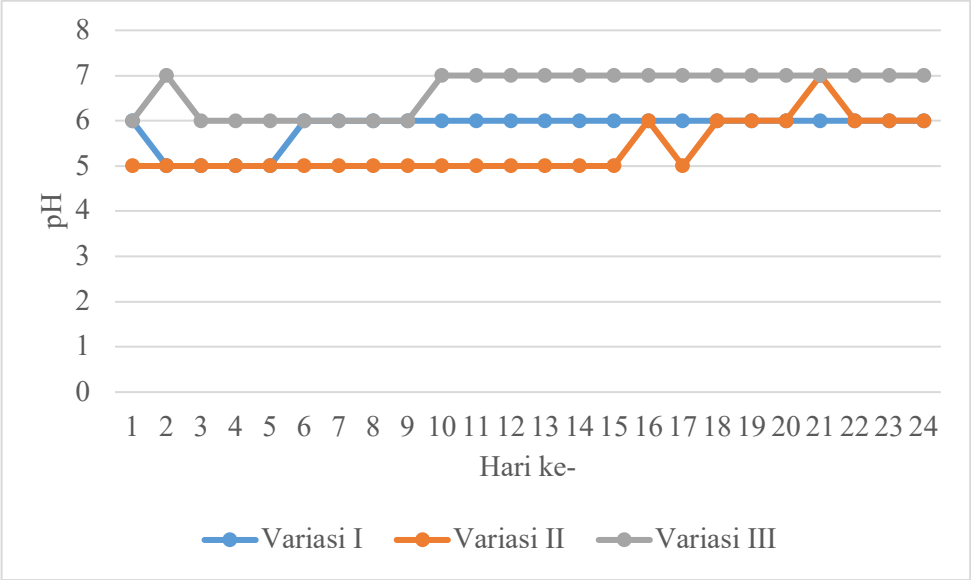
4.2.2 pH

Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman pada kompos karena akan berpengaruh pada daya serap unsur hara tanaman (Yulia dkk., 2023). PH diukur menggunakan indikator *universal* dan mengacu pada prinsip SNI 7763:2018 tentang Pupuk Organik Padat. Hasil pengujian nilai pH ditunjukkan pada gambar 4.1.

Nilai pH pada kompos berada pada rentang 5 – 7. PH tinggi dengan nilai 7 ada pada variasi II dan variasi III, sedangkan pH rendah dengan nilai 5 ada pada variasi I dan variasi II. Kompos dengan kondisi asam atau pH rendah (<7) akan menyebabkan kematian pada mikroorganisme sehingga berpengaruh pada proses pengomposan (Witasari dkk., 2021).

Pengujian pH variasi I, hari ke-1 menunjukkan nilai pH 6, tetapi pada hari ke-2 hingga ke-5 pH mengalami penurunan nilai menjadi 5. Nilai pH yang menurun dari sebelumnya dapat terjadi karena dalam proses pengomposan mengalami pelepasan asam (Ronny & Zakwan, 2023). Hari ke-6 hingga ke-24, pH pada variasi I menunjukkan nilai yang sama yaitu 6. Kenaikan nilai pH yang terjadi pada proses pengomposan disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang merubah bahan organik menjadi sumber energi berupa asam organik (Larasati & Puspikawati, 2019).

Pengomposan Variasi II pada hari ke-1 hingga ke-15 menunjukkan nilai pH yang sama yaitu 5. Nilai pH yang stabil atau tidak ada perubahan salah satunya dipengaruhi oleh tidak adanya peningkatan yang signifikan pada suhu (Nismara & Mirwan, 2023). Hari ke-15 hingga ke-22 berdasarkan hasil pengujian pH mengalami fluktuasi yang signifikan. Penurunan dan peningkatan nilai pH menunjukkan mikroorganisme aktif dalam proses pengomposan (Rofi'ah dkk., 2020). Menurut (Sandi & Hartono, 2021), kompos yang matang akan memiliki nilai pH 7 atau mendekati netral. Kematangan kompos variasi II ditunjukkan pada hari ke-21. Hari ke-22 hingga ke-24, kompos menunjukkan nilai pH 6.



Gambar 4. 12 Hasil Pengujian pH 3 Variasi

Nilai pH variasi III pada hari ke-1 yaitu 6. Hari ke-2 menunjukkan nilai mengalami kenaikan menjadi 7 atau netral, tetapi pada hari ke-3 hingga ke-9 nilai pH turun menjadi 6. Kematangan kompos ditunjukkan dengan nilai pH mendekati netral atau 7 yang terjadi pada hari ke-10 hingga ke-24.

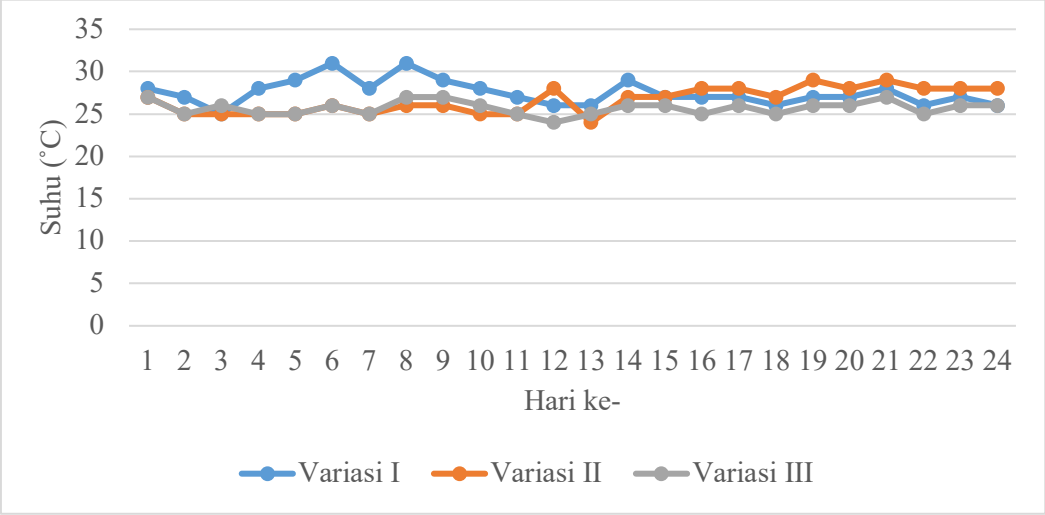
PH yang didapatkan di awal pengomposan disebabkan adanya campuran dari bahan kompos setiap variasi (Nurdiansyah dkk., 2023). Kematangan kompos dengan parameter nilai pH semakin lama akan berubah dan menunjukkan nilai mendekati netral hingga netral. Hasil akhir pengujian pH ketiga variasi yaitu pH 6 untuk variasi I, pH 6 untuk variasi II dan pH 7 untuk variasi III. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, nilai pH telah memenuhi standar kualitas kompos karena berada pada rentang 6 – 7. Perbandingan dengan pH *glue,* hasil pengomposan menunjukkan adanya kenaikan pH seperti pada gambar 4.4. Pengomposan yang ditandai adanya kenaikan nilai pH disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang

mengubah asam organik menjadi senyawa lain seperti ammonia (Ratna dkk., 2017).

4.2.3 Suhu

Pengujian suhu dilakukan untuk mengetahui aktivitas mikroorganisme yang terdapat dalam kompos. Menurut Jain dkk (2019), aktivitas mikroorganisme dapat ditunjukkan melalui suhu pengomposan. Suhu menjadi kontrol proses degradasi karbon organik yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam bahan baku kompos (Subula dkk., 2022). Suhu diukur menggunakan termometer dan mengacu pada prinsip SNI 7763:2018 tentang Pupuk Organik Padat. Hasil pengujian suhu ditunjukkan pada gambar 4.2 dengan grafik berikut.

Berdasarkan hasil pengujian, nilai suhu pada kompos berada pada rentang 24˚C – 31˚C. Suhu kompos tinggi dengan nilai 31˚C terdapat pada variasi I. Nilai suhu yang tinggi dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme yang sedang berlangsung (Yudatama & Hermiyanto, 2023). Pengujian juga mendapatkan nilai suhu rendah dengan nilai 24˚C pada variasi II dan variasi III. Suhu relative rendah mengindikasikan bahwa mikroorganisme bekerja dengan baik (Benyamin & Agustina, 2022).



Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Suhu 3 Variasi

Pengujian suhu hari ke-1 hingga hari ke-7 menunjukkan bahwa setiap harinya mengalami perubahan. Variasi I setiap harinya menunjukkan nilai yang berbeda dengan suhu tertinggi 31˚C pada hari ke-6. Menurut Amalia & Widiyaningrum (2016), terjadinya kenaikan suhu pada kompos mengindikasikan bahwa degradasi bahan organik oleh mikroorganisme termofilik sedang berlangsung. Suhu pada variasi II memiliki nilai yang berbeda yaitu 25˚C pada hari ke-2 hingga ke-5 dan 26˚C pada hari ke-6. Variasi III juga memiliki nilai yang berbeda yaitu berkisar pada 25˚C dan 26˚C. Suhu kompos yang menurun disebabkan karena penguraian mikroorganisme yang menyebabkan bahan organik berkurang. Perubahan suhu yang menurun juga menjadi indikasi adanya perkembangan mikroorganisme mesofilik (Amalia & Widiyaningrum, 2016). Fluktuasi nilai suhu yang terjadi selama pengomposan disebabkan karena aktivitas mikroorganisme termofilik dan mesofilik yang ada di dalam kompos. Menurut Ningrum dkk (2023), suhu kompos dengan mikroorganisme termofilik berada pada nilai >40˚C sehingga dekomposisi atau perombakan bahan organik terjadi secara aktif.

Pengujian suhu hari ke-8 hingga hari ke-14 menunjukkan nilai berkisar antara 24˚C – 31˚C. Variasi I pada hari ke-8 menunjukkan nilai suhu 31˚C yang artinya tidak memenuhi standar kualitas kompos. Variasi II pada hari ke-10, ke-11 dan ke-13 menunjukkan suhu yang juga tidak memenuhi standar kualitas kompos karena kurang dari 26˚C. Variasi III pada hari ke-11 hingga ke-13 jika dilihat dari hasil pengujian juga tidak memenuhi standar kualitas kompos. Suhu yang rendah dapat meningkat dengan bertambahnya waktu pengomposan. Pada hari ke-14 kompos variasi I, II dan III telah memenuhi standar kualitas kompos.

Pengujian suhu hari ke-14 hingga hari ke-24 menunjukkan nilai berkisar antara 25˚C – 29˚C. Suhu terendah pada variasi I yaitu 26˚C dan suhu tertinggi 28˚C. Variasi II menunjukkan suhu rendah yaitu 27˚C dan suhu tinggi 29˚C. Suhu terendah pada variasi III yaitu 25˚C dan suhu tertinggi 27˚C.

Perubahan suhu yang terjadi setiap harinya dari hari ke-1 hingga hari ke-24 dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme, dimana perubahan tersebut mengindikasikan proses pengomposan yang dilakukan oleh mikroorganisme berjalan dengan baik (Subula dkk., 2022). Berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, standar kualitas kompos untuk parameter suhu berkisar antara 26˚C – 30˚C. Hari ke-24 menunjukkan nilai suhu sebesar 26˚C (variasi I dan III) dan 28˚C (variasi II) sehingga suhu pada ketiga variasi telah memenuhi standar kualitas kompos. Suhu kompos kurang dari 45˚C berarti tidak mencapai kondisi termofilik hal tersebut disebabkan oleh tumpukan kompos yang sedikit sehingga suhu tidak mencapai termofilik (Azizah dkk., 2017). Menurut Benyamin dan Agustina (2022), adanya perubahan suhu dari suhu tertinggi menjadi rendah terjadi karena adanya bantuan dari proses pengadukan setiap harinya sehingga kompos tidak berada pada suhu tinggi. Proses pengomposan yang semakin lama dilakukan akan mengalami penurunan suhu karena kandungan karbon kompos telah digunakan mikroorganisme untuk proses penguraian dan mendekati tingkat kematangan (Subula dkk., 2022). Perbandingan suhu *glue* setelah dilakukan pengomposan terjadi kenaikan suhu sehingga memenuhi standar kualitas kompos dengan perbandingan terdapat pada gambar 4.5.

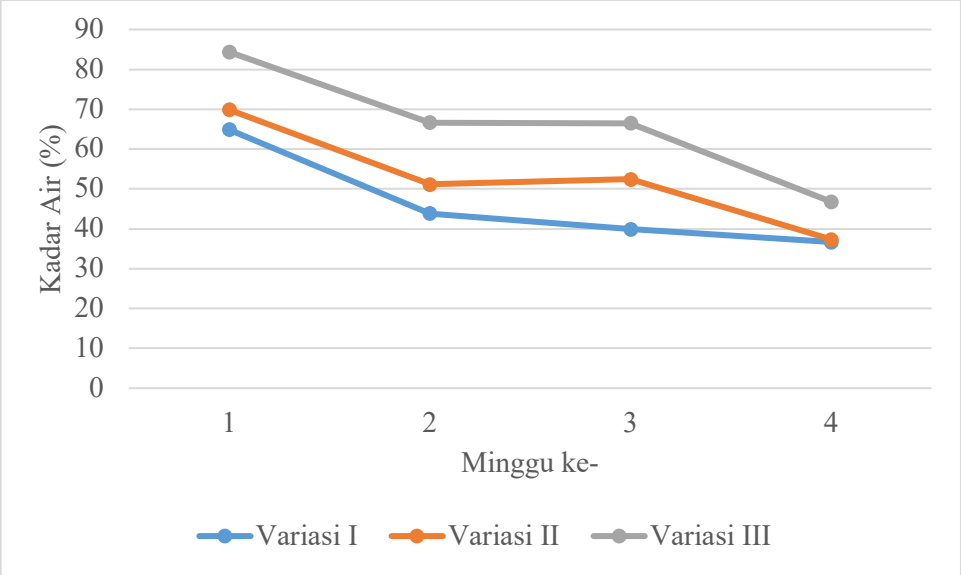
4.2.4 Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang ada dalam kompos karena menjadi sumber asupan air untuk mikroba (Nurdiansyah dkk., 2023). Kadar air berperan dalam adanya proses perubahan bahan-bahan organik kompos melalui penguraian (Rosalina dkk., 2020). Kadar air diukur menggunakan metode Gravimetri yang mengacu pada SNI 7763:2018 tentang Pupuk Organik Padat.

Berdasarkan hasil pengujian seperti pada gambar grafik 4.14, kadar air yang dilakukan selama satu minggu sekali yaitu kadar air berkisar pada

36,68% - 84,37%. Kadar air 36,68% yaitu pada minggu ke-4 untuk variasi I, sedangkan kadar air 84,37% yaitu pada minggu ke-1 untuk variasi III.

Minggu ke-1 kadar air menunjukkan nilai tinggi yaitu 64,87%, 69,87% dan 84,37% pada setiap variasi. Hasil pengujian tersebut dikarenakan pada setiap variasi belum mengalami proses penguraian bahan organik oleh mikroba. Pengujian kadar air di minggu ke-1 juga dipengaruhi oleh kandungan air dalam bahan baku kompos. Menurut (Wahyudin & Nurhidayatullah, 2018), kompos dengan kadar air yang tinggi harus melewati proses lanjutan dengan melakukan pengomposan terhindar dari hujan dan matahari agar melalui fase pengeringan.



Gambar 4. 14 Hasil Pengujian Kadar Air 3 Variasi

Minggu ke-2 kadar air menunjukkan adanya penurunan menjadi 43,82%, 51,106% dan 66,67%. Penurunan kadar air pada variasi I sebesar 67%, variasi II 73% dan variasi III 79%. Penurunan nilai kadar air juga terjadi pada minggu ke-3, dimana setiap variasinya mengalami penurunan kecuali pada variasi II dengan kadar air 39,92%, 52,42% dan 66,53%. Kadar

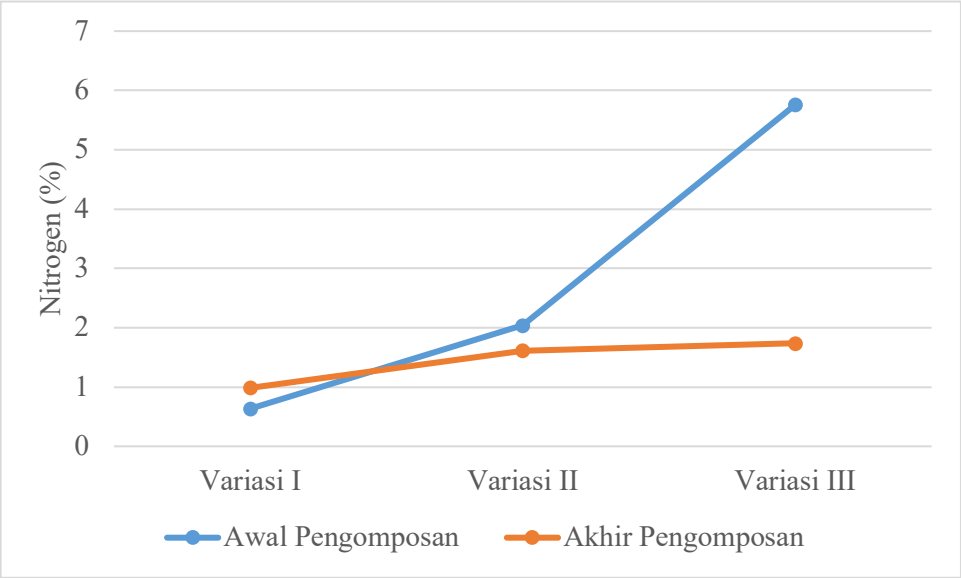
air yang tinggi terjadi karena mikroorganisme dalam kompos tidak terdegradasi secara maksimal.

