IMPLEMENTASI BOKASHI DAN MONITORING PUPUK ORGANIK CAIR (POC) SERTA BAU PADA PENGOLAHAN LIMBAH SISA MAKANAN DI PESANTREN MODERN AL-MANAR, ACEH BESAR

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

DAFFA KHOLILUL A'LA LUBIS

NIM. 220702031

Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi

Program Studi Teknik Lingkungan

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY

BANDA ACEH

2026 M/1448 H

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKIIIR

IMPLEMENTASI BOKASHI DAN MONITORING POC SERTA BAU PADA PENGOLAHAN LIMBAH SISA MAKANAN DI PESANTREN MODERN AL-MANAR, ACEH BESAR

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan oleh:
DAFFA KHOLILUL A'LA LUBIS
NIM. 220702031
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 14 Agustus 2026
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I	Pembimbing II
Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.	**Ir. Syarifah Seicha Fathma, S.T., M.T.**
NIDN. 2010048202	NIDN.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Husnawati Yahya, S.Si, M.Sc.
NIP. 198311092014032002

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI BOKASHI DAN MONITORING PUPUK ORGANIK CAIR (POC) SERTA BAU PADA PENGOLAHAN LIMBAH SISA MAKANAN DI PESANTREN MODERN AL-MANAR, ACEH BESAR

TUGAS AKHIR

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir/Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1) Dalam Prodi Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal : Rabu, 26 Agustus 2026
13 Rabiul Awal 1448 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
NIP. 198204102023211014

Sekretaris,

Ir. Syarifah Seicha Fathma, S.T., M.T.

Penguji I,

Dr. Ir. Juliansyah Harahap S.T., M.Sc., IPM., APEC Eng.
NIP. 198207312014031001

Penguji II,

Zahrul Ichsan, S.T., M.T.

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Prof. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Daffa Kholilul A'la Lubis
Nim	: 220702031
Program Studi	: Teknik Lingkungan
Fakultas	: Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi	: Implementasi Bokashi Dan Monitoring Pupuk Organik Cair (POC) Serta Bau Pada Pengolahan Limbah Sisa Makanan Di Pesantren Modern Al-Manar, Aceh Besar

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya, dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeru Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 31 Agustus 2026



Daffa Kholilul A'la Lubis

ABSTRAK

Nama	: Daffa Kholilul A'la Lubis
NIM	: 220702031
Program Studi	: Teknik Lingkungan
Judul	: Implementasi Bokashi Dan Monitoring Poc Serta Bau Pada Pengolahan Limbah Sisa Makanan Di Pesantren Modern Al-Manar, Aceh Besar
Tanggal Sidang	: 26 Agustus 2026
Jumlah Halaman	: 56 Halaman
Pembimbing I	: Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
Pembimbing II	: Ir. Syarifah Seicha, S.T., M.T
Kata Kunci	: Bioaktivator EM4, Bokashi, *food waste*, pupuk organik cair, sanitasi pesantren.

Timbulan limbah sisa makanan di kawasan pesantren berpotensi memicu pencemaran lingkungan berupa cairan organik dan polusi bau jika tidak dikelola dengan tepat. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah menganalisis fluktuasi pH, volume pupuk organik cair (POC) spesifik, serta tingkat persepsi dan ketergangguan bau akibat penerapan fermentasi Bokashi di Pesantren Modern Al-Manar, Aceh Besar. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental lapangan yang dilakukan selama 21 hari operasional menggunakan komposter ember tertutup berkapasitas 40 liter yang dimodifikasi dengan saringan dan keran drainase, terbagi atas 7 hari fase pengumpanan (beban 2 kg/hari bertambah akumulatif dengan bioaktivator EM4 dan dedak) serta 14 hari fase pematangan. Parameter volume POC diukur dengan gelas ukur, nilai pH dipantau menggunakan pH meter digital, dan persepsi bau dievaluasi melalui kuesioner skala Likert terhadap 90 responden santri. Hasil penelitian menunjukkan produksi POC mencapai puncak pada Hari ke-9 sebesar 265 mL (POC spesifik 18,9 mL/kg) dan menurun hingga stabil di kisaran 50–70 mL pada Hari ke-15 hingga ke-21. Nilai pH POC mengalami penurunan dari 4,5 pada Hari ke-5 hingga mencapai titik terendah 3,5 pada Hari ke-9 sebelum stabil pada rentang 3,5–3,6 hingga Hari ke-21, yang berada di bawah ambang batas minimum baku mutu Permentan No. 261/2019 (pH 4–9). Penilaian persepsi bau didominasi kategori tidak berbau (54%) dan sedikit berbau (32%), dengan 91,1% responden menyatakan tidak terganggu serta tidak ditemukan indikasi keberadaan vektor lalat maupun belatung. Kesimpulan dari kajian ini menunjukkan bahwa sistem komposter Bokashi ember tertutup berbasis EM4 mampu menjadi alternatif pengelolaan yang diharapkan dapat mereduksi dampak pencemaran limbah sisa makanan institusional secara higienis, sehingga sangat potensial diimplementasikan dalam mendukung program Eco-Pesantren.

ABSTRACT

Name	: Daffa Kholilul A'la Lubis
NIM	: 220702031
Study Program	: *Environmental Engineering*
Title	: *Implementation of Bokashi and Monitoring of Liquid Organic Fertilizer and Odor in Food Waste Processing at Pesantren Modern Al-Manar, Aceh Besar*
Examination Date	: 26 *August* 2026
Number of Pages	: 56 *Pages*
Supervisor I	: Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
Supervisor II	: Ir. Syarifah Seicha, S.T., M.T.
Keywords	: *EM4 bioactivator, Bokashi, food waste, liquid organic fertilizer, Islamic boarding school sanitation.*

Food waste generation in Islamic boarding school (pesantren) areas has the potential to trigger environmental pollution in the form of organic liquid and odor pollution if not managed properly. Therefore, the objective of this study is to analyze pH fluctuations, specific liquid organic fertilizer (LOF) volume, as well as odor perception and disturbance levels resulting from the application of Bokashi fermentation at Pesantren Modern Al-Manar, Aceh Besar. This research uses a field experimental method conducted over 21 operational days using a 40-liter closed bucket composter modified with a filter screen and drainage tap, divided into a 7-day feeding phase (an accumulative loading rate of 2 kg/day with EM4 bioactivator and rice bran) and a 14-day maturation phase. LOF volume parameters were measured using a graduated cylinder, pH values were monitored using a digital pH meter, and odor perception was evaluated through Likert-scale questionnaires administered to 90 student respondents. The results show that LOF production peaked on Day 9 at 265 mL (specific LOF of 18.9 mL/kg) and decreased until stabilizing in the range of 50–70 mL from Day 15 to Day 21. The pH value of LOF decreased from 4.5 on Day 5 to a minimum of 3.5 on Day 9, before stabilizing within the range of 3.5–3.6 through Day 21, falling below the lower threshold of the Permentan No. 261/2019 quality standard (pH 4–9). Odor perception assessments were dominated by the "no odor" (54%) and "slightly odorous" (32%) categories, with 91.1% of respondents stating they were undisturbed, and no indications of fly vectors or maggots were found. The conclusion of this study indicates that the EM4-based closed bucket Bokashi composting system serves as a management alternative that is expected to hygienically reduce the environmental impact of institutional food waste pollution, making it highly potential for implementation in supporting the Eco-Pesantren program.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Swt. atas rida-Nya saya dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini. *Sholawat* dan salam semoga selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad saw dan atas keluarga serta sahabat beliau serta orang-orang yang mengikuti jejak langkah mereka itu hingga akhir zaman. Terima kasih saya ucapkan kepada Ayah dan Ibu saya atas dukungan yang telah diberikan. Adapun judul tugas akhir yang saya ajukan adalah Implementasi Bokashi Dan Monitoring Pupuk Organik Cair (Poc) Serta Bau Pada Pengolahan Limbah Sisa Makanan Di Pesantren Modern Al-Manar, Aceh Besar. Proposal ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan dan memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta dan saya hormati di sekeliling saya yang mendukung dan membantu, oleh karena itu terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh dan selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Abdul Mujahid Hamdan, M.Sc. selaku pembimbing akademik
5. Segenap Dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama kuliah dan seluruh staf yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini.
6. Ibu Nurul Huda, S.Pd., selaku Laboran Laboratorium Teknik Lingkungan.
7. Ibu Firda Elvisa, S.E., selaku staf administrasi prodi yang telah banyak

membantu dalam hal administrasi.

8. Teman-teman Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Angkatan 2022 yang juga memberikan masukan dan saran yang dapat membuka wawasan penulis, sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapat berkah dari Allah Swt. dan akhirnya saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang saya miliki. Untuk itu saya dengan kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi membangun tugas akhir ini.

Banda Aceh, 20 Februari 2026

Penulis

Daffa Kholilul A'la Lubis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN… ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN..... **ii**
LEMBAR KEASLIAN ..... **iii**
ABSTRAK ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
KATA PENGANTAR..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN..... **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Penelitian..... 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Definisi dan Karakteristik Sampah Organik 5
2.1.1 Definisi Sampah Organik..... 5
2.1.2 Karakteristik Sampah Organik..... 5
2.2 Konsep Pengomposan (Kompos)..... 6
2.3 Tinjauan Lokasi Studi Pesantren Al Manar 6
2.4 Pengelolaan Timbulan Limbah Makanan 7
2.5 Metode Dekomposisi Bokashi (Fermentasi Anaerobik)..... 8
2.6 Karakteristik dan Manajemen Pupuk Organik Cair (POC) 8
2.7 Indikator Bau dan Kehadiran Vektor 9
2.8 Baku Mutu Kompos..... 10
2.9 Penelitian Terdahulu 11
2. 10 Teknik Pengambilan Sampel..... 14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16
3.1 Metode Penelitian 16

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian 17
3.2.1 Lokasi Penelitian 17
3.2.2 Waktu Penelitian 19
3.3 Populasi dan Sampel 19
3.3.1 Populasi dan Sampel Limbah Makanan 19
3.3.2 Populasi dan Sampel Responden Persepsi Bau 20
3.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional 20
3.5 Alat dan Bahan 21
3.5.1 Alat 21
3.5.2 Bahan 22
3.6 Prosedur Kerja *Step-by-Step* (Operasi 21 Hari) 22
3.7 *Quality Assurance/ Quality Control* (QA/QC) dan K3 (Kesehatan Keselamatan Kerja) 25
3.8 Rencana Analisis Data 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Gambaran Umum Pengolahan sisa makanan dengan Bokashi 27
4.2 Pemantauan pH dan Volume POC 28
4.2.1 Perubahan Volume POC 28
4.2.2 Pengukuran pH POC 31
4.3 Tingkat Penerimaan Santri Terhadap Bau Dan Ketergangguan 33
4.3.1 Tingkat Persepsi Bau 34
4.3.2 Tingkat Ketergangguan Santri 35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 38
5.1 Kesimpulan 38
5.2 Saran 38
DAFTAR PUSTAKA **40**
LAMPIRAN **45**
Lampiran A 45
Lampiran B 49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Lokasi Pesantren Al-Manar, Aceh Besar 18
Gambar 3. 2 Saringan Pemisah..... 22
Gambar 3. 3 Diagram Alir 24
Gambar 4. 1 Komposter Bokashi.....28
Gambar 4. 2 Penirisan……...28
Gambar 4. 3 Penyemprotan Em4.....28
Gambar 4. 4 Pengurasan POC 29
Gambar 4. 5 Pengukuran pH POC..... 31
Gambar 4. 6 Perubahan pH POC..... 32
Gambar 4. 7 Persepsi Bau..... 35
Gambar 4. 8 Ketergangguan 36

جامعة الرانري
AR-RANIRY

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 11
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan..... 19
Tabel 3.2 Definisi Operasional Variabel..... 20
Tabel 4. 1 Volume POC dan POC Spesifik……29

جامعة الرانري
AR-RANIRY

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pedoman Penilaian Indikator Observasi Lapangan 45
Lampiran 2 Logsheet Harian Operasional Monitoring Bokashi (Fase 21 Hari).. 47
Lampiran 3 Sketsa Modifikasi Wadah Komposter Bokashi (Ember Berkeran) .. 48

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah sisa makanan (*food waste*) telah menjadi isu lingkungan yang sangat mendesak di Indonesia, menyumbang hampir 44% dari total timbulan sampah nasional jika dibiarkan menumpuk di tempat pembuangan tanpa pengolahan, limbah organik ini akan terurai dan memproduksi gas metana yang berkontribusi secara signifikan terhadap emisi gas rumah kaca dan pemanasan global (Arsy dkk., 2025). Permasalahan ini tidak hanya terjadi pada skala rumah tangga, tetapi juga sangat krusial pada institusi pendidikan berasrama seperti pesantren yang memiliki sistem dapur umum. Aktivitas penyediaan dan konsumsi makanan yang dilakukan secara komunal membuat kawasan pesantren sangat rentan menjadi penyumbang timbulan sisa makanan harian dengan volume yang cukup tinggi (Pasya dkk., 2024).