Minggu ke-4 setiap variasi kompos juga mengalami penurunan nilai yaitu menjadi 36,68%, 37,33% dan 46,79%. Penurunan pada minggu terakhir pengomposan sebesar 92%, 71% dan 70% pada setiap variasinya. Masa pengomposan yang semakin lama akan mempengaruhi kadar air sehingga nilainya semakin menurun (Alfarisi dkk., 2023). Perubahan nilai kadar air dipengaruhi oleh adanya kegiatan penguraian yang bergantung dari kandungan air dalam kompos.

Berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik nilai kadar air dalam kompos diperbolehkan maksimal 50%. Hasil pengujian terakhir pada setiap variasi kompos menunjukkan nilai 36,68%, 37,33% dan 46,79%. Nilai tersebut telah memenuhi standar kualitas kompos karena kurang dari 50% dan nilai kadar pengomposan yang dilakukan dengan menambahkan bahan campuran juga tidak jauh beda dengan kadar air dari *glue* sebagai bahan baku utama. Hasil perbandingan kadar air seperti pada gambar 4.6.

4.2.5 Nitrogen (N)

Pengujian kadar Nitrogen (N) dilakukan untuk mengetahui kadar dalam kompos yang berperan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi mikroba (Nurdiansyah dkk., 2023). Nitrogen diukur dengan metode Kjeldahl yang mengacu pada SNI 7763:2018 tentang Pupuk Organik Padat. Hasil pengujian Nitrogen ditunjukkan pada gambar 4.15 dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 15 Hasil Pengujian Kadar Nitrogen (N) 3 Variasi

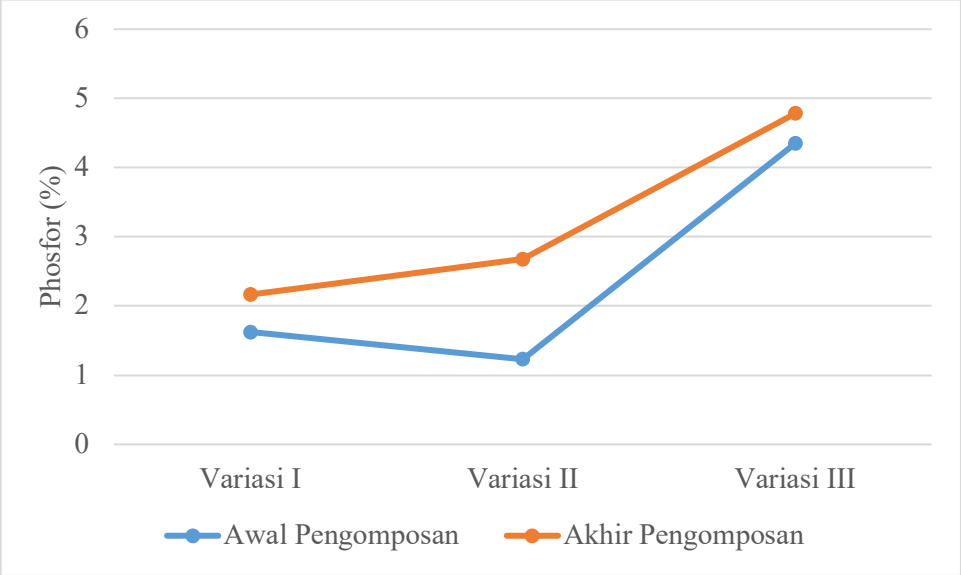
Berdasarkan hasil pengujian kadar Nitrogen yang dilakukan pada awal pengomposan didapatkan hasil berkisar antara 0,64% - 5,76%. Untuk kadar tertinggi pada variasi III yaitu 5,76% dan kadar terendah pada variasi I yaitu 0,64%. Variasi II memiliki kadar Nitrogen sebesar 2,04%. Nitrogen dengan kadar tinggi disebabkan adanya masa pengomposan yang semakin laman dan penambahan EM4 (Widari dkk., 2020). Nitrogen yang ada pada kompos dapat dimanfaatkan oleh tanaman dengan menyerap nitrat dan ammonium dari dekomposisi bahan organik (Azizah dkk., 2017).

Pengujian kadar Nitrogen akhir pengomposan berdasarkan gambar 4.15 terjadi kenaikan kadar pada variasi I dan penurunan pada variasi II dan variasi III. Variasi I meningkat 34% menjadi 0,99%. Kadar Nitrogen yang meningkat disebabkan proses dekomposisi yang tidak merata(Rosalina dkk., 2020). Variasi II turun 21% menjadi 1,61% dan variasi III turun sebanyak 70% menjadi 1,74%. Menurut Cagayana dkk. (2018), perubahan kadar Nitrogen yang turun pada variasi II dan III berbanding lurus dengan kadar air yang menurun pada akhir pengomposan. Hasil pengujian kadar Nitrogen pada pengomposan ini berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang

Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik telah memenuhi standar kualitas kompos karena memiliki kadar >0,40%. Dibandingkan dengan karakteristik *glue*, kadar Nitrogen hasil pengomposan memiliki nilai lebih tinggi sehingga dapat memenuhi standar kualitas kompos seperti pada gambar 4.7.

4.2.6 Phosfor (P_2O_5)

Pengujian kadar Phosfor (P_2O_5) dilakukan untuk mengetahui kadar hara yang berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah (Worotitjan dkk., 2022). Phosfor diukur dengan Spektrofotometer UV-VIS yang mengacu pada Juknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman Air dan Pupuk. Hasil pengujian Phosfor ditunjukkan pada gambar 4.16 dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 16 Hasil Pengujian Kadar Phosfor (P_2O_5) 3 Variasi

Berdasarkan hasil pengujian, kadar Phosfor berada pada rentang 1,23% hingga 4,78%. Kadar Phosfor dengan nilai tinggi didapatkan pada akhir pengomposan dengan nilai 4,78% untuk variasi III dan kadar rendah

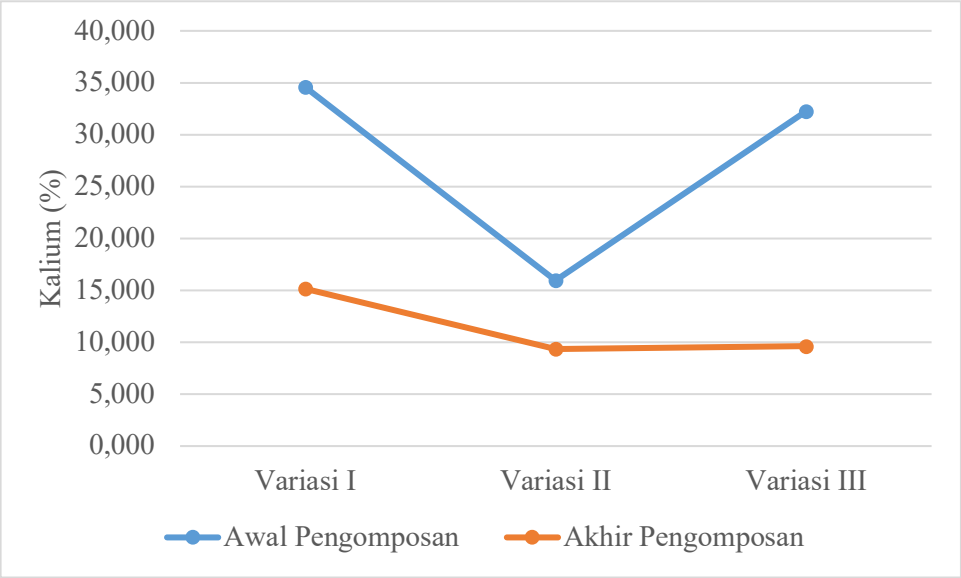
saat awal pengomposan yaitu 1,23% untuk variasi II. Perbedaan kadar Phosfor dipengaruhi oleh bahan organik pengomposan (Lanno dkk., 2021).

Kadar Phosfor awal pengomposan berada pada rentang 1,23% - 4,35%. Variasi I memiliki kadar Phosfor sebesar 1,62%. Variasi II memiliki kadar Phosfor terendah yaitu 1,23%. Menurut Natsir dkk (2022), kadar Phosfor yang rendah dapat terjadi karena pengaruh dari nilai N yang rendah. Variasi III memiliki kadar Phosfor tertinggi pada yaitu 4,35%.