Penanganan sisa makanan yang kurang tepat pada kawasan padat penduduk akan memicu terjadinya proses degradasi alami yang berdampak pada munculnya air rembesan dan polusi bau. Tumpukan sampah organik yang membusuk akan mengeluarkan air rembesan secara bebas dapat merusak keseimbangan ekosistem dan mencemari sumber kualitas air tanah di sekitarnya (Prisilla dkk., 2024). Selain air rembesan, dekomposisi limbah makanan yang tidak dikelola secara khusus akan memicu timbulnya gas amonia (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S) yang menyebabkan pencemaran bau busuk yang mengganggu (Faisya dkk., 2019). Kondisi ini tentu berisiko mengancam kenyamanan, estetika, serta kondisi sanitasi bagi para santri maupun pengelola di lingkungan Pesantren Modern Al-Manar, Aceh Besar.

Sebagai alternatif solusi pengolahan *food waste* yang adaptif dan ramah lingkungan, metode pengomposan dengan sistem Bokashi dinilai sangat potensial untuk diimplementasikan. Bokashi merupakan teknologi pengomposan yang memanfaatkan inokulan bakteri *Effective Microorganisms* (EM4) sebagai bioaktivator untuk mempercepat laju dekomposisi bahan organik (Adi dkk., 2023). Keunggulan utama dari metode Bokashi adalah kemampuannya dalam menekan

pertumbuhan mikroorganisme patogen serta mengurangi timbulnya bau tidak sedap secara drastis dibandingkan dengan proses pembusukan alami (Sufiyanto dkk., 2023). Penerapan inokulan bakteri ini mengoptimalkan laju fermentasi anaerobik, sehingga pengolahan sampah sisa makanan dapat dilakukan dengan lebih higienis dan meminimalisir konflik sosial akibat polusi udara di lingkungan yang padat penduduk (Nurlaelah dkk., 2023). Lebih jauh lagi, proses fermentasi sisa makanan ini sangat fleksibel karena dapat memisahkan material padat dengan cairan, sehingga air rembesan yang awalnya menjadi sumber pencemaran justru dapat diolah dan dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair yang kaya akan unsur hara (Hayana dkk., 2024).

Meskipun teknologi Bokashi relatif mudah dipraktikkan, keberhasilan penerapannya pada skala institusi pesantren membutuhkan pemantauan (monitoring) yang terukur. Pemantauan secara berkala terhadap kadar air serta fluktuasi aroma selama proses fermentasi berlangsung merupakan langkah penting untuk mencegah terjadinya kegagalan pengomposan bokashi. Parameter suhu, pH, warna, aroma dan kadar air yang dipantau mengacu pada standar mutu kompos SNI 19-7030-2004 menjadi acuan terukur dalam menilai tingkat aktivitas mikroorganisme pada setiap fase fermentasi, sehingga penyimpangan dari standar tersebut dapat segera dideteksi dan ditindaklanjuti (Ratu dan Jawang, 2025). Mengingat aktivitas di Pesantren Modern Al-Manar berlangsung secara terus-menerus setiap hari, Penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) dalam pengolahan limbah organik seperti bokashi merupakan kebutuhan mendasar agar proses pengelolaan dapat berjalan secara efektif, efisien dan berkelanjutan sebab tanpa SOP yang terstandarisasi, pengelolaan sampah organik di lingkungan institusi cenderung berlangsung secara insidental dan tidak terukur (Oktafiani dkk., 2025).

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dijabarkan melalui pertanyaan penelitian berikut:

1. Bagaimana fluktuasi pH POC dan volume POC spesifik selama 21 hari operasional fermentasi Bokashi terhadap sisa makanan di Pesantren Modern Al-Manar?

2. Bagaimana tingkat persepsi/penerimaan bau terhadap proses fermentasi Bokashi berdasarkan penilaian kuesioner responden dari populasi santri pada tiga asrama terdekat dengan lokasi komposter di Pesantren Modern Al-Manar?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

1. Menganalisis fluktuasi pH POC dan volume POC spesifik selama 21 hari operasional fermentasi Bokashi terhadap sisa makanan di Pesantren Modern Al-Manar.
2. Menganalisis tingkat persepsi bau responden pada tiga asrama terdekat dari lokasi komposter Bokashi menggunakan instrumen kuesioner skala Likert 1–5.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah memperkaya literatur akademik dan memberikan basis data empiris terkait rasio POC spesifik dan dinamika bau pada proses fermentasi Bokashi berbahan dasar *food waste* institusional.
2. Manfaat praktis dari penelitian ini adalah menghasilkan purwarupa (*prototype*) pengelolaan sampah sisa makanan berbasis wadah tertutup yang dapat langsung dioperasikan oleh tenaga kebersihan atau santri yang bertugas.
3. Manfaat institusional dari penelitian ini adalah Mendukung program *Eco-Pesantren* di Pesantren Modern Al-Manar melalui penciptaan lingkungan yang lebih higienis, bebas dari timbunan sampah berbau, serta tersedianya dokumen SOP yang siap pakai.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini tetap fokus dan dapat di laksanakan sesuai dengan keterbatasan jadwal di lapangan, ditetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian dilaksanakan di lingkungan Pesantren Modern Al-Manar, Aceh Besar.

2. Objek material pada penelitian ini yaitu limbah organik yang dikelola berfokus pada limbah makanan. Sampah anorganik dikelola pada studi terpisah (fokus Bank Sampah).
3. Kapasitas input komposter mengacu pada data sekunder beban timbulan sisa makanan harian
4. Batasan waktu dan klaim produk pada penelitian ini adalah pemantauan operasional dilakukan intensif selama 21 hari, terdiri atas 7 hari proses feeding harian (penambahan sisa makanan setiap hari) dan 14 hari proses penutupan/pematangan tanpa penambahan bahan baru. Keluaran material pada hari ke-21 didefinisikan sebagai "bahan organik terfermentasi", bukan kompos matang (mature compost). Evaluasi kandungan unsur hara (N, P, K) melalui uji laboratorium berada di luar ruang lingkup.
5. Data beban timbulan sisa makanan harian yang digunakan sebagai acuan kapasitas input komposter merupakan data sekunder.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi dan Karakteristik Sampah Organik

2.1.1 Definisi Sampah Organik

Sampah organik secara umum didefinisikan sebagai limbah dari sisa kegiatan sehari-hari manusia atau dari proses alam yang berbentuk padat. Berdasarkan karakteristik materialnya, sampah organik merupakan jenis sampah padat yang berasal dari bahan-bahan hayati yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme, seperti sisa makanan, sayuran, buah-buahan dan dedaunan (Ekawandani dan Kusuma, 2018). Dalam konteks institusi dengan aktivitas komunal yang memiliki dapur dan asrama terpusat seperti Pesantren Modern Al-Manar, sisa makanan (*food waste*) menjadi komponen penyumbang timbulan sampah organik harian yang dominan

2.1.2 Karakteristik Sampah Organik

Karakteristik fisik utama dari sampah organik, khususnya sisa makanan, adalah memiliki kandungan atau kadar air yang sangat tinggi (Chaerul dan Zatadini, 2020). Tingginya kadar air bawaan ini menyebabkan material organik tersebut menjadi sangat mudah dan cepat mengalami proses dekomposisi biologis. Ketika proses pembusukan tersebut berlangsung secara tak terkendali, material akan menghasilkan emisi gas amonia yang memicu timbulnya polusi bau busuk menyengat di lingkungan sekitar (Supandji dan Mariyono, 2021). Selain gangguan estetika bau di lingkungan asrama, degradasi sisa makanan yang basah ini juga menghasilkan tetesan air rembesan yang berpotensi mencemari kualitas air tanah jika tidak ditangani secara tepat (Prisilla dkk., 2024). Karakteristik fisik bawaan yang rentan membusuk dan kaya akan fasa cair inilah yang menjadi alasan teknis perlunya rekayasa wadah komposter anaerobik tertutup seperti pada penerapan metode Bokashi (Umami dkk., 2024).

2.2 Konsep Pengomposan (Kompos)

Pengomposan merupakan suatu proses penguraian secara biologis terhadap bahan-bahan organik oleh mikroorganisme yang memanfaatkan material tersebut sebagai sumber energi utama. Secara esensial, pengelolaan limbah organik melalui metode ini menjadi salah satu solusi paling efektif untuk mendaur ulang sisa buangan menjadi produk baru yang lebih bermanfaat. Hasil dari penguraian parsial ini dikenal sebagai kompos, yang laju pembentukannya dapat dikendalikan dan dipercepat secara artifisial oleh populasi mikroba, baik itu dioperasikan dalam kondisi lingkungan yang aerobik maupun anaerobik (Alam dkk., 2024),

Untuk meningkatkan kecepatan dan efisiensi proses dekomposisi tersebut, sistem pengomposan dapat dioptimalkan melalui penambahan mikroorganisme perombak dan zat aktivator seperti *Effective Microorganism* (EM4). Penggunaan inokulum EM4 ini berfungsi krusial untuk mempercepat proses pemecahan sisa organik menjadi unsur hara, sekaligus memfasilitasi pembentukan pupuk organik cair secara lebih cepat dengan kualitas yang baik. Lebih jauh lagi, intervensi pengomposan menggunakan bantuan mikroba pada sistem ini sangat efektif untuk mengurangi polusi bau yang menyengat serta menekan emisi gas metana. Kemampuan kontrol bau dan percepatan dekomposisi inilah yang menjadikan rekayasa komposter sangat adaptif untuk mengolah timbulan sisa makanan di kawasan padat hunian seperti pesantren (Umami dkk., 2024).

2.3 Tinjauan Lokasi Studi Pesantren Al Manar

Pesantren Al Manar merupakan lembaga pendidikan Islam berasrama (*boarding school*) yang menerapkan sistem terpusat dalam seluruh kegiatan operasionalnya, termasuk dalam manajemen logistik dan penyediaan konsumsi harian. Secara demografis, institusi ini menampung populasi komunal yang sangat besar. Tercatat populasi mukim harian di lingkungan pesantren terdiri dari 507 orang santri putra, 456 orang santri putri, serta didukung oleh 100 orang staf pengurus (Al-Manar, 2025).

Dengan total akumulasi populasi aktif yang mencapai 1.063 jiwa di dalam satu kawasan tertutup, pemenuhan kebutuhan pangan dilakukan secara terpusat melalui sistem dapur umum asrama. Tingginya angka populasi ini berimplikasi

langsung pada tingginya intensitas distribusi makanan harian, yang secara proporsional menghasilkan timbulan limbah sisa makanan matang (*cooked food waste*) dalam volume yang sangat masif setiap harinya.

Mengingat karakteristik sisa makanan komunal yang sangat basah dan cepat membusuk, keberadaan lebih dari seribu jiwa di kawasan Pesantren Al Manar menuntut adanya sistem manajemen limbah di sumbernya secara ketat. Intervensi rekayasa lingkungan melalui implementasi komposter anaerobik (Bokashi) menjadi langkah strategis dan mendesak. Sistem wadah tertutup ini dinilai sangat adaptif untuk mengolah beban sampah harian pesantren tanpa memicu genangan air rembesan liar maupun polusi bau busuk yang berisiko mengganggu sanitasi dan kenyamanan belajar ribuan santri di sekitarnya.

2.4 Pengelolaan Timbulan Limbah Makanan

Limbah makanan merupakan penyumbang polusi terbesar yang merusak daya dukung kelestarian alam (Chaerul dan Zatadini, 2020). Akumulasi *food waste* di tingkat nasional menjadi persoalan yang semakin mengkhawatirkan Kondisi ini berdampak serius terhadap lingkungan, mengingat *food waste* yang tidak dikelola dengan baik dan berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA) akan menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih berbahaya dibandingkan karbon dioksida (CO_2). Oleh karena itu, penanganan *food waste* sejak dari sumbernya menjadi langkah yang mendesak untuk dilakukan guna menekan dampak lingkungan yang lebih luas (Handoyo dan Asri, 2023). Edukasi mengenai mitigasi sisa makanan atau *zero food waste* di tingkat basis komunitas maupun rumah tangga telah terbukti mampu mereduksi timbulan secara efektif (Juliani dan Swamilaksita, 2024).