Akhir pengomposan menunjukkan adanya peningkatan pada kadar Phosfor. Variasi I meningkat 25% menjadi 2,17%, variasi II meningkat 54% menjadi 2,68% dan variasi III meningkat 9% menjadi 4,78%. Peningkatan tertinggi terjadi pada variasi II, hal tersebut karena dapat dipengaruhi oleh kadar Phosfor dalam bahan kompos yang sudah tinggi (Azizah dkk., 2017). Menurut Kaswinarni & Nugraha (2020), peningkatan kadar Phosfor disebabkan proses pematangan kompos. Kadar Phosfor pada setiap variasi kompos merupakan hasil dari proses perubahan bentuk secara kimiawi oleh bahan organik kompos. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa peningkatan pada kadar Phosfor terjadi selama masa pengomposan berlangsung. Kompos yang matang menandakan bahwa mikroba di dalamnya mengalami fase kematian sehingga menyebabkan kadar Phosfor meningkat (Nurdiansyah dkk., 2023). Menurut Azizah dkk. (2017), kadar Phosfor dalam kompos akan mengalami peningkatan selama masa proses pengomposan berlangsung. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, kadar Phosfor awal pengomposan dan akhir pengomposan sudah sesuai dengan standar kualitas kompos karena nilainya lebih dari 0,10%. Perbandingan kadar Phosfor pada *glue* dan hasil kadar pada pengomposan telah sesuai dengan standar kualitas kompos, tetapi setelah dilakukan pencampuran antara *glue* dengan bahan tambahan terjadi penurunan kadar Phosfor pada variasi I dan variasi II. Variasi III mengalami peningkatan kadar Phosfor. Menurut (Natsir dkk., 2022) terjadinya penurunan kadar Phosfor dapat dipengaruhi oleh nilai Nitrogen yang rendah.

4.2.7 Kalium (K_2O)

Pengujian kadar Kalium (K_2O) untuk mengetahui kualitas unsur hara yang berperan sebagai pereaksi biokimia tanaman. Kadar Kalium diukur dengan Spektrofotometer AAS yang mengacu pada Juknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman Air dan Pupuk. Hasil pengujian ditunjukkan pada gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Hasil Pengujian Kalium (K_2O) 3 Variasi

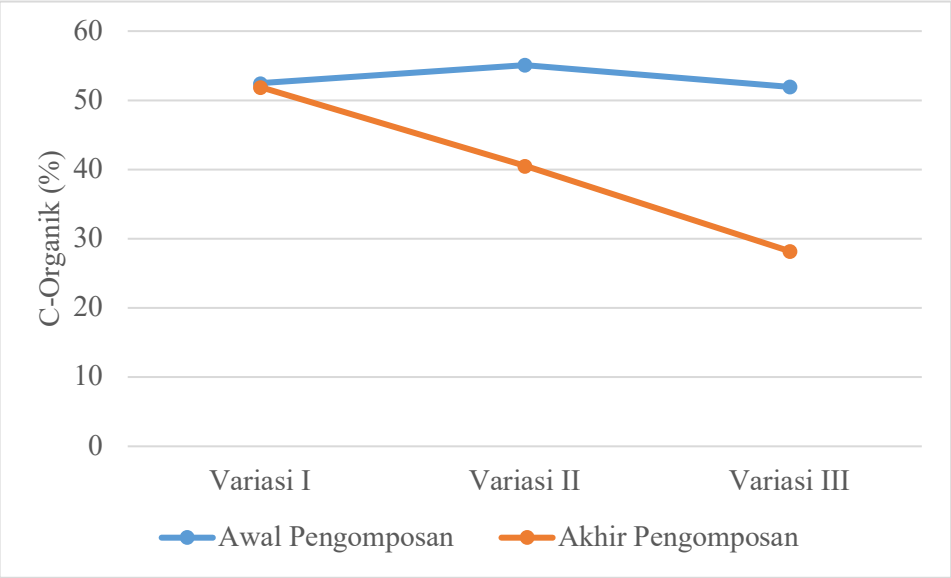
Berdasarkan hasil pengujian kadar Kalium pada awal pengomposan didapatkan hasil untuk variasi I memiliki kadar yang tinggi dengan nilai 34,57%. Variasi II memiliki kadar 15,95%. Variasi III memiliki kadar 32,25%. Menurut (Ariyanti dkk., 2019), kadar Kalium pada kompos akan cenderung tinggi selama proses pengomposan berlangsung.

Pengujian kadar Kalium di akhir pengomposan mengalami penurunan. Variasi I turun menjadi 15,15%. Variasi II turun sebanyak 59% dengan kadar menjadi 9,35% dan variasi III turun sebanyak 30% dengan kadar menjadi 9,60%. Kadar Kalium akan menurun saat berada pada fase pematangan (Hadiwidodo dkk., 2018). Menurut Rahmawati dkk (2023),

Kalium akan membantu tanaman dalam memperoleh kebutuhan air melalui stomata. Menurut (Worotitjan dkk., 2022), dekomposisi akan mengubah kalium organik kompleks menjadi kalium organik sederhana sehingga tanaman akan mudah menyerapnya. Kadar Kalium yang rendah akan berpengaruh terhadap ketahanan tanaman terhadap penyakit dan hama. Hal tersebut disebabkan oleh kurangnya asupan air yang ada pada tanaman sehingga rentan terhadap kekeringan. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik kadar Kalium pada pengomposan ini memenuhi standar kualitas kompos karena >0,20%. Perbandingan hasil pengujian karakteristik *glue* dan pengomposan telah memenuhi standar kualitas kompos. Variasi I setelah dilakukan pencampuran bahan baku naik 39%, sedangkan variasi II turun sebesar 14% dan variasi III turun sebesar 12%.

4.2.8 C-Organik

Pengujian kadar C-Organik dilakukan untuk mengetahui kualitas kompos melalui kadar karbon. C-Organik berperan sebagai sumber energi dalam pembentukan sel dan kesuburan tanah. C-Organik pada kompos diukur dengan metode Gravimetri yang mengacu pada Juknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman Air dan Pupuk. Hasil pengujian ditunjukkan pada gambar 4.18 dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 18 Hasil Pengujian Kadar C-Organik 3 Variasi

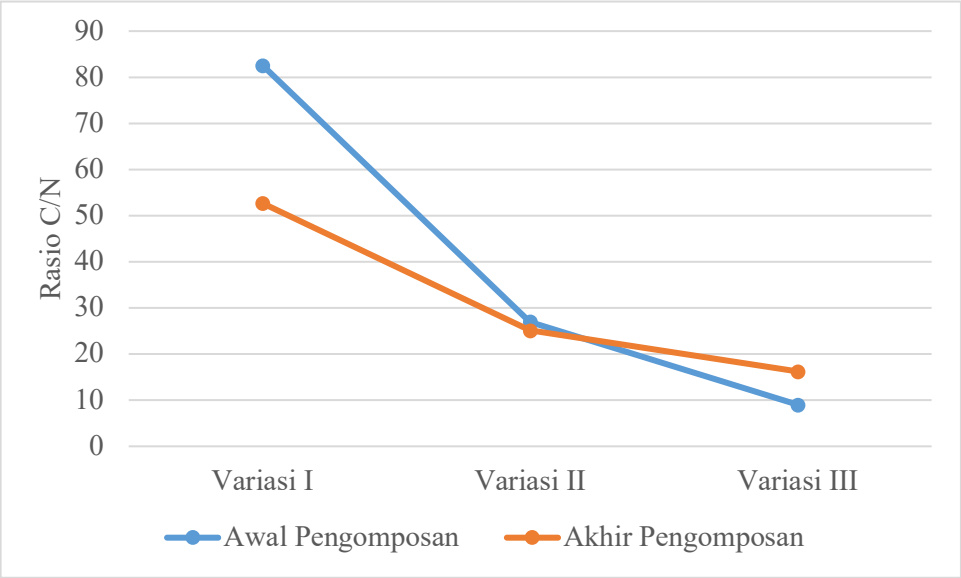
Berdasarkan hasil pengujian C-Organik pada awal pengomposan didapatkan hasil berkisar antara 51% - 55%. Variasi I memiliki kadar 52,44%. Variasi II memiliki kadar 55,08% dan variasi III yaitu 51,94%. Perbedaan kadar C-Organik setiap variasi karena perbedaan bahan organik yang digunakan untuk pengomposan. Menurut Sutriana & Baharuddin (2019), unsur C-Organik yang ada pada kompos akan menambah kadar C-Organik dalam tanah. Awal pengomposan memiliki kadar C-Organik yang tinggi disebabkan belum terjadi aktivitas pengadukan. Peningkatan kadar C-Organik pada kompos terjadi karena adanya penguraian bahan organik dengan kandungan karbon yang diubah sebagai energi untuk aktivitas mikroorganisme selama pengomposan (Syafria & Farizaldi, 2022).

Pengujian C-Organik akhir pengomposan dilakukan dengan hasil pada rentang 28% - 51%. Variasi I mengalami penurunan kadar C-Organik sebesar 1% dengan kadar menjadi 51,92%. Variasi II turun sebesar 26% dengan kadar menjadi 40,50% dan variasi III turun 46% dengan kadar menjadi 28,21%. Kadar C-Organik semakin turun karena dipengaruhi oleh frekuensi pengadukan kompos secara berkala (Cagayana dkk., 2018). Penurunan yang terjadi pada kadar C-Organik juga dapat dipengaruhi oleh

aktivitas mikroorganisme yang memanfaatkan menjadi sumber energi melalui konsumsi bahan organik(Azizah dkk., 2017). Menurut Rosalina dkk (2020), kadar C-Organik dalam kompos dapat dipengaruhi salah satunya oleh bahan yang digunakan untuk kompos. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, kadar C-Organik standar kualitas kompos minimum 9,80% dan maksimum 32%. Kadar C-Organik pada setiap variasi pengomposan belum memenuhi standar kualitas kompos karena pada variasi I dan II kadar C-Organik lebih dari 32%. Variasi yang telah memenuhi standar kualitas kompos yaitu variasi III karena kurang dari 32%. Perbandingan dengan kadar pada *glue*, berdasarkan gambar 4.10 pada variasi I mengalami kenaikan kadar sedangkan pada variasi II dan III mengalami penurunan kadar C-Organik.

4.2.9 Rasio C/N

Pengujian rasio C/N dilakukan untuk mengetahui perbandingan kadar C-Organik dan Nitrogen dalam kompos. Rasio C/N berperan dalam dekomposisi pada pengomposan (Kurnia dkk., 2017). Rasio C/N didapatkan dari perhitungan kadar C-Organik dibagi dengan kadar Nitrogen. Hasil pengujian ditunjukkan pada gambar 4.19 dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 19 Hasil Pengujian Rasio C/N 3 Variasi

Berdasarkan hasil pengujian rasio C/N pada awal pengomposan didapatkan hasil berkisar antara 9% - 82%. Variasi I memiliki rasio 82,60%, variasi II 26,98% dan variasi III 9,02%. Nilai rasio C/N yang tinggi salah satunya dipengaruhi oleh masa pengomposan, karena semakin lama pengomposan maka rasio akan menurun begitu juga sebaliknya jika pengomposan dilakukan cukup sebentar maka berkemungkinan rasio C/N akan tinggi (Al Rasyid dkk., 2015).

Akhir pengomposan dilakukan pengujian rasio C/N dengan hasil pada rentang 16% - 52%. Rasio C/N pada akhir mengalami penurunan pada variasi I sebanyak 36% diperoleh hasil 52,69% dan variasi II turun 7% dengan hasil rasio akhir 25,09%. Menurut (Azizah dkk., 2017) rasio C/N yang turun terjadi karena pada proses dekomposisi dan saat mendekati rasio sama dengan tanah akan mudah diserap oleh tanaman. Variasi III mengalami peningkatan rasio sebanyak 56% dengan hasil rasio 16,23%. Perubahan rasio C/N dipengaruhi oleh pemanfaatan pembentukan struktur sel oleh Nitrogen dan sumber energi dari C-Organik oleh mikroorganisme(Mirawati & Winarsih, 2019). Berdasarkan SNI 19-7030-

2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, rasio C/N standar kualitas kompos minimal 10 dan maksimal 20. Rasio C/N pengomposan setiap variasi yaitu untuk variasi I dan II tidak memenuhi standar kualitas karena melebihi 20, sedangkan variasi III karena kurang dari 20 maka memenuhi standar kualitas kompos. Perbandingan hasil rasio C/N *glue* dengan variasi kompos mengalami penurunan nilai rasio. Menurut Al Rasyid dkk (2015), bahan campuran yang digunakan pada kompos akan mempengaruhi adanya fluktuasi pada rasio C/N karena mikroorganisme yang berkembang dan tumbuh di dalamnya.

4.3 Perbandingan Karakteristik Kompos Limbah *Glue*

Limbah *glue* yang dimanfaatkan menjadi kompos harus dilakukan dengan campuran bahan organik lainnya (Cahyaningnugroho & Nurul Hidayah, 2023). Bahan organik yang digunakan yaitu sampah daun, sisa makanan dan kotoran sapi. Sampah daun yang digunakan untuk kompos berupa daun kering. Daun kering digunakan sebagai bahan campuran karena dalam prosesnya murah dan mudah untuk didapatkan (Nurkhasanah dkk., 2021). Sisa makanan menjadi bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai kompos dengan bahan yang murah dan lebih mudah untuk didapatkan (Rusdiana & Fariroh, 2023), selain itu kotoran sapi juga digunakan sebagai bahan kompos karena bahan yang mudah untuk diperoleh (Prasetio dkk., 2023). Hasil pengujian karakteristik limbah *glue* pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa limbah *glue* memiliki kandungan unsur hara yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos. Pengomposan limbah *glue* ini dilakukan dengan 3 variasi campuran dengan pengujian karakteristik meliputi pH, suhu, kadar air, NPK, C-Organik, rasio C/N, dan kondisi fisik. Perbandingan setiap parameter dilakukan dengan standar kualitas kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Berdasarkan tabel 4.7, didapatkan hasil bahwa kompos yang dapat memenuhi karakteristik sesuai dengan standar kualitas adalah variasi III. Variasi I dan II tidak termasuk dalam kompos yang optimum karena tidak memenuhi standar kualitas kompos untuk kadar C-Organik, rasio C/N dan sifat fisiknya.

Tabel 4. 4 Perbandingan Optimalisasi Kompos 3 Variasi

Parameter	Variasi		
	I	II	III
Parameter Fisik (pH, Suhu, Kadar Air, dan Sifat Fisik)	-	-	✓
Parameter Kimia (NPK, C-Organik, C/N)	-	-	✓

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada pengomposan 3 variasi dapat ditarik kesimpulan bahwa kompos yang memenuhi standar kualitas SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik hanya variasi III. Karakteristik yang dihasilkan setelah pengujian dan pengamatan yaitu untuk kondisi fisik memiliki ciri-ciri tekstur seperti tanah, berwarna kehitaman dan bau kompos seperti tanah. Karakteristik NPK setelah diuji menunjukkan hasil Nitrogen 1,74%, Phosfor 4,78% dan Kalium 9,60%, serta untuk rasio C/N diantara 10-20 yaitu 16,23%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, peneliti memberikan saran untuk dapat dilakukan oleh peneliti berikutnya berupa perlunya dilakukan pengujian karakteristik untuk bahan campuran disetiap variasinya dan perlu dilakukan penelitian lanjutan di variasi yang belum sesuai dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik untuk peningkatan hasil kualitas. Selain itu, perlu dilakukan pengujian kandungan bahan B3 terhadap hasil kompos.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, N. H., Juwana, I., & Satori, M. (2021). Studi Komparasi Komposter Berbasis Masyarakat. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, *9*(1), 34–44.

Al Rasyid, H., Hasanudin, U., & Rakhdiatmoko, R. (2015). Potential Of Organic Waste From Traditional Markets In Bandar Lampung As Raw Materials Of Compost And Biogas Production. *JURNAL KELITBANGAN*, *3*(2), 1–12.

Alfarisi, C. D., Zahrina, I., Yenie, E., & Yenti, S. R. (2023). Pengolahan Limbah Padat Industri Tahu Menjadi Pupuk Kompos. *Jurnal Ilmiah BIOSAINTROPIS*, *9*(1), 81–88. https://doi.org/10.33474/e-jbst.v9i1.539

Amalia, D. W., & Widiyaningrum, P. (2016). Penggunaan Em4 Dan Mol Limbah Tomat Sebagai Bioaktivator Pada Pembuatan Kompos. *LS: Life Science*, *5*(1), 18–24. http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/UnnesJLifeSci

Andriany, Fahruddin, & Abdullah, A. (2018). Effect Of Bioactivators Types On The Rate Of Teak Tectona Grandis L. F., Leaf 'Seresah' Decomposition , In The Campus Unhas Tamalanrea. *BIOMA : JURNAL BIOLOGI MAKASSAR*, *3*(2), 31–42.

Ariyanti, M., Samudro, G., & Handayani, D. S. (2019). Penentuan Rasio Bahan Sampah Organik Optimum Terhadap Kinerja Compost Solid Phase Microbial Fuel Cells (CSMFCs). *Maret*, *16*(1), 16.

Azizah, A., Zaman, B., & Purwono. (2017). Pengaruh Penambahan Campuran Pupuk Kotoran Sapi Dan Kambing Terhadap Kualitas Kompos TPST UNDIP. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *6*(3), 1–10. http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan

Benyamin, D., & Agustina. (2022). Penggunaan Aktivator EM4 dan Air Nenas Dalam Pengomposan Bahan Organik. *Oehonis : The Journal of Environmental Health Research*, *5*(1), 48–50.