Timbulan *food waste* di Indonesia didominasi oleh sektor rumah tangga sebagai konsumen akhir dalam rantai pasok makanan (Lestari dan Halimatussadiah, 2022). Sektor komunal seperti pondok pesantren turut menyumbang beban limbah organik harian dalam jumlah yang sangat besar. Tercatat bahwa setiap bulannya pesantren secara agregat menghasilkan limbah makanan hingga 5.000 ton per tahunnya, menuntut intervensi rekayasa lingkungan segera (Pasya dkk., 2024). Untuk merancang instalasi pengolahan berkapasitas presisi di lingkungan komunal, pengukuran *baseline* sampah harus merujuk pada pedoman SNI 19-3964-1994 yang telah disempurnakan melalui SNI 3964:2025. Standar ini memproyeksikan beban

harian menggunakan variabel rasio timbulan (kg/kapita/hari) dikalikan populasi, yang akan menjadi parameter utama dalam penentuan dimensi alat.

2.5 Metode Dekomposisi Bokashi (Fermentasi Anaerobik)

Bokashi adalah teknologi dekomposisi organik berbasis fermentasi anaerobik yang diakselerasi oleh *Effective Microorganisms* (EM) atau isolat bakteri asam laktat (Supandji dan Mariyono, 2021). Pemanfaatan bokashi sebagai metode pengolahan *food waste* dinilai lebih efisien karena proses pembuatannya berlangsung relatif singkat, yakni antara 1 hingga 14 hari, dengan tingkat kecepatan yang bergantung pada bahan baku dan metode yang digunakan (Mutmainna dkk., 2023). Aplikasi starter bioaktivator seperti EM4 dalam sistem komposter tertutup terbukti efektif mempercepat proses dekomposisi limbah organik rumah tangga secara anaerob, sekaligus menekan emisi gas penyebab bau busuk yang sangat krusial untuk diaplikasikan pada skala komunal (Nurlaelah dkk., 2023). Penggunaan Bokashi dalam menunjang pertanian berkelanjutan juga merupakan cara tradisional yang sangat baik untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah (Desiyanto dkk., 2024;Hala dkk., 2023).

Selain mengolah sampah organik secara masif (Wulandari dan Junitasari, 2021) komposter Bokashi berdesain tertutup mampu mencegah konflik sosial yang lazim terjadi akibat polusi udara dari tempat pembuangan sementara(Arniawati dkk., 2023). Meskipun teknologinya efektif, proses operasi selama 30 hari secara teknis belum mencapai fase stabilitas agronomis penuh; material yang dihasilkan diklasifikasikan sebagai bahan organik terfermentasi yang mutlak membutuhkan proses *curing* pasca-inkubasi (Sufiyanto dkk., 2023).

2.6 Karakteristik dan Manajemen Pupuk Organik Cair (POC)

Pupuk Organik Cair (POC) merupakan ekstrak hasil pembusukan bahan-bahan organik, baik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, maupun sisa aktivitas manusia, yang mengandung lebih dari satu jenis unsur hara (Dwisvimiar dkk., 2023). Salah satu prinsip utama dalam pembuatan POC adalah kemampuannya menekan pertumbuhan mikroba yang merugikan sekaligus mengembangkan bakteri yang bermanfaat, serta meminimalisir bau tidak sedap karena sifat cairnya yang lebih mudah terurai dibandingkan bahan padat (Dwisvimiar dkk., 2023). Kandungan unsur POC secara umum dapat dikelompokkan menjadi empat

komponen utama, yaitu mineral, asam amino, hormon pertumbuhan, serta mikroorganisme bermanfaat (Dwisvimiar dkk., 2023).

Secara regulasi, persyaratan teknis minimal mutu POC di Indonesia diatur dalam Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah, yang menetapkan derajat keasaman (pH) POC pada rentang 4–9. Parameter pH inilah yang menjadi acuan utama dalam penelitian ini, mengingat pemantauan lapangan difokuskan pada dinamika keasaman POC selama proses fermentasi Bokashi berlangsung

2.7 Indikator Bau dan Kehadiran Vektor

Limbah organik dapur pesantren yang tidak dikelola dengan baik berpotensi menimbulkan aroma tidak sedap akibat kandungan senyawa seperti amonia yang dihasilkan dari proses pembusukan, sehingga dapat berdampak buruk bagi kesehatan lingkungan dan kenyamanan santri di sekitarnya (Supandji dan Mariyono, 2021). Penggunaan bioaktivator EM4 dalam sistem Bokashi memiliki peran yang sangat krusial, karena mikroorganisme di dalamnya mampu menekan pertumbuhan bakteri patogen pembusuk dan secara efektif meminimalisir serta menghilangkan bau tidak sedap selama proses dekomposisi berlangsung (Hadi dkk.,2025; Wulandari dan Junitasari, 2021).

Timbulnya bau busuk dari sampah makanan yang tidak terkelola merupakan daya tarik utama bagi kehadiran vektor-vektor penyakit, seperti lalat (beserta larvanya/belatung), nyamuk, tikus dan kecoa (Gesriantuti dkk., 2017 ; Refli dkk., 2025). Kehadiran vektor hama ini sangat mengancam sanitasi dan kesehatan masyarakat karena mereka bertindak sebagai pembawa agen penyakit menular seperti diare, kolera, disentri, tifus, malaria dan hepatitis A (Refli dkk., 2025; Prisilla dkk., 2024). Dengan menerapkan pengomposan Bokashi yang tertutup rapat dan minim bau, rantai perkembangbiakan vektor penyakit ini dapat diputus, sehingga menciptakan lingkungan permukiman yang lebih bersih dan sehat (Sufiyanto dkk., 2023; Wulandari dan Junitasari, 2021).

2.8 Baku Mutu Kompos

Untuk menentukan tingkat keberhasilan proses pengomposan atau dekomposisi organik, evaluasi produk akhir harus mengacu pada standar mutu yang berlaku. Di Indonesia, spesifikasi kualitas produk kompos dari sampah organik secara resmi diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.

Meskipun proses fermentasi Bokashi selama 21 hari secara teknis merupakan bahan organik terfermentasi yang masih membutuhkan fase *curing* (pematangan lanjutan), pemantauan kualitasnya secara prediktif tetap harus menggunakan parameter SNI sebagai acuan target stabilitas lingkungan. Berdasarkan standar baku mutu SNI 19-7030-2004, kompos yang baik dan memenuhi kriteria kelayakan lingkungan harus mencapai indikator fisik dan kimiawi utama sebagai berikut:

1. Aroma (Bau): Berbau tanah dan sama sekali tidak mengeluarkan aroma busuk atau menyengat. (Indikator ini menjadi acuan utama pada pemantauan skor organoleptik bau harian).
2. Derajat Keasaman (pH): Berada pada kisaran netral, yaitu 6,80 – 7,49. Parameter ini mengindikasikan bahwa proses pelepasan asam organik oleh dominasi bakteri telah mencapai tahap stabilisasi.
3. Suhu: Sama dengan suhu air tanah (suhu lingkungan sekitar), yang menandakan fase termofilik dari aktivitas mikroorganisme dekomposer telah selesai.
4. Kadar Air: Maksimum 50%. Batas ini penting untuk memastikan material organik tidak membusuk secara kotor akibat tergenang cairan berlebih.
5. Warna dan Tekstur: Berwarna kehitaman atau cokelat tua dengan wujud fisik tekstur yang sudah menyerupai tanah.
6. Rasio C/N: Berada pada rentang kelayakan unsur hara sebesar 10 – 20.

Dalam operasional lapangan, indikator proses yang diamati adalah fluktuasi bau organoleptik dan nilai pH POC. Berbeda dari kriteria produk matang SNI 19-7030-2004 yang bersifat netral, keberhasilan proses fermentasi Bokashi justru ditandai oleh penurunan pH ke rentang asam yang mengindikasikan dominasi

aktivitas bakteri asam laktat (pH 3–4, sesuai kondisi optimal fermentasi EM4; Faizal et al., 2024). Dengan demikian, proses dinilai berjalan efektif apabila pH POC berada pada rentang asam yang diharapkan dan skor bau menurun (menjauhi kategori busuk menyengat). Pergerakan pH menuju netral diperlakukan sebagai indikasi awal tahap stabilisasi/*curing* pasca-fermentasi, bukan sebagai kriteria keberhasilan fermentasi aktif; adapun kesesuaian dengan baku mutu produk (SNI 19-7030-2004) baru relevan setelah material melalui pematangan lanjutan yang berada di luar lingkup 21 hari.

2.9 Penelitian Terdahulu

Dalam menyusun rancangan penelitian ini, dilakukan penelusuran terhadap berbagai studi terdahulu yang relevan terkait pengelolaan *food waste*, penerapan metode Bokashi, serta pemantauan parameter lingkungan seperti POC dan bau. Tinjauan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana penerapan teknologi dekomposisi organik telah dikaji, serta memetakan metode operasional yang dapat diadaptasi ke dalam lingkup institusi pesantren. Ringkasan dari beberapa literatur utama yang menjadi rujukan landasan empiris dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis (Tahun)	Fokus Studi / Variabel	Temuan Utama
1	Sufiyanto dkk. (2023)	Bokashi dari sampah dapur (Desa Bunder); kendala belatung	Ditemukan kendala nyata berupa belatung dan bau selama minggu-minggu awal fermentasi; kendala ini baru mereda menjelang minggu ketiga seiring terbentuknya kompos siap pakai.
2	Hadi dkk. (2025)	Karakteristik organoleptik kompos berbahan dasar limbah baglog jamur tiram dan kohe kambing	Penilaian organoleptik (warna, tekstur, dan bau) terbukti menjadi indikator praktis dan sensitif untuk menilai tingkat kematangan dan keberhasilan proses pengomposan, sejalan dengan pergeseran aroma dari bau bahan mentah menuju aroma khas tanah pada kompos matang.
3	Nurlaelah dkk. (2023)	Pengolahan limbah organik berbasis fermentasi anaerobik (Bokashi) dengan EM4	Aplikasi EM4 terbukti mempercepat laju dekomposisi dan mampu mengontrol polusi bau secara signifikan,

No	Penulis (Tahun)	Fokus Studi / Variabel	Temuan Utama
			menjadikannya metode aman untuk pengolahan sampah di kawasan komunal.
4	Dwisvimiar dkk. (2023)	Karakteristik dan manajemen Pupuk Organik Cair (POC) hasil fermentasi bahan organik	POC hasil fermentasi mampu menekan pertumbuhan mikroba merugikan sekaligus meminimalisir bau tidak sedap, dengan kandungan mineral, asam amino, hormon pertumbuhan, dan mikroorganisme bermanfaat sebagai unsur utama.
5	Arniawati dkk. (2023)	Limbah organik sebagai pupuk Bokashi padat	Proses fermentasi tertutup pada Bokashi mampu mengatasi konflik sosial lingkungan akibat bau sampah.
6	Refli dkk. (2025)	Edukasi pembuatan POC dan Bokashi sebagai mitigasi pencemaran limbah organik	Edukasi terbukti efektif sebagai pendekatan mitigasi di tingkat komunitas; keberhasilan teknis perlu diiringi transfer pengetahuan agar dapat direplikasi mandiri.
7	Adi dkk. (2023)	Teknik pembuatan pupuk Bokashi pada kelompok tani (Kab. Nagekeo)	Inokulan EM4 sebagai bioaktivator terbukti mempercepat laju dekomposisi bahan organik pada skala kelompok tani.
8	Meriatna dkk. (2018)	Pengaruh waktu fermentasi dan volume bioaktivator EM4 terhadap pembuatan POC dari limbah buah-buahan	Volume dan lama waktu aplikasi EM4 berpengaruh signifikan terhadap volume dan kualitas POC; pembentukan cairan terjadi melalui hidrolisis enzimatis jaringan organik.
9	Mutmainna dkk. (2023)	Bokashi dari limbah organik dengan teknik vermicomposting	Kombinasi teknik vermicomposting dengan fermentasi Bokashi terbukti mempercepat penguraian bahan organik dan meningkatkan kualitas pupuk yang dihasilkan.
10	Alam dkk. (2024)	Pengelolaan limbah rumah tangga berbasis komunitas untuk produksi pupuk kompos organik	Pengelolaan sampah organik berbasis komunitas efektif mendorong partisipasi warga dalam memproduksi kompos secara mandiri dan berkelanjutan.