Cagayana, Samudro, G., & Hadiwidodo, M. (2018). Penentuan Pengadukan Optimum Berdasaran Pengomposan Dan Produksi Listrik Dalam CSMFCs (Compost Solid Phase Microbial Fuel Cells). *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, *10*(2), 88–100.

Cahyaningnugroho, G. R., & Nurul Hidayah, E. (2023). Potential Utilization Of Mud From Industrial Watewater Treatment Processes. *Nusantara Hasana Journal*, *3*(2), 22–26.

Cocchi, M., Vascellari, M., Gallina, A., Agnoletti, F., Angeletti, R., & Mutinelli, F. (2010). Canine Nephrotoxicosis Induced by Melamine-Contaminated Pet Food in Italy. Dalam *J. Vet. Med. Sci* (Vol. 72, Nomor 1).

Ekawandani, N., & Alvianingsih. (2018). Efektifitas Kompos Daun Menggunakan EM4 dan Kotoran Sapi. *Journal TEDC*, *12*(2), 145–149.

Grgas, D., Štefanac, T., Barešić, M., Toromanović, M., Ibrahimpašić, J., Vukušić Pavičić, T., Habuda-Stanić, M., Herceg, Z., & Landeka Dragičević, T. (2023). Co-composting of Sewage , Green Waste, and Food Waste. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, *11*(1). https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d10.0415

Hadiwidodo, M., Sutrisno, E., Handayani, D. S., & Febriani, M. P. (2018). Studi Pembuatan Kompos Padat Dari Sampah Daun Kering Tpst Undip Dengan Variasi Bahan Mikroorganisme Lokal (Mol) Daun. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, *15*(2), 79–85.

Jain, M. S., Daga, M., & Kalamdhad, A. S. (2019). Variation in the Key Indicators During Composting of Municipal Solid Organic Wastes. *Sustainable Environment Research*, *1*(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s42834-019-0012-9

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. https://doi.org/10.30599/jti.v12i1.534

Khair, R. M., Mizwar, A., & Rahmadayani, E. (2018). Pemanfaatan Lumpur Wastewater Treatment Plant dan Abu Boiler Industri Refinery dan Biodiesel Minyak Kelapa Sawit dengan Sistem In Vessel Composting. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, *4*(2), 49–64.

Kinda, M. M., Turnip, N., Sitorus, C., & Sibuea, P. (2020). Pengaruh Tekanan dan Temperatur Kempa serta Jenis Adhesive Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik

Particleboard dari Limbah Sludge Industri Pulp dan Kertas. *Jurnal Ilmiah SIMANTEK*, *4*(4), 195–205.

Krisnawan, K. A., Tika, I. W., & Madrini, I. A. G. B. (2018). Analysis of Temperature Dynamic on Composting Process of Rice Straw Mixed Chicken Manure with Moisture Content Treatment. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, *6*(1), 25–32. http://ojs.unud.ac.id/index.php/beta

Kulikowska, D., Bernat, K., Zaborowska, M., & Zielińska, M. (2022). Municipal Sewage Sludge Composting in the Two-Stage System: The Role of Different Bulking Agents and Amendments. *Journal Energies*, *15*(14). https://doi.org/10.3390/en15145014

Kurnia, V. C., Sumiyati, S., & Samudro, G. (2017). Pengaruh Kadar Air Terhadap Hasil Pengomposan Sampah Organik Dengan Metode Open Windrow. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, *06*(2), 119–123.

Lanno, M., Kriipsalu, M., Shanskiy, M., Silm, M., & Kisand, A. (2021). Distribution of phosphorus forms depends on compost source material. *Resources*, *10*(10), 1–11. https://doi.org/10.3390/resources10100102

Larasati, A. A., & Puspikawati, S. I. (2019). Processing Vegetable Waste Into Compost With Takakura Method. *Jurnal Ikesma*, *15*(2), 60–68.

Li, X., Gao, Q., Xia, C., Li, J., & Zhou, X. (2019). Urea formaldehyde resin resultant plywood with rapid formaldehyde release modified by tunnel-structured sepiolite. *Polymers*, *11*(8), 1–11. https://doi.org/10.3390/polym11081286

Maziya, F. B. (2022). *Hazardous Waste Treatment* (hlm. 1–40).

Mirawati, A., & Winarsih. (2019). The Quality of Compost Made from Households Waste, Fruits Waste, and Leaves Waste in Biopore Infiltration Hole. *Jurnal LenteraBio*, *8*(3), 225–230. http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio

Muharam, Lestari, A., & Solahudin. (2022). Pemanfaatan Limbah Sludge Industri Kertas Menjadi Pupuk Organik Sebagai Suatu Upaya Penanggulangan Pencemaran L;ingkungan dan Pengembangan Ekonomi Budidaya Kembang Kol (Brassica oleracea L.) di Kecamatan Rawamerta Kabupaten Karawang. *Abditani: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *5*(1), 45–49.

Mu'tamirah, S., & Harwani, N. P. (2021). Efektivitas Pembuatan Kompos dengan Aktivator EM4 dan MOL. *Journal of Health Science and Technology*, *2*(2), 121–132. https://doi.org/10.53861/lontarariset.v2i2

Natsir, Muh. F., Amqam, H., Sulfiana, Purnama, D. R., & Damayanti, V. A. (2022). Quality Analysis of Household Organic Waste Compost Based on Variation of Tomato Mol Dosage. *PROMOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *12*(2), 155–163.

Ningrum, O. S., Pramitasari, N., & Kartini, A. M. (2023). The Making of Compost from Coffee Skin Waste using Cow Dung and EM4. *Proteksi: Jurnal Lingkungan Berkelanjutan*, *3*(1), 1–10.

Nismara, G., & Mirwan, M. (2023). Pemanfaatan Ampas Tahu dan Ampas Tebu untuk Pembuatan Pupuk Kompos dengan Penambahan Rumen sebagai Bioaktivator dengan Metode Dual Tray. *Jurnal EnviroUS*, *3*(2), 20–24. http://envirous.upnjatim.ac.id/

Nurdiansyah, A., Pribadi, A., Suprayogi, D., & Karami, A. A. (2023). Quality Of Cow Dung Composting Fertilizer With Additional Starter Solution Of Cow Rumen Contents. *Journal Konversi*, *12*(1), 19–24. https://doi.org/10.20527/k.v12i1.14357

Nurkhasanah, E., Candra Ababil, D., Danang Prayogo, R., & Damayanti, A. (2021). Pembuatan Pupuk Kompos dari Daun Kering. *Jurnal Bina Desa*, *3*(2), 109–117. https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jurnalbinadesa

Pahlevi, F. A., & Mirwan, M. (2021). Pemanfaatan Sludge Kawasan Industri Dengan Mikroorganisme Aspergillus Niger, Pseudomonas Puttida Dan Penambahan Air Kelapa Menjadi Pupuk Organik. *JURNAL ENVIROUS*, *1*(2), 143–151.

Pikl, J. R., Uranjek, N., & Roš, M. (2020). Composting of Excess Sludge From The Wastewater Treatment Plant With The Green Waste of Hops. *European International Journal of Science and Technology*, *9*(10), 1–12. www.eijst.org.uk

Policardi, F., & Thebault, M. (2020). The buffer effect of different wood species and the influence of oak on panel composites binders. *Polymers*, *12*(7), 1–9. https://doi.org/10.3390/polym12071540

Pradipta, V. (2019). Analisis Efektifitas Penggunaan Mol Bonggol Pisang Dan Mol Sisa Nasi Pada Pembuatan Kompos. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, *13*(1), 41–46.

Prasetio, H. E., Dhurofallathoif, M., Nujum, T., Jelita, S. I. P., Rofi', M., & Nisa', R. (2023). Assistance For Processing Cow Manage Into Organic Fertilizer. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *3*(1), 75–88.

Purwani, J. (2020). Effectiveness of Inorganic Fertilizer and Biofertilizer Application on Maize Yield and Fertilizer Use Efficiency on Inceptisol from West Java. *J Trop Soils*, *25*(1), 11–20. https://doi.org/10.5400/jts.2020.v25i1.11

Raharyaningsih, M. A., & Azizah, R. (2017). Kadar Formaldehid Udara Dan Iritasi Mata Pada Pekerja Di Area Produksi Pabrik Perekat Kayu Di Surabaya Air Formaldehyde Levels And Eye Irritation In Workers At Production Area Of Wood Adhesive Factory In Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* , *9*(2), 191–199.