No	Penulis (Tahun)	Fokus Studi / Variabel	Temuan Utama
11	Wulandari dan Junitasari (2021)	Pengolahan sampah menjadi pupuk Bokashi berbasis masyarakat (Bojong Kacor)	Sistem wadah tertutup pada Bokashi efektif menekan polusi bau dan mencegah perkembangbiakan vektor penyakit di lingkungan permukiman.
12	Ratu dan Jawang (2025)	Kualitas pupuk Bokashi dari limbah tebu dan efektivitasnya terhadap pertumbuhan bibit tebu	Parameter mutu kompos (suhu, pH, warna, aroma, kadar air) mengacu SNI 19-7030-2004 efektif digunakan sebagai acuan terukur untuk menilai aktivitas mikroorganisme pada tiap fase fermentasi.

Berdasarkan matriks literatur di atas, mayoritas studi terdahulu (Nurlaelah dkk., 2023; Arniawati dkk., 2023; Adi dkk., 2023; Wulandari dan Junitasari, 2021) mengonfirmasi bahwa sistem Bokashi tertutup berbasis EM4 efektif mempercepat dekomposisi dan menekan polusi bau, namun umumnya hanya dilaporkan sebagai hasil akhir kualitatif tanpa data time-series harian yang terukur secara kuantitatif. Menariknya, dua studi justru melaporkan kendala nyata dalam praktiknya: Sufiyanto dkk. (2023) mencatat munculnya belatung dan bau yang baru teratasi setelah tiga minggu, sementara Hadi dkk. (2025) menegaskan bahwa penilaian organoleptik termasuk persepsi bau merupakan indikator praktis untuk menilai kematangan kompos, namun penerapannya pada studi tersebut terbatas pada penilaian oleh peneliti/enumerator terlatih, bukan pada persepsi masyarakat/populasi terdampak secara luas dan terukur menggunakan instrumen kuesioner berskala. Kesenjangan inilah yang coba dijawab oleh penelitian ini melalui pengukuran persepsi bau dari 90 responden santri menggunakan skala Likert

Meriatna dkk. (2018) telah mengaitkan dosis dan waktu aplikasi EM4 dengan volume serta kualitas POC yang dihasilkan, tetapi pada bahan baku limbah buah skala kecil, bukan food waste matang dari dapur umum berskala komunal. Dwisvimiar dkk. (2023) menegaskan pentingnya pengelolaan fase cair (POC) secara konsisten, namun tidak memantau fluktuasi pH secara harian selama fermentasi berlangsung. Mutmainna dkk. (2023) dan Alam dkk. (2024) menunjukkan variasi teknik pengomposan (vermicomposting, basis komunitas)

yang efektif, tetapi belum menyentuh pemantauan parameter fisika-kimia secara sistematis pada skala institusi berasrama. Adapun Refli dkk. (2025) menyoroti pentingnya transfer pengetahuan agar Bokashi dapat direplikasi mandiri, namun tidak mengukur penerimaan sosial (persepsi bau) penghuni sekitar secara kuantitatif, dan Ratu dan Jawang (2025) menunjukkan relevansi parameter SNI sebagai acuan evaluasi mutu tanpa menyertakan data lintasan proses harian.

Dengan demikian, studi-studi terdahulu cenderung berfokus terpisah pada: (1) evaluasi keberhasilan atau kendala produk akhir Bokashi secara kualitatif, (2) karakterisasi POC dari bahan baku non-institusional skala kecil, atau (3) tingkat partisipasi/edukasi masyarakat sementara dokumentasi dinamika harian produksi POC spesifik (mL/kg input) yang dikorelasikan secara *time-series* dengan fluktuasi pH, sekaligus diuji silang dengan persepsi/ketergangguan bau dari populasi terdampak langsung (santri) pada skala institusi padat penghuni seperti pesantren, masih jarang dibahas secara terintegrasi dalam satu kerangka penelitian.

Penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan tiga kontribusi utama: pertama, memantau volume POC spesifik dan pH POC secara intensif dan berkala selama 21 hari penuh, sehingga pola fluktuasi dan titik puncak produksi dapat teridentifikasi secara presisi bukan sekadar hasil akhir seperti pada Sufiyanto dkk. (2023). kedua, menggunakan food waste institusional riil dari dapur umum pesantren berpopulasi lebih dari 1.000 jiwa sebagai bahan baku, sehingga hasil lebih representatif terhadap kondisi operasional nyata dibandingkan bahan baku skala kecil pada penelitian-penelitian sebelumnya. dan ketiga, mengukur langsung persepsi dan tingkat ketergangguan bau dari 90 responden santri menggunakan kuesioner skala Likert, sehingga kelayakan teknologi Bokashi dapat dinilai tidak hanya dari sisi kinerja fisika-kimia alat, tetapi juga dari sisi penerimaan sosial lingkungan sekitarnya secara empiris sekaligus mengonfirmasi apakah desain wadah tertutup pada penelitian ini berhasil menghindari kendala belatung/bau seperti yang dilaporkan pada studi terdahulu.

2. 10 Teknik Pengambilan Sampel

Penentuan sampel pada penelitian ini menggunakan dua teknik yang berbeda, disesuaikan dengan jenis populasi dan tujuan masing-masing rumusan masalah.

a. *Purposive Sampling*

Purposive sampling adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu yang bertujuan agar data yang diperoleh nantinya lebih representatif (Sugiyono, 2011). Teknik ini tergolong *non-probability sampling*, yaitu teknik yang tidak memberikan peluang atau kesempatan sama bagi setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel, melainkan berdasarkan ciri-ciri khusus yang sesuai dengan tujuan penelitian. *purposive sampling* sebagai teknik mengambil sampel dengan tidak berdasarkan random, daerah, atau strata, melainkan berdasarkan atas adanya pertimbangan yang berfokus pada tujuan tertentu. Pada penelitian ini, *purposive sampling* digunakan untuk pengambilan sampel limbah makanan, yaitu limbah makanan matang yang diambil dari tiap-tiap asrama dengan pertimbangan bahwa sampel tersebut representatif mewakili karakteristik sisa makanan harian yang dihasilkan pesantren.

b. *Accidental Sampling*

Accidental sampling adalah teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja yang secara kebetulan bertemu dengan peneliti dapat digunakan sebagai sampel, apabila dipandang cocok sebagai sumber data (Sugiyono, 2011). Teknik ini termasuk *non-probability sampling*, sehingga tidak semua anggota populasi memiliki peluang yang sama untuk terpilih sebagai sampel. Meskipun demikian, penentuan jumlah minimal sampel tetap dapat dihitung menggunakan rumus Slovin sebagai acuan estimasi, dengan rumus:

$$n = \frac{N}{1 + N.e^2}$$

Keterangan: n adalah jumlah sampel, N adalah jumlah populasi, dan e adalah margin of error atau batas toleransi kesalahan yang dapat ditolerir. Rumus Slovin umum digunakan ketika jumlah anggota populasi lebih dari 30, sehingga perlu dihitung jumlah sampel minimal yang dapat mewakili keseluruhan populasi tersebut. Pada penelitian ini, *accidental sampling* digunakan untuk menentukan responden kuesioner persepsi bau, yaitu santri yang kebetulan berada dan mudah ditemui di lokasi asrama pada saat pengambilan data dilakukan, dengan jumlah sampel minimal mengacu pada hasil perhitungan rumus Slovin.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan langsung di lokasi penelitian, yaitu di lingkungan Pesantren Modern Al-Manar, bukan di laboratorium. Peneliti mengamati dan mencatat apa yang terjadi secara langsung selama proses berlangsung, lalu hasilnya disajikan dalam bentuk data angka (volume, pH, dan skor bau) yang dijelaskan secara rinci. Tujuan utama penelitian ini adalah menguji seberapa efektif metode Bokashi bekerja dalam kondisi nyata sehari-hari, sehingga kondisi lingkungan (cuaca, suhu, dan lainnya) dibiarkan apa adanya, tidak diatur ketat seperti di laboratorium. Berbeda dengan penelitian survei pada umumnya yang mengambil sampel secara acak, sisa makanan yang digunakan dalam penelitian ini tidak diambil secara acak, melainkan jumlahnya sengaja dibuat tetap, yaitu 2 kg setiap hari. Cara ini dilakukan agar hasil yang diukur seperti volume cairan (POC), nilai keasaman (pH), dan tingkat bau benar-benar mencerminkan kemampuan alat komposter dalam mengolah sampah, bukan dipengaruhi oleh naik-turunnya jumlah sampah yang masuk setiap harinya.

Karakteristik sisa makanan yang basah dan mudah membusuk menjadi justifikasi teknis modifikasi wadah komposter menggunakan saringan pemisah, agar fase padat tidak terendam genangan cairan yang dapat memicu pembusukan di luar kendali. Selain aspek teknis, penelitian ini juga mengevaluasi aspek sosial melalui kuesioner persepsi bau kepada santri di asrama-asrama terdekat, guna menilai kelayakan penerapan Bokashi secara menyeluruh baik dari sisi kinerja alat maupun penerimaan lingkungan sekitarnya.

Pemilihan rancangan ini didasarkan pada karakteristik limbah sisa makanan yang memiliki kadar air tinggi dan sangat mudah membusuk. Kondisi material yang basah dan memiliki sedikit kandungan oksigen tersebut secara alamiah memicu berkembangnya mikroorganisme anaerob yang mempercepat pembusukan serta menghasilkan POC. Karakteristik material yang sangat basah ini menjadi justifikasi teknis utama perlunya modifikasi wadah komposter menggunakan saringan pemisah, agar fase padat tidak terendam oleh genangan air yang dapat memicu

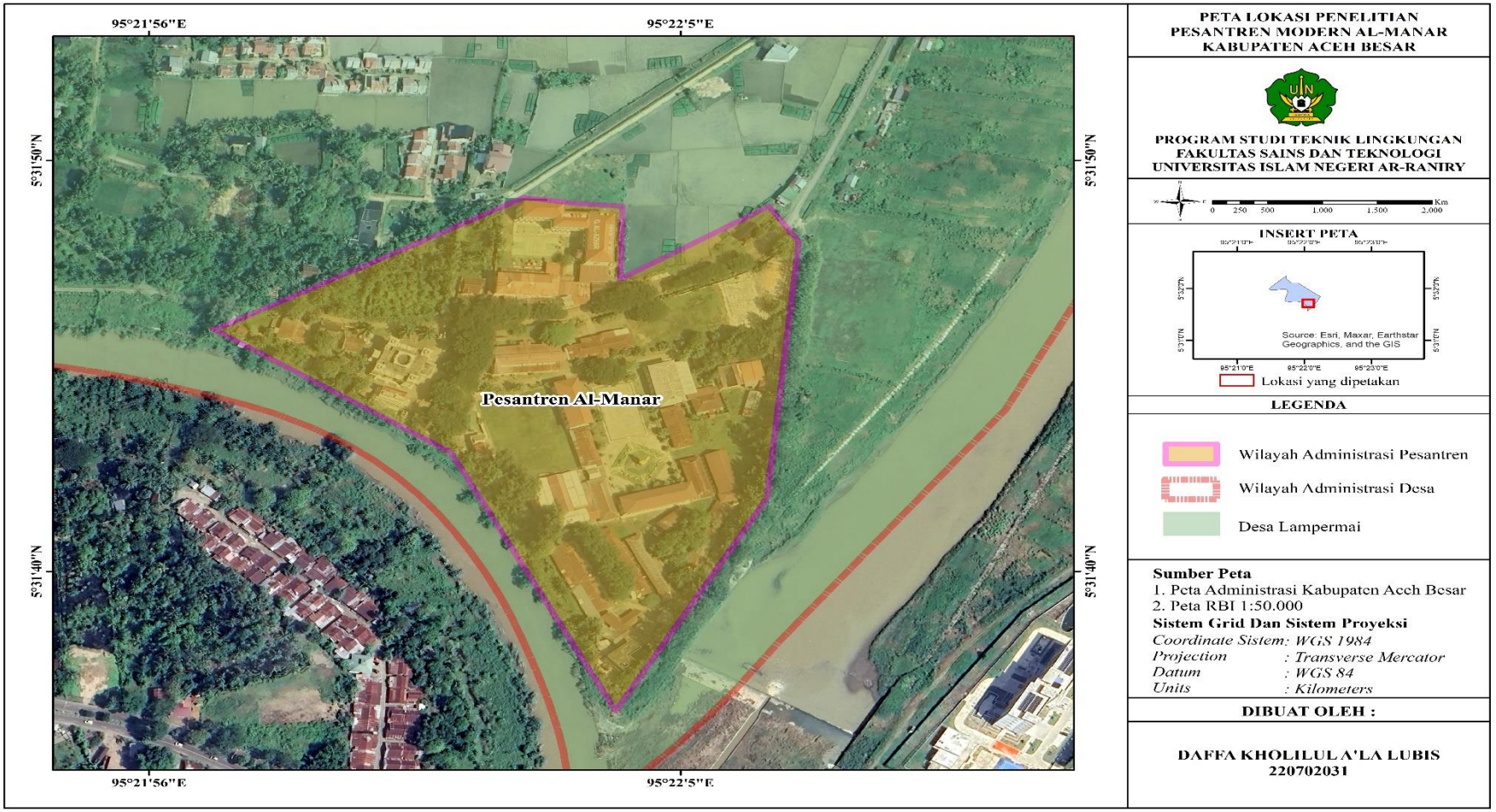
kondisi pembusukan di luar kendali selama masa observasi. Pendekatan ini dipilih secara spesifik untuk mengevaluasi kelayakan teknis pengolahan sisa makanan secara mandiri serta sebagai landasan perumusan *Standard Operating Procedure* (SOP) pengelolaan tingkat pesantren (Sufiyanto dkk., 2023).

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Pesantren Modern Al-Manar, yang secara administratif berlokasi di Desa Lam Permai, Kecamatan Krueng Barona Jaya, Kabupaten Aceh Besar. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa pesantren memiliki populasi santri yang besar dan terpusat, sehingga menghasilkan timbulan limbah sisa makanan harian yang masif dan membutuhkan rekayasa pengelolaan skala sumber yang komprehensif (program *Eco-Pesantren*). Lokasi penelitian dapat dilihat secara spesifik pada Gambar 3.1

جامعة الرانري
AR-RANIRY



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Pesantren Al-Manar, Aceh Besar

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu operasional pelaksanaan program *Eco-Pesantren* ini dialokasikan selama ±35 hari yang dibagi menjadi dua fase utama, yakni 14 hari di awal sebagai masa inisiasi tata kelola dan pengondisian logistik bersama otoritas pesantren, dilanjutkan dengan fase 21 hari untuk eksekusi implementasi pemantauan operasional pengolahan sisa makanan (Bokashi) secara utuh. Jangka waktu ini dibuat untuk mencegah kesalahan data dan mendeteksi perubahan tidak wajar dalam kegiatan akademik yang biasanya stabil.

Jadwal yang terperinci telah disusun untuk memastikan pelaksanaan yang sistematis pada setiap tahapan penelitian, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan

Kegiatan	Jadwal Rencana Penelitian																											
	Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul & Observasi Lokasi																												
Studi Literatur																												
Penyusunan Proposal																												
Konsultasi, Revisi, & Finalisasi Proposal																												
Seminar Proposal																												
Pengumpulan Data																												
Pengolahan dan Analisis Data																												
Penyusunan Hasil dan Pembahasan																												
Sidang Tugas Akhir																												

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi dan Sampel Limbah Makanan

- Populasi: Seluruh limbah padat berupa sisa makanan organik dan pasca-masak yang dihasilkan dari aktivitas asrama pesantren, dengan skema distribusi makan sebanyak 3 kali sehari.

- Sampel: Sampel yang digunakan adalah limbah makanan matang yang diambil secara sengaja (*purposive sampling*) dari tong penampungan sisa makanan di dapur pesantren, tempat seluruh sisa makanan dari berbagai asrama sudah terkumpul menjadi satu. Sampel tersebut kemudian ditiriskan untuk membuang sisa kuah/air, lalu ditimbang dengan berat yang sama (konstan) setiap harinya sebelum dimasukkan ke dalam komposter Bokashi, agar hasil pengujian benar-benar menggambarkan kemampuan alat, bukan dipengaruhi oleh perbedaan jumlah sampah yang masuk.

3.3.2 Populasi dan Sampel Responden Persepsi Bau

- Populasi: Santri yang bermukim di tiga asrama terdekat dengan lokasi komposter Bokashi, masing-masing berpopulasi ±80–100 orang.

Sampel : Ukuran sampel per asrama ditentukan menggunakan rumus Slovin:

$$n = \frac{N}{1 + N.e^2}$$

dengan margin error (e) sebesar 15%. Berdasarkan estimasi populasi 80–100 orang per asrama, perhitungan ini menghasilkan ±29–31 responden per asrama (total ±87–93 responden dari tiga asrama). Responden dipilih menggunakan teknik *accidental sampling*, yaitu santri yang kebetulan berada dan mudah ditemui di lokasi asrama pada saat pengambilan data dilakukan. Responden mengisi kuesioner secara mandiri dan serentak untuk efisiensi waktu, tanpa berdiskusi terlebih dahulu guna menghindari kecenderungan menjawab seragam akibat pengaruh jawaban orang lain di sekitarnya (*groupthink*).

3.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Parameter pengamatan selama masa operasional lapangan didefinisikan secara spesifik untuk menghindari bias pengukuran. Rincian variabel dan definisi operasionalnya dirangkum dalam Tabel 3.2

Tabel 3.2 Definisi Operasional Variabel

Jenis Variabel	Nama Variabel	Definisi Operasional	Instrumen/Satuan
Independen	Beban Input Food Waste	Massa sisa makanan harian yang telah ditiriskan dan dimasukkan ke komposter (konstan 2 kg/hari).	Timbangan digital (kg)
Independen	Dosis Inokulum/Dedak	Jumlah starter cair (EM4) atau media padat (dedak) yang diaplikasikan saat feeding.	Gelas takar (mL)/Timbangan (g)

Jenis Variabel	Nama Variabel	Definisi Operasional	Instrumen/Satuan
Dependen	POC Spesifik	Rasio volume cairan yang didrainase dibagi massa kumulatif food waste di dalam komposter.	Gelas ukur (mL POC/kg input)
Dependen	pH POC	Tingkat keasaman cairan hasil fermentasi anaerobik, mengindikasikan dominasi bakteri asam laktat.	pH meter/kertas indikator (1–14)
Dependen	Skor Bau Organoleptik	Intensitas bau tak sedap yang dinilai langsung oleh peneliti sesaat sebelum membuka penutup komposter	Skala hedonik 1–5
Dependen	Skor Persepsi Bau (Kuesioner)	Intensitas bau yang dirasakan responden santri pada asrama terdekat komposter	Kuesioner Likert 1–5
Dependen	Status Gangguan Bau	Penilaian biner responden apakah bau bokashi yang tercium mengganggu aktivitas mereka atau tidak	Kuesioner (Terganggu/Tidak Terganggu)
Dependen	Kebocoran/Vektor	Insiden kemunculan cairan di luar wadah atau vektor (lalat/belatung) akibat insulasi tidak rapat.	Lembar observasi (0/1)

3.5 Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan difokuskan pada instrumen *low-cost* namun akurat.

3.5.1 Alat

- Komposter ember plastik kedap udara (kapasitas 20–60 liter) yang dimodifikasi khusus: dilengkapi saringan pemisah berpori di bagian dasar (Gambar 3.2) dan keran drainase POC setinggi 3-5 cm dari dasar tong.
- Timbangan gantung digital (kapasitas min. 50 kg, ketelitian 0.05 kg).
- Gelas ukur (kapasitas 500 mL – 1000 mL) untuk presisi volume POC harian.
- Alat pengukur derajat keasaman (pH meter digital atau kertas indikator pH universal rentang 1-14)
- Alat Pelindung Diri (APD) lapangan: Sarung tangan karet, masker medis/kain tebal dan sepatu bot (standar K3 pengelolaan sampah).



Gambar 3. 2 Saringan Pemisah

3.5.2 Bahan

- Sampah sisa makanan (*food waste*) pesantren.
- Inokulum komersial atau starter lokal (EM4 Pertanian) serta molase/gula merah (Gesriantuti dkk., 2017).
- Bahan penyerap kelembapan seperti dedak/bekatul atau serbuk gergaji (sebagai media tumpuan dan pengatur rasio C/N).

3.6 Prosedur Kerja *Step-by-Step* (Operasi 21 Hari)

Prosedur operasional harian ini sekaligus menjadi draf kasar awal untuk *Standard Operating Procedure* (SOP) pengolahan sisa makanan:

1. Pengukuran *Baseline* Timbulan (Hari 1-7): Mengambil sampel *food waste* dari dapur, menimbang massa kumulatif hariannya dan membaginya dengan total populasi santri untuk mendapatkan rasio timbulan (kg/kapita/hari).
2. Persiapan Modul Bokashi: Memastikan keran drainase dalam posisi tertutup rapat dan segel penutup berfungsi baik. Menaburkan selapis dedak atau inokulum kering di atas plat saringan tong sebagai *bedding* awal penyerap kelembapan.
3. Proses *Feeding* Harian:
   - Penirisan: Sisa makanan ditiriskan terlebih dahulu untuk membuang kuah/air berlebih. Apabila terdapat bongkahan organik besar, dilakukan pencacahan kasar guna memperluas area permukaan fermentasi.
   - Penimbangan: Sebelum *food waste* dimasukkan ke dalam wadah dan mencatat angka tersebut ke dalam *logsheet*.

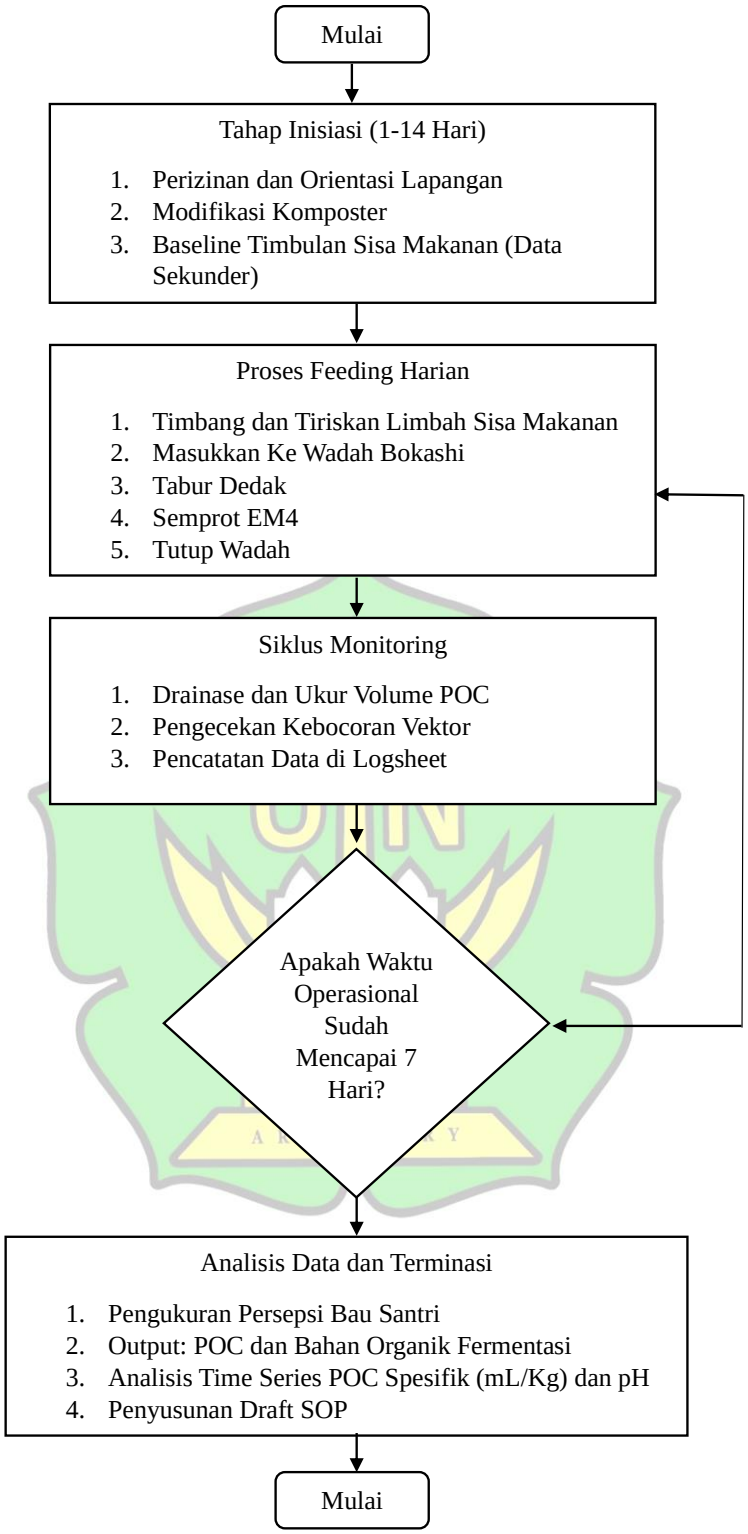
- Input dan Pemadatan: Memasukkan limbah ke dalam tong secara merata, kemudian ditekan secara mekanis untuk mengeliminasi rongga udara guna mencapai kondisi anaerobik yang optimal.
- Aplikasi Inokulum Ganda: Menyemprotkan larutan EM4 (cair) secara merata ke permukaan sampah, diikuti dengan penaburan dedak (kering) sebagai agen penyerap kelembapan dan media tumpuan bakteri. Wadah segera ditutup dan disegel rapat kembali.