Rahmawati, V. N., Akbari, T., Fitriyah, F., & Nurdianti, R. R. (2023). Pengaruh Limbah Kotoran Sapi, Sisa Pakan Sapi Dan Sekam Padi Terhadap Kualitas Kompos Dengan Metode Vermikomposting. *Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, *6*(2), 123–135. https://doi.org/10.47080/jls.v6i2.2438

Rakhmawati, D. Y., Dangga, S. A., & Laela, N. (2019). Pemanfaatan Kotoran Sapi menjadi Pupuk Organik. *Jurnal Abdikarya : Jurnal Karya Prngabdian Dosen dan Mahasiswa*, *03*(1), 62–67.

Ratna, D. A. P., Samudro, G., & Sumiyati, S. (2017). Pengaruh Kadar Air Terhadap Proses Pengomposan Sampah Organik dengan Metode Takakura. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, *6*(Edisi Spesial), 124–128.

Rofi'ah, A. M., Agustin, F. D., & Fuadi, A. M. (2020). Analisis Perbandingan Penambahan EM-4 terhadap Karakteristik Pupuk Kompos Blotong dan Jerami Padi dengan Blotong dan Batang Pisang. *URECOL*, 124–132.

Ronny, & Zakwan. (2023). Pengaruh Berbagai Takaran Lumpur Selokan Grey Water Pada Penguraian Sampah Organik Sewer Sludge Gray Water on Organic Waste Decomposition. *Jurnal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, *23*(2), 199–206.

Rosalina, Pracahyani, R., & Ningrum, N. P. (2020). Uji Kualitas Pupuk Kompos Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Metode AerobEffective Microorganisms 4 (EM4) dan Black Soldier Fly (BSF). *Jurnal Warta Akab*, *44*(2), 9–21.

Rukmini, P. (2017). Utilization Of Cassava Waste In The Production Of Plywood Adhesive Ekstender With Dextrin (With Acid Catalyst). *Journal Konversi*, *6*(2), 37–44. https://doi.org/10.20527/k.v6i2.4756

Rusdiana, R. Y., & Fariroh, I. (2023). Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga sebagai Pupuk Kompos di Desa Sebanen, Kalisat, Jember. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, *6*(2), 252–256. https://doi.org/10.29303/jpmpi.v6i2.3567

Sahir, S. H. (2021). *Metodologi Penelitian*.

Sakiah, S., Dibisono, M. Y., & Susanti, S. (2019). Uji Kadar Hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada Kompos Pelepah Kelapa Sawit dengan Pemberian Trichoderma harzianum dan Kotoran Sapi. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, *7*(2), 87. https://doi.org/10.25181/jaip.v7i2.1118

Sandi, & Hartono, R. (2021). Sistem Kendali Dan Monitoring Kelembapan, Suhu, dan pH Pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos Dengan Kendali Logika Fuzzy. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, *8*(2), 154–164. https://doi.org/10.34010/telekontran.v8i2.4710

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

Silalahi, Y. H., & Karyawati, A. S. (2020). Pengaruh Pemberian Pupuk Urea dan Pupuk Kompos Organik Pada Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis (Zea mays saccharata L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, *8*(3), 345–352.

Sinaga, R., Christy, J., & Haloho, R. D. (2021). Rancang Bangun Komposter Aerob dan Anaerob untuk Mengurangi Sampah Organik Rumah Tangga. *Jurnal Agroteknosains*, *5*(2).

Soedarmanto, H., & Setiawati, E. (2022). The Analysis of Plywood Industrial Wastewater Treatment in South Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *950*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/950/1/012045

Soetopo, R. S., Septiningrum, K., & Surahman, A. (2010). Potensi Kompos Dari Limbah Padat Pabrik Joss Paper untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman. *Raya Dayeuhkolot*, *45*(1), 32–43.

Subula, R., Uno, W. D., & Abdul, A. (2022). Study On The Quality Of Compost Using Em4 (Effective Microorganism) And Mole (Local Microorganism) Bioactivations From Mas Conch. *Jambura Edu Biosfer Journal*, *4*(2), 56–64. https://doi.org/10.34312/jebj

Suharno, Wardoyo, S., & Anwar, T. (2021). Perbedaan Penggunaan Komposter An-Aerob dan Aerob Terhadap Laju Proses Pengomposan Sampah Organik. *Poltekita : Jurnal Ilmu Kesehatan*, *15*(3), 251–255. https://doi.org/10.33860/jik.v15i3.527

Sulismuji Wiyono, T. (2020). Alethea Jurnal Ilmu Hukum Perlindungan Hukum Konsumen Terhadap Produk Pangan Yang Mengandung Bahan Berbahaya. *Jurnal Ilmu Hukum*, *4*(1), 21–40. http://ejournal.uksw.edu/alethea

Supardi, & Sulistyorini, E. (2020). Pembuatan Kompos Anaerob dengan Menggunakan Komposter Sederhana yang Diterapkan di Dusun Sidomulyo. *Jurnal Pengabdian LPPM*, *5*(2), 148–154.

Suriyanti, L. H., Juniarti, W., Eclesia, Y., & Ramadhani, H. (2021). Pembuatan Kompos Organik Dengan Penambahan Aktivator EM4 di Kelurahan Air Putih. *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, *5*(2), 67–72. https://doi.org/10.37859/jpumri.v5i2.2874

Sutriana, S., & Baharuddin, R. (2019). Uji Tingkat Kematangan Kompos Terhadap Produksi Tiga Varietas Bawang Merah (Allium AscolanicumL) Pada Tanah Gambut. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, *16*(1), 25–35.

Suwargana, I. (2009). *Panduan Tata Cara Identifikasi Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (Limbah B3)*. Deputi Bidang Pengelolaan B3 dan Limbah B3 Kementerian Negara Lingkungan Hidup.

Syafria, H., & Farizaldi, F. (2022). Peningkatan Kandungan Unsur Hara Pupuk Kompos dengan Stardec untuk Hijauan Makanan Ternak. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, *24*(1), 36. https://doi.org/10.25077/jpi.24.1.36-42.2022

Taramian, A., Doosthoseini, K., Mirshokraii, S. A., & Faezipour, M. (2007). Particleboard manufacturing: An innovative way to recycle paper sludge. *Journal Waste Management*, *27*(12), 1739–1746.

Wahyudin, & Nurhidayatullah. (2018). Pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Mikroorganisme Lokal Bonggol Pisang Sebagai Bioaktivator. *Jurnal AGRIOVET*, *1*(1), 19–36.

Weise, E. (2007). *Poison Pet Food Woes Seem To Hit Cats Harder*.

Widari, N. S., Rasmito, A., & Rovidatama, G. (2020). The Optimalization Using Em4 To Make Organic Fertilizer From Tofu Waste Water. *Jurnal Teknik Kimia*, *15*(1), 1–7.

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. https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i1.209

Worotitjan, F. D., Pakasi, S. E., & Kumolontang, W. J. N. (2022). Composting Technology Made From Water Hyacint Tondano Lake. *Jurnal Agroteknologi Terapan* , *3*(1), 1–7.

Yudatama, R. B., & Hermiyanto, B. (2023). Pengaruh Penggunaan Cacing Tanah dan Kotoran Sapi pada Proses Pengomposan Limbah Organik Pasar terhadap Kualitas Kompos. *Berkala Ilmiah Pertanian*, *6*(4), 209. https://doi.org/10.19184/bip.v6i4.41063

Yulia, R., Al, M., Studi Teknologi Pangan, P., & Serambi Mekkah Banda Aceh Indonesia, U. (2023). Pengaruh Bioaktivator dan Lama Fermentasi Terhadap pH dan Kadar Nitrogen dari Kompos Kulit Ari Biji Coklat. *JSE:Jurnal Serambi Engineering*, *VIII*(1), 4855–4860.

Zakarya, I. A., Khalib, S. N. B., & Mohd Ramzi, N. (2018). Effect of pH, temperature and moisture content during composting of rice straw burning at different temperature with food waste and effective microorganisms. *E3S Web of Conferences*, *34*. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183402019

LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Analisis Kondisi *Sludge Glue*

(4 M + 1 E)

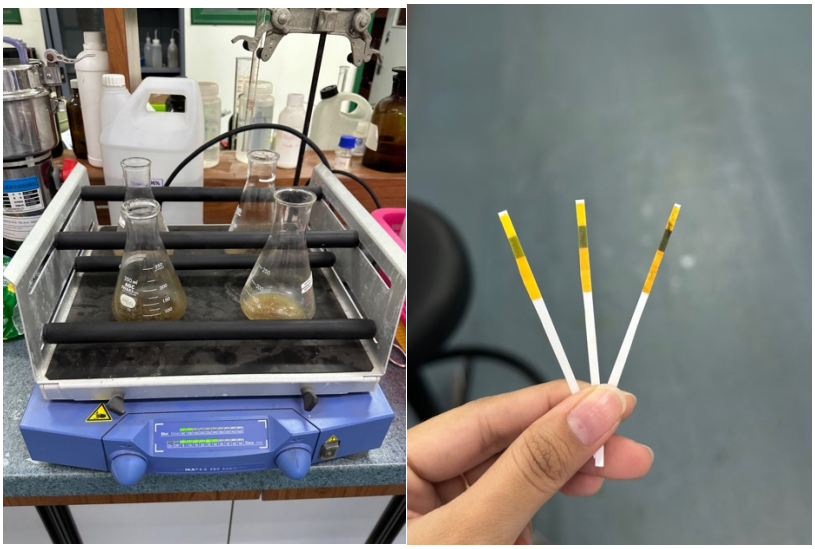
Cucian glue → Angkut → Bak inlet IPAL → Bak mixer → Penirisan sludge glue dlm karung → Masuk gudang limbah B3 → Pihak ke 3