4. Drainase POC dan Pengukuran Bau (Setiap hari atau 1x/2 hari):

- Membuka keran pengurasan dan menampung cairan *leachate* ke dalam gelas ukur. Mencatat volume (mL), lalu menutup keran kembali dengan rapat agar proses putrefaksi (pembusukan kotor) dapat dihindari (Hayana dkk., 2024).
- Mengukur derajat keasaman (pH) dari sampel POC yang baru didrainase menggunakan alat ukur pH, lalu mencatat nilainya.
- Melakukan observasi skor bau (1-5) secara organoleptik sesaat sebelum membuka penutup tong utama dan memantau kemunculan vektor.

5. Terminasi Observasi (Hari ke-21): Operasi *feeding* dihentikan. Berdasarkan batasan penelitian ini, status material pada hari ke-21 diklasifikasikan sebagai "bahan organik terfermentasi". Proses pematangan lanjutan menjadi kompos berada di luar ruang lingkup masa 21 hari.

جامعة الرانري
AR-RANIRY



Gambar 3. 3 Diagram Alir

3.7 *Quality Assurance/ Quality Control* (QA/QC) dan K3 (Kesehatan Keselamatan Kerja)

Untuk menjamin konsistensi data selama 21 hari:

- Kalibrasi Alat: Melakukan penimbangan beban standar (misalnya menggunakan air mineral 1 liter yang ekuivalen dengan 1 kg) setiap satu minggu sekali guna memastikan tidak ada pergeseran tingkat akurasi pada timbangan digital.
- Standardisasi Enumerator Bau: Observasi skor hedonik bau wajib dilakukan secara konsisten oleh 1–2 orang yang sama (enumerator tetap) setiap harinya. Hal ini sangat esensial untuk meminimalkan bias subjektivitas penciuman antar individu.
- Protokol K3: Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) minimal berupa sarung tangan tahan cairan dan masker adalah wajib. Prosedur ini diwajibkan untuk mencegah paparan *biohazard* dan kontaminasi silang agen patogen dari limbah organik sisa makanan..

3.8 Rencana Analisis Data

Seluruh data yang terhimpun akan direkapitulasi secara *time-series* dan dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif:

1. Analisis Potensi Timbulan: Dihitung menggunakan persamaan $Total\ Timbulan\ Organik\ \left(\frac{kg}{hari}\right) = Rasio\ Sampah\ \left(\frac{\frac{kg}{kapita}}{hari}\right) \times N_{santri}$

2. Analisis POC Spesifik: Perhitungan POC spesifik dilakukan dengan membagi volume POC harian yang didrainase (mL) dengan nilai kumulatif massa *food waste* (kg) yang ada di dalam tong komposter pada hari pengamatan tersebut. Persamaan matematis yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Lindi\ Spesifik\ \left(\frac{mL}{Kg}\right) = \frac{(Volume\ POC\ Harian)}{(Massa\ Kumulatif\ Food\ Waste)}$$

Hasil perhitungan harian dari persamaan di atas kemudian divisualisasikan menggunakan grafik garis tren (*trendline*) berskala *time-series* selama masa operasi 21 hari. Visualisasi ini bertujuan untuk mengevaluasi pola fluktuasi

secara visual dan mengetahui secara pasti kapan puncak produksi POC terjadi

3. Analisis Tren Bau dan Vektor: Data fluktuasi skor observasi organoleptik bau dan kehadiran vektor dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan divisualisasikan dalam bentuk grafik batang (*bar chart*). Visualisasi ini digunakan untuk memetakan frekuensi kemunculan bau level tinggi (skor 4–5) beserta kehadiran vektor (skor 1), yang kemudian ditriangulasikan (dihubungkan silang) dengan data lapangan terkait insiden kebocoran wadah atau indikasi keterlambatan drainase POC pada hari tersebut
4. Analisis Persepsi Bau Kuesioner: skor kuesioner responden (ditentukan menggunakan rumus Slovin, 3 asrama) direkapitulasi per asrama, disajikan sebagai grafik batang perbandingan skor persepsi antar-asrama.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Pengolahan sisa makanan dengan Bokashi

Implementasi pengolahan limbah sisa makanan (food waste) dengan metode Bokashi dilaksanakan pada satu unit komposter ember termodifikasi berkapasitas 40 liter (Gambar 4.1) yang ditempatkan di lingkungan Pesantren Modern Al-Manar, Aceh Besar. Keseluruhan masa operasional berlangsung selama 21 hari yang terbagi menjadi dua tahapan teknis utama, yaitu fase pengumpanan harian (feeding phase) pada Hari ke-1 hingga Hari ke-7 dan fase pematangan/penutupan (maturation phase) pada Hari ke-8 hingga Hari ke-21.

Pada fase feeding harian, sampah sisa makanan yang dikumpulkan dari fasilitas dapur/kantin terlebih dahulu ditiriskan untuk memisahkan air bebas (Gambar 4.2) , dicacah kasar hingga berukuran ±2–3 cm guna memperluas luas permukaan kontak fermentasi, serta ditimbang hingga mencapai massa konstan sebesar 2 kg per hari. Substrat yang telah siap dimasukkan ke dalam wadah komposter secara merata, kemudian dipadatkan secara manual untuk meminimalkan rongga udara guna mempertahankan suasana anaerobik. Setiap lapisan sisa makanan disemprot dengan larutan aktivator EM4 , ditaburi dedak sebagai penyeimbang kelembapan dan pengikat air berlebih awal, lalu ditutup. Mengingat penambahan bahan dilakukan secara akumulatif setiap hari, massa total substrat organik di dalam komposter pada akhir Hari ke-7 mencapai 14 kg.

Memasuki fase pematangan (Hari ke-8 hingga Hari ke-21), komposter diisolasi secara penuh tanpa adanya penambahan bahan organik baru. Selama tahapan ini, inkubasi anaerobik berlangsung untuk menuntaskan proses fermentasi matriks padat sekaligus memproduksi cairan ekstraksi berupa Pupuk Organik Cair (POC). Sebagai catatan, penelitian ini hanya menggunakan satu ember bokashi, jadi hasilnya cuma menggambarkan proses di ember ini saja, tidak bisa mewakili kondisi bokashi secara umum.



Gambar 4. 1 Komposter Bokashi



Gambar 4. 2 Penirisan



Gambar 4. 3 Penyemprotan Em4

4.2 Pemantauan pH dan Volume POC

Cairan Pupuk Organik Cair (POC) merupakan larutan hasil pembusukan dari bahan-bahan organik. Cairan ini terbentuk akibat pelepasan air terikat dan air intraseluler dari jaringan sisa makanan yang terhidrolisis oleh aktivitas enzimatis mikroba EM4, berpadu dengan pengaruh pemadatan mekanis tumpukan substrat (Meriatna). Pemantauan terhadap keberadaan POC dilakukan secara kontinu selama 21 hari operasional dengan meninjau dua parameter fisika-kimia utama, yaitu volume POC (beserta parameter turunannya berupa POC spesifik) dan derajat keasaman (pH).

Kedua parameter tersebut memberikan gambaran holistik mengenai dinamika kinetika fermentasi di dalam komposter. Parameter volume dan POC spesifik merepresentasikan laju pemisahan fase cair dari matriks padat serta efisiensi degradasi fisik sisa makanan. Sementara itu, parameter pH menjadi indikator utama untuk mengamati pergeseran ekologi mikrobial dan derajat pembentukan asam-asam organik. Sinergi analisis kedua parameter ini digunakan untuk mengukur sejauh mana proses fermentasi memenuhi kriteria keberhasilan pengomposan anaerobik.

4.2.1 Perubahan Volume POC

Pengukuran volume POC dilakukan dengan menguras seluruh cairan yang tertampung di bagian dasar komposter melalui keran drainase secara berkala (Gambar 4.3). Pengurasan dilakukan harian pada fase *feeding* (Hari 1-7) dan setiap 2–3 hari sekali pada fase pematangan (Hari 8–21). Untuk menetralkan pengaruh perubahan massa substrat yang bertambah setiap hari selama fase pengumpanan,

data volume absolut (mL) dikonversi menjadi indikator kuantitatif berupa POC Spesifik (mL/kg). Nilai POC spesifik dihitung berdasarkan rasio antara volume POC harian yang diperoleh (mL) terhadap massa kumulatif *food waste* (kg) yang berada di dalam ember pada hari pengamatan tersebut. Rekapitulasi hasil pengukuran volume dan perhitungan POC spesifik selama 21 hari disajikan pada Tabel 4.1



Gambar 4. 1 Pengurasan POC

Tabel 4. 1 Volume POC dan POC Spesifik

Monitoring volume POC				
hari ke	Tanggal	Massa Kumulatif food Waste (kg)	Volume POC (mL)	POC Spesifik (mL/kg)
1	21/07/2026	2	0	-
2	22/07/2026	4	0	-
3	23/07/2026	6	0	-
4	24/07/2026	8	0	-
5	25/07/2026	10	127	12,7
6	26/07/2026	12	170	14,2
7	27/07/2026	14	144	10,3
9	29/07/2026	14	265	18,9
12	01/08/2026	14	175	12,5
15	03/08/2026	14	50	3,6
17	05/08/2026	14	70	5
19	07/08/2026	14	65	4,6
21	09/08/2026	14	70	5

Berdasarkan data pada Tabel 4.1, produksi POC menunjukkan pola fluktuasi spesifik yang terbagi menjadi tiga fase utama selama 21 hari masa operasional. Pada

fase awal (Hari ke-1 hingga Hari ke-4), komposter sama sekali tidak menghasilkan POC (0 mL). Kondisi ini disebabkan oleh dua faktor fisika-kimia utama. Pertama, aplikasi dedak sebagai *bedding* di atas saringan bawah memiliki kapasitas penyerapan air yang tinggi, sehingga cairan bebas yang terlepas dari sisa makanan pada hari-hari awal terserap sepenuhnya oleh dedak. Kedua, secara mikrobiologis, mikroorganisme pembentuk asam laktat di dalam EM4 masih berada dalam fase adaptasi sehingga proses perombakan dinding sel substrat belum berlangsung secara masif (Meriatna dkk., 2018).

Produksi POC mulai teramati secara signifikan pada Hari ke-5 dengan volume 127 mL (POC spesifik 12,7 mL/kg) dan terus meningkat hingga memasuki awal fase pematangan. Puncak produksi POC dicapai pada Hari ke-9 dengan volume ekstraksi sebesar 265 mL (POC spesifik 18,9 mL/kg). Perlu ditegaskan bahwa POC yang diambil setiap hari ditampung menggunakan wadah penampung yang berbeda pada setiap sesi pengukuran, bukan dikumpulkan secara akumulatif dalam satu wadah yang sama, sehingga volume yang tercatat pada tiap hari murni mencerminkan produksi POC harian dari hasil drainase hari itu saja, bukan gabungan cairan dari hari-hari sebelumnya. Tingginya pembentukan POC pada rentang Hari ke-5 hingga ke-9 mengindikasikan bahwa proses penguraian bahan organik secara anaerobik sedang berlangsung aktif. Pada tahap ini, bakteri hidrolitik termasuk *Lactobacillus sp.* mengeluarkan enzim ekstraseluler yang memecah karbohidrat substrat menjadi gula sederhana, sementara senyawa kompleks lain seperti protein turut terurai melalui aktivitas bakteri hidrolitik pada tahap awal fermentasi anaerobik (Ardilla., 2022).

Memasuki Hari ke-15 hingga Hari ke-21, laju produksi POC mengalami penurunan secara berangsur-angsur hingga stabil di kisaran 50–70 mL per sesi ekstraksi. Penurunan volume ini menandakan bahwa fraksi bahan organik yang mudah terdegradasi telah habis terurai, sehingga laju dekomposisi bahan melambat dan sistem bergerak menuju fase stabilisasi.

Rutinitas pemisahan dan ekstraksi POC dari wadah melalui keran bawah merupakan tahapan teknis yang sangat kritis. Pengeluaran POC secara berkala berfungsi mencegah akumulasi cairan di dasar komposter yang dapat memicu kondisi tergenang serta mengganggu proses fermentasi laktat. Lebih lanjut, proses

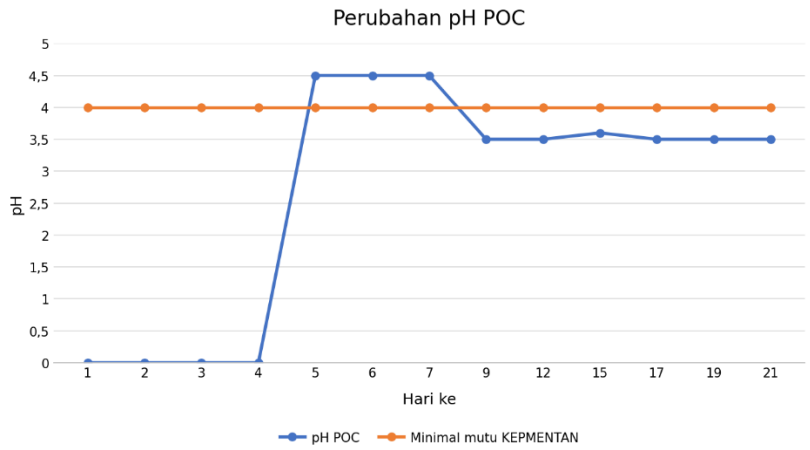
fermentasi anaerobik berbantuan EM4 terbukti menghasilkan POC yang kaya akan asam organik serta unsur hara makro terlarut seperti N, P dan K (Permono dkk., 2024).

4.2.2 Pengukuran pH POC

Nilai pH POC diukur pada setiap sesi buka-tutup (harian saat feeding, tiap 2–3 hari saat pematangan) menggunakan pH meter digital dilakukan serangkaian dengan jadwal ekstraksi POC (Gambar 4.5). Standar mutu produk pupuk organik cair menurut Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah menetapkan rentang pH POC pada kisaran 4–9. Rentang ini tergolong lebar karena mencakup POC yang dihasilkan dari beragam jenis bahan baku.



Gambar 4. 2 Pengukuran pH POC



Gambar 4. 3 Perubahan pH POC

Berdasarkan Gambar 4.6, nilai pH cairan POC menunjukkan tren penurunan yang konsisten seiring berjalannya waktu pengomposan. Pengukuran dilakukan satu kali pada setiap sesi drainase menggunakan pH meter digital tanpa pengulangan pada sampel yang sama. Pada saat POC pertama kali terekstraksi pada Hari ke-5, nilai pH terukur sebesar 4,5 dan bertahan pada nilai yang sama hingga Hari ke-7. Memasuki fase pematangan, nilai pH turun ke 3,5 pada Hari ke-9 dan bertahan di kisaran tersebut hingga akhir pengamatan, dengan sedikit fluktuasi menjadi 3,6 pada Hari ke-15 sebelum kembali stabil di 3,5 pada Hari ke-21. Pola penurunan ini dari kondisi mendekati netral-asam menuju kondisi asam stabil konsisten dengan lintasan tipikal fermentasi asam laktat yang sehat, di mana aktivitas bakteri *Lactobacillus* sp. terus memproduksi asam organik hingga sistem mencapai titik kesetimbangan. Karena pemantauan dihentikan pada Hari ke-21, penelitian ini hanya menangkap fase penurunan dan stabilisasi awal, sedangkan potensi pergeseran pH lebih lanjut pada fase curing berada di luar ruang lingkup penelitian.

Namun, rentang pH pada proses fermentasi Bokashi cenderung lebih sempit dan mengarah ke kondisi asam. Fermentasi asam laktat yang sehat umumnya menghasilkan pH asam, sehingga nilai pH yang terlalu asam (<4) justru berada di bawah ambang bawah standar mutu POC menurut Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 (pH 4–9). POC matang umumnya berakhir pada kisaran pH 5,4–6,4 sebelum sedikit naik saat panen sehingga lintasan tipikalnya adalah asam kuat saat fermentasi aktif, lalu naik mendekati 4-7 saat

matang. Pola pH pada penelitian ini yang stabil di 3,5-3,6 sejak Hari ke-9 hingga ke-21 sejalan dengan karakter fermentasi aktif tersebut, namun berada di bawah ambang bawah standar Permentan, bukan sekadar mendekatinya.

Nilai pH POC yang berada di bawah ambang bawah Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 pada Hari ke-21 memiliki dampak keteknikan yang perlu diperhatikan sebelum diaplikasikan langsung ke tanaman. Kondisi pH rendah pada tahap awal pengomposan sesungguhnya merupakan hal yang umum ditemukan pada penelitian sejenis. (Kusumadewi dkk., 2019) melaporkan bahwa lama waktu fermentasi memberikan perbedaan nyata terhadap nilai pH POC, di mana durasi pengomposan yang lebih panjang berperan dalam menstabilkan derajat keasaman menuju kisaran netral. Sejalan dengan hal tersebut, (Sari dkk., 2022) dalam penelitian POC berbahan *leachate* menyimpulkan bahwa apabila parameter mutu seperti pH belum memenuhi baku mutu Permentan, diperlukan penelitian lanjutan dengan masa pengomposan dan pemanenan sampel yang lebih lama agar hasil dapat memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Berdasarkan hal ini, dua solusi keteknikan yang dapat diterapkan pada POC hasil penelitian ini adalah: (1) melakukan pengenceran POC dengan air sebelum aplikasi, dengan rasio disesuaikan berdasarkan pengukuran pH aktual larutan hingga mendekati rentang netral yang aman bagi tanaman; atau (2) memperpanjang masa curing di luar ruang lingkup 21 hari penelitian ini, hingga pH POC naik secara alami mendekati rentang standar Permentan. Dengan demikian, POC yang dihasilkan pada Hari ke-21 belum dapat diaplikasikan langsung tanpa perlakuan tambahan tersebut

4.3 Tingkat Penerimaan Santri Terhadap Bau Dan Ketergangguan

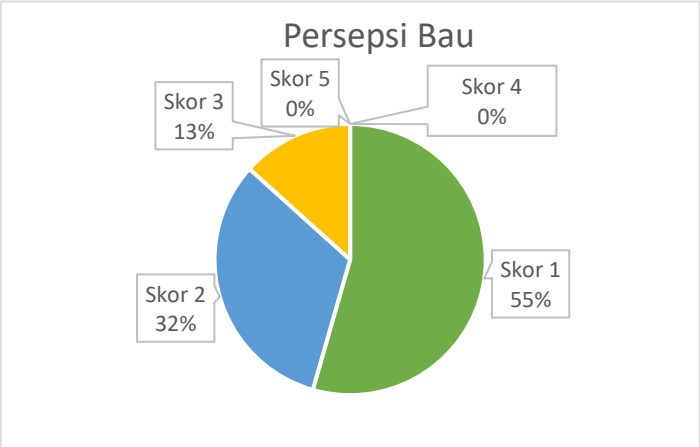
Evaluasi terhadap keberhasilan teknologi komposter Bokashi skala komunal tidak hanya ditinjau dari pencapaian parameter teknis fisika-kimia produk (POC), tetapi juga wajib memperhitungkan aspek penerimaan sosial dan sanitasi pemukiman. Pengolahan sampah sisa makanan di area padat penghuni seperti lingkungan Pesantren Modern Al-Manar memiliki sensitivitas tinggi terhadap gangguan estetika lingkungan, khususnya potensi timbulnya polusi bau dan munculnya vektor penyakit.

Seluruh responden pada penelitian ini berjumlah 90 orang, keseluruhannya berjenis kelamin laki-laki, dihimpun secara gabungan dari tiga asrama santri putra yang berlokasi paling dekat dengan titik komposter ember. Pengumpulan data dilakukan tanpa mencatat identitas asrama masing-masing responden, sehingga tidak diketahui secara pasti responden mana yang berasal dari asrama tertentu. Dengan demikian, hasil yang disajikan merupakan gambaran persepsi agregat dari populasi santri di sekitar lokasi komposter, bukan perbandingan antar-asrama.

4.3.1 Tingkat Persepsi Bau

Pengukuran tingkat persepsi bau dilakukan kepada santri penghuni tiga asrama yang berlokasi paling dekat dengan titik komposter Ember A. Penentuan jumlah sampel dihitung menggunakan rumus Slovin dengan batas toleransi kesalahan (margin of error) sebesar 15%, yang menghasilkan alokasi sampel sebanyak 90 responden yang dipilih secara simple random sampling dari populasi gabungan ketiga asrama tersebut.

Pengambilan data dilakukan dengan terlebih dahulu memperkenalkan kriteria penskoran Skala Likert 5 tingkat kepada setiap responden, yaitu: Skor 1 (Tidak Berbau/Aroma Normal), Skor 2 (Sedikit Berbau/Fermentasi Lembut), Skor 3 (Berbau Sedang), Skor 4 (Berbau Busuk Menyengat) dan Skor 5 (Sangat Menyengat/Sangat Busuk). Setelah memahami kriteria tersebut, responden diminta berdiri di depan unit komposter untuk mencium kondisi bau yang tercium pada saat itu, kemudian menentukan skor yang sesuai dengan yang dirasakan. Skor yang diberikan dicatat oleh peneliti ke dalam satu buku catatan bersama, tanpa menggunakan lembar kuesioner terpisah untuk masing-masing responden. Rekapitulasi hasil penilaian persepsi bau dari seluruh responden disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 4 Persepsi Bau

Berdasarkan Gambar 4.7, Skor 1 mendominasi dengan proporsi 54%, diikuti Skor 2 sebesar 32% dan Skor 3 sebesar 13%. Tidak ada responden yang memberikan Skor 4 maupun Skor 5 (0%). Hasil ini mengindikasikan bahwa aroma yang sesekali tercium saat fase feeding bukan bau pembusukan menyengat, melainkan aroma khas fermentasi anaerobik dengan intensitas ringan bagi mayoritas responden.

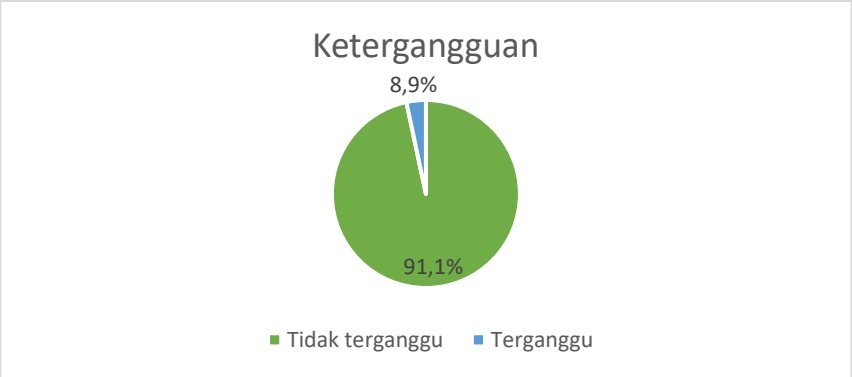
Rendahnya tingkat bau yang dihasilkan selama proses fermentasi bokashi berkaitan dengan peran mikroorganisme dalam EM4. Larutan EM4 mengandung campuran mikroorganisme yang diisolasi secara khusus untuk menguraikan bahan organik dengan cepat, terdiri dari bakteri fotosintesis, bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.), *Actinomycetes* dan ragi Keberadaan mikroorganisme efektif ini turut berperan dalam menekan pertumbuhan patogen selama proses penguraian bahan organik (R. A. Hadi, 2019).