FAKTOR	KONTROL ITEM	KONTROL POINT	STANDART	ACTUAL	KET
MAN	SKILL MAN POWER	LEVEL MAN POWER	LEVEL 3 - Tahu cara memasukkan sludge glue dlm karung dan meniriskannya	LEVEL 3 - Tahu cara memasukkan sludge glue dlm karung dan meniriskannya	OK
MATERIAL	LIMBAH PADAT B3	SLUDGE GLUE	BAHAN TERDIRI DARI : MELAMIN,UREA,HARDENER,TEPUNG, CARCHER	BAHAN TERDIRI DARI : MELAMIN,UREA,HARDENER,TEPUNG, CARCHER	OK
METHODE	SLUDGE GLUE DALAM KARUNG	PENIRISAN	DIJERENG MERATA	SLUDGE GLUE DALAM KARUNG DITUMPUK	NOT OK
MACHINE	WADAH SLUDGE GLUE	KARUNG	KARUNG TIDAK SOBEK KAPASITAS KARUNG MIN 20 KG	KARUNG TIDAK SOBEK KAPASITAS KARUNG MIN 20 KG	OK
ENVIRONMENT	LINGKUNGAN IPAL	5R	RINGKAS,RAPI,RESIK	RAPI,RESIK	NOT Ok

Lampiran 2 Alat Timbang *Sludge Glue*



Lampiran 3 Dokumentasi Pengujian Karakteristik Kompos



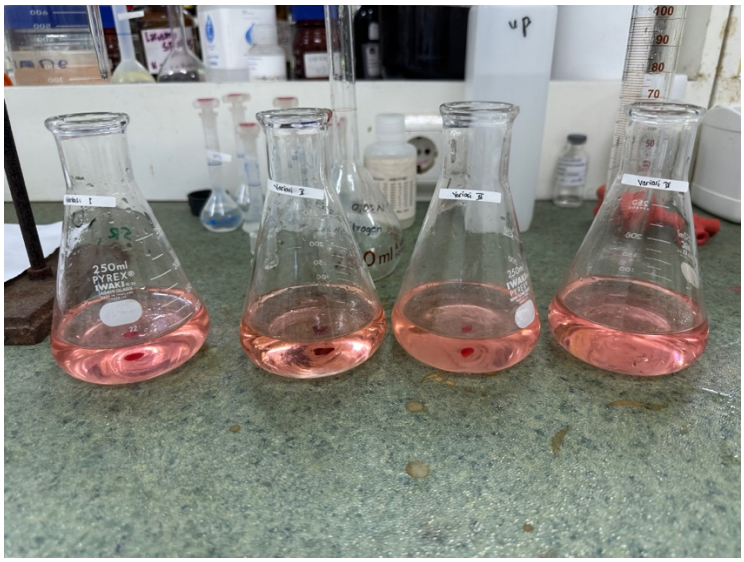
Pengujian pH



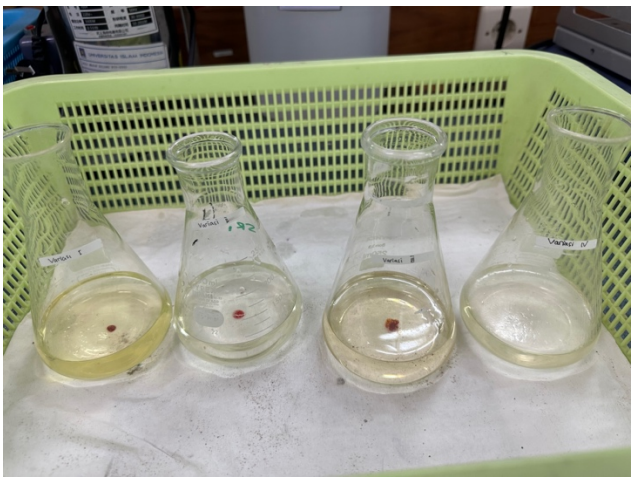
Pengukuran Suhu

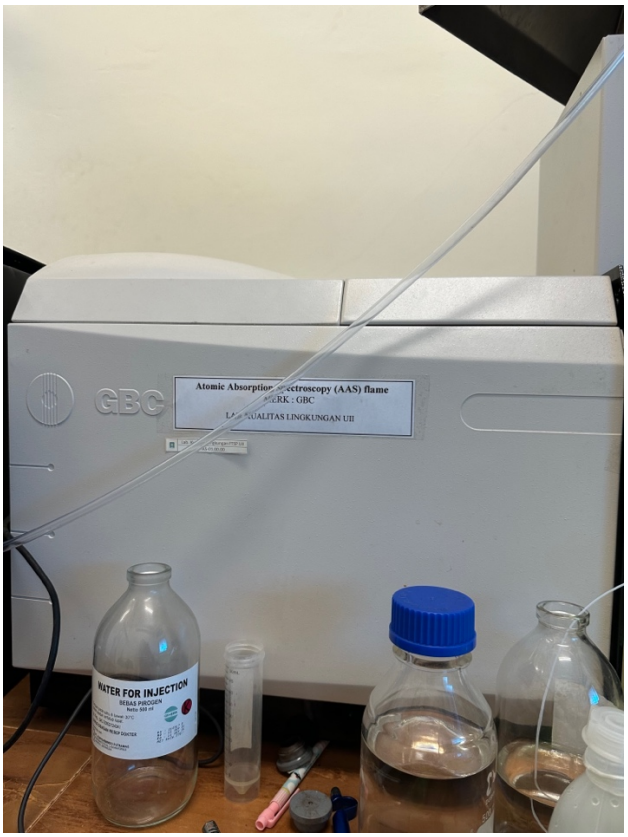


Furnance untuk Pengujian C-Organik



Hasil Pengujian Nitrogen





Pengujian Kalium

Lampiran 4 Lampiran IX PP 22 Tahun 2021 Halaman 33

PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA
- 33 -

KODE INDUSTRI/ KEGIATAN	JENIS INDUSTRI/ KEGIATAN	SUMBER LIMBAH	KODE LIMBAH	URAIAN LIMBAH	KATEGORI BAHAYA
	mencakup: a. industri insektisida, rodentisida, fungisida, herbisida; b. industri produk anti tunas (*anti-sprout*), pengatur pertumbuhan tanaman; dan c. industri disinfektan	*carbamat* (BPMC), *methyl isopropyl carbamat* (MIPC), *diazinon, carbofuran, glyphosate, monocrotophos, arsentrioxyde* dan *copper sulphate* 2. Proses pengolahan bahan aktif menjadi pemberantas hama (pestisida) dalam bentuk siap dipakai seperti insektisida, fungisida, rodentisida, herbisida, nematisida, molusida dan akarisida 3. Proses penyimpanan dan pengemasan pestisida 4. IPAL yang mengolah efluen dari proses produksi pestisida		spesifikasi teknis	
			A303-2	Residu proses produksi yang meliputi formulasi, destilasi, dan evaporasi	1
			A303-3	Absorben dan filter bekas	1
			A303-4	Debu emisi dari alat pengendalian pencemaran udara, termasuk debu tumpahan dari bahan atau produk	1
			A303-5	Abu (*ash*) dari insinerator	1
			A303-6	*Sludge* IPAL	1
04	Resin adesif Fenol formaldehida (PF), urea formaldehida (UF), melamin formaldehida (MF)	1. Pembuatan perekat atau lem yang berasal dari plastik, seperti ester dan *eter, phenol formaldehide (PF), urea formaldehide (UF), melamine formaldehide (MF)* 2. Manufakturing, formulasi, produksi, dan distribusi (MFPD) resin adesif 3. IPAL yang mengolah efluen dari produksi resin adesif	A304-1	Bahan dan produk yang tidak memenuhi persyaratan	1
			A304-2	Lumpur encer (*aqueous sludge*) yang mengandung adesif atau *sealant* yang mengandung pelarut organik	1
			A304-3	Limbah minyak resin (terpentin)	1
			A304-4	Residu dari proses penyaringan produk (*strainer*)	1
			A304-5	Kerak dari proses esterifikasi (*thermosetting*)	1
			A304-6	Residu proses produksi atau kegiatan	1
			B304-1	Katalis bekas	2

B304-2 . . .

SK No 065404 A