Perlu dicatat bahwa penilaian bau pada penelitian ini bersifat persepsi subjektif responden, bukan pengukuran konsentrasi senyawa volatil (seperti NH_3 atau H_2S) secara instrumental/laboratoris, sehingga hasil tetap bergantung pada sensitivitas penciuman masing-masing individu yang dapat bervariasi. Selain itu, pengukuran hanya dilakukan pada satu titik waktu dan seluruh responden berjenis kelamin laki-laki, sehingga hasil ini belum mencerminkan variasi persepsi pada waktu operasional lain maupun dari kelompok santri putri.

4.3.2 Tingkat Ketergangguan Santri

Selain mengukur intensitas bau secara spesifik, evaluasi penerimaan santri dipertajam dengan menilai status ketergangguan mereka terhadap keberadaan

fasilitas pengomposan Bokashi dalam menunjang kegiatan harian di asrama. Responden yang sama dengan Subbab 4.3.1 diminta memilih salah satu dari dua status: "Terganggu" atau "Tidak Terganggu", yang ditanyakan dan dicatat pada sesi pengambilan data yang sama setelah responden memberikan skor persepsi bau. Data dihimpun dan dianalisis secara agregat guna menggambarkan tingkat penerimaan sosial komunitas pesantren terhadap operasional komposter Bokashi. Distribusi proporsi status ketergangguan disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 5 Ketergangguan

Berdasarkan data agregat penilaian gangguan yang diilustrasikan pada Gambar 4.8, mayoritas mutlak responden yaitu sebesar 91,1% (82 santri) menyatakan "Tidak Terganggu" dengan adanya aktivitas pengomposan Bokashi harian di lingkungan mereka. Hanya sebagian kecil responden, yaitu sebesar 8,9% (8 santri), yang menyatakan "Terganggu".

Tingkat penerimaan sosial yang sangat tinggi ini mengonfirmasi bahwa isolasi mekanis dan sistem sanitasi wadah komposter termodifikasi telah berfungsi secara optimal. Kerapatan penutup komposter terbukti berhasil memblokir rembesan bau ke udara ambien, sekaligus mengamankan area pengolahan sampah dari intervensi hama luar. Selama 21 hari operasional, tidak ditemukan adanya akumulasi lalat (*Musca domestica*), lalat hijau, maupun munculnya belatung (*maggot*) di sekitar fasilitas pengomposan.

Kondisi ini berbeda dengan temuan Sufiyanto dkk. (2023) pada penerapan Bokashi di Desa Bunder, yang melaporkan adanya kendala bau dan belatung yang sempat menghambat proses pengomposan sebelum akhirnya mereda menjelang

minggu ketiga. Pada penelitian ini, tidak ditemukan indikasi bau menyengat maupun kemunculan belatung sejak awal hingga akhir masa operasional 21 hari, yang mengindikasikan efektivitas sistem tertutup dan aplikasi EM4 yang diterapkan secara konsisten sejak fase *feeding*.

Keberhasilan mempertahankan kondisi insulasi tertutup ini berdampak ganda terhadap standar kesehatan lingkungan pesantren. Sistem penutup komposter yang rapat dan kedap udara merupakan syarat mutlak bukan hanya untuk menjaga kelangsungan fermentasi anaerobik, melainkan untuk memutus rantai daya tarik bagi vektor penyakit terhadap kelembapan dan bau sampah organik. Tanpa adanya akses masuk bagi lalat dewasa untuk bertelur, siklus perkembangbiakan vektor di dalam media sampah berhasil dicegah sepenuhnya. Pengolahan limbah organik yang terisolasi dengan baik mampu mencegah dampak negatif terhadap kesehatan lingkungan serta meningkatkan sanitasi pemukiman secara berkelanjutan

Secara keseluruhan, hasil penilaian persepsi ini membuktikan bahwa teknologi komposter Bokashi ember tertutup berbasis EM4 sangat layak diterapkan secara berkelanjutan di Pesantren Modern Al-Manar. Inisiatif pengolahan *food waste* ini berhasil mewujudkan prinsip pengelolaan sampah berwawasan lingkungan (*zero food waste*) tanpa mengorbankan kualitas sanitasi, kesehatan dan kenyamanan hidup para santri di lingkungan asrama.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengolahan sampah sisa makanan (*food waste*) menggunakan metode komposter Bokashi ember tertutup berbasis *Effective Microorganisms 4* (EM4) di Pesantren Modern Al-Manar, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. POC mencapai puncaknya pada Hari ke-9 dengan volume ekstraksi 265 mL (POC spesifik 18,9 mL/kg) dan mencapai titik terendah pada Hari ke-15 dengan volume 50 mL (POC spesifik 3,6 mL/kg)
2. Nilai pH POC menunjukkan tren penurunan yang konsisten, dari 4,5 pada Hari ke-5 hingga mencapai titik terendah 3,5 pada Hari ke-9, kemudian stabil pada kisaran 3,5–3,6 hingga Hari ke-21. Nilai ini berada di bawah ambang bawah baku mutu Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 (pH 4–9), yang mengindikasikan bahwa material pada Hari ke-21 masih tergolong bahan organik terfermentasi aktif dan belum matang, sehingga tahap *curing* lanjutan tetap diperlukan.
3. Skor persepsi bau responden didominasi kategori rendah, dengan Skor 1 (Tidak Berbau) sebesar 54% dan Skor 2 (Sedikit Berbau) sebesar 32%. Sebanyak 91,1% responden (82 santri) menyatakan "Tidak Terganggu" dengan operasional komposter Bokashi.

5.2 Saran

Guna menyempurnakan implementasi dan pengembangan penelitian pengolahan *food waste* berbasis Bokashi di masa mendatang, disarankan beberapa hal berikut.

1. Perlu dilakukan penambahan jumlah unit komposter ember secara proporsional sesuai dengan total timbulan *food waste* harian di Pesantren Modern Al-Manar, agar seluruh sisa makanan yang dihasilkan dapat tertampung dan terkelola secara optimal.

2. Perlu disusun Standar Operasional Prosedur (SOP) pencacahan bahan baku dan pengurasan POC secara rutin, agar proses pengolahan dan pemanfaatan POC sebagai pupuk dapat berjalan secara konsisten dan berkelanjutan.
3. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan pengujian laboratorium terhadap kandungan unsur hara makro (N, P, K) dan rasio C/N, serta pengujian mikrobiologi pada produk akhir POC dan kompos padat, guna memastikan kesesuaiannya dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) Pupuk Organik.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

DAFTAR PUSTAKA

Adi, D. D., Taopan, R. A., Liana, D., Astuti, T., Dir, I. S., & Alem, M. R. (2023). Teknik Pembuatan Pupuk Bokashi Di Kelompok Tani Kabupaten Nagekeo. *Jmm (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, *7*(3), 2609. Https://Doi.Org/10.31764/Jmm.V7i3.13927

Al-Manar. (2025). Pesantren Modern Al Manar Aceh Besar. Irfan.Id. Https://Almanar.Id/

Alam, Y., Harliana, H., Haryuni, N., & Oktaviani, R. T. (2024). Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Berbasis Komunitas untuk Produksi Pupuk Kompos Organik. *Welfare : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *2*(4), 748–753. https://doi.org/10.30762/welfare.v2i4.1964

Ardilla, Y. A., Anggreini, K. W., Puri, T., & Rahmani, D. (2022). Peran Bakteri Asam Laktat Indigen Genus Lactobacillus Pada Fermentasi Buah Durian (Durio zibethinus) Sebagai Bahan Pembuatan Tempoyak The Role of Indigenous Lactic Acid Bacteria Genus Lactobacillus in the Fermentation Process of Durian (Durio zibethinu. *Berkala Ilmiah Biologi*, *2*, 42–52. https://doi.org/10.22146/bib.v13i1.4619

Arniawati, Sabaruddin, L., Arafah, N., Ahmaliun, L. De, Zulkarnain, Bana, S., Sakti, A., Setiawan, A., Nur, H., & Adami, A. (2023). Pengolahan Sampah Dan Limbah Organik sebagai Pupuk Bokashi Padatdi Kelurahan Kemaraya, Kendari. *EcoFOrest Jounal Of Community Service*.

Arsy, A. A., Irwansyah, F., Ginting, L., & Saragih, V. G. (2025). Dampak Limbah Makanan di Sektor Rumah Tangga terhadap Keberlangsungan Lingkungan. *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, *4*(3), 167–176. https://doi.org/10.55606/jurrimipa.v4i3.7322

Chaerul, M., & Zatadini, S. U. (2020). Perilaku Membuang Sampah Makanan dan Pengelolaan Sampah Makanan di Berbagai Negara: Review. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *18*(3), 455–466. https://doi.org/10.14710/jil.18.3.455-466

Dwisvimiar, I., Kusumaningsih, R., & Efriyanto. (2023). dwisvimiar,2023.pdf.

Jurnal Ilmiah Pengabdian Dan Inovasi, *1*, 679–690.

Ekawandani, N., & Kusuma, A. A. (2018). Pengomposan Sampah Organik (Kubis Dan Kulit Pisang) Dengan Menggunakan Em4. *12*(1), 38–43.

Faisya, A. F., Putri, D. A., & Ardillah, Y. (2019). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Hidrogen Sulfida (H2S) dan Ammonia (NH3) Pada Masyarakat Wilayah TPA Sukawinatan Kota Palembang Tahun 2018. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, *18*(2), 126. https://doi.org/10.14710/jkli.18.2.126-134

Faizal, Ramadhani, P., M, N., Ashari, I., Widyastuti, Auliya, R., Indryani, A. V., T, M. R. J., & Wiharto, M. (2024). *Pelatihan pembuatan em4 dari limbah organik di dusun bantimurung, desa jenetaesa, kecamatan simbang, kabupaten maros*. *3*(1), 4–9.

Hadi, M. syamsul, Widyasworo, A., & Samur, S. irba novaela. (2025). Karakteristik Organoleptik Kompos Berbahan Dasar Limbah Baglog Jamur Tiram Dan Kohe Kambing. *AVES: Jurnal Ilmu Peternakan*, *18*(1), 30–36. https://doi.org/10.35457/aves.v18i1.4313

Hadi, R. A. (2019). Pemanfaatan mol (mikroorganisme lokal) dari materi yang tersedia di sekitar lingkungan. *Agroscience*, *9*(1), 93–104.

Hala, D. M., Besse Poleuleng, A., Chadijah, S., Politeknik, K., Negeri, P., & Kepulauan, P. (2023). Pemanfaatan Limbah Pertanian Menjadi Pupuk Organik Bokashi Di Dusun Katoang, Desa Bontomatinggi, Kecamatan Tompobulu, Kabupaten Maros. In *Jurnal Abdi Inovatif (Pengabdian Kepada Masyarakat)* (Vol. 2, Issue 2).

Handoyo, M. A. P., & Asri, N. P. (2023). *Kajian Tentang Food Loss Dan Food Waste: Kondisi, Dampak, Dan Solusinya Study On Food Loss And Food Waste: Conditions, Impact And Solutions* (Vol. 10, Issue 2).

Hayana, Sari, N. P., Raviola, & Mauludi, T. I. (2024). *Pemanfaatan Air*

Lindi Dari Proses Pengomposan Sampah Organiksebagai Nutrisi Tanaman Di Rt 02 Kelurahan Pesisir. *9*(2).

Jatim Desiyanto, S.Pd, M. P. (2024). *Edukasi Pertanian Berkelanjutan* (Ach. Minanul Barri, Ahmad Rahul, & Rukmania Risqi (Eds.)). Stkip Pgri Sampang Press. Https://Stkip-Pgrispg.Ac.Id

Juliani, K. D., & Swamilaksita, P. D. (2024). *Edukasi Zero Food Waste Pada Ibu Rumah Tangga Di Kelurahan Kedung Badak, Kabupaten Bogor*. *5*. Http://Jurnal.Upnyk.Ac.Id/Index.Php/Dlppm

Kusumadewi, M. A., Suyanto, A., & Suwerda, B. (2019). Kandungan Nitrogen , Phosphor , Kalium , dan pH Pupuk Organik Cair dari Sampah Buah Pasar Berdasarkan Variasi Waktu. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, *11*(2), 92–99.

Lestari, S. C., & Halimatussadiah, A. (2022). Kebijakan Pengelolaan Sampah Nasional: Analisis Pendorong Food Waste di Tingkat Rumah Tangga. *Jurnal Good Governance*, *18*. http://www.worldwatch.org/food-waste-and-recycling-china-growing-trend-1

Meriatna, Suryati, & Fahri, A. (2018). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pengaruh Waktu Fermentasi dan Volume Bio Aktivator EM 4 *(Effective Microorganisme)* pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Buah-Buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, *1*(Mei), 13–29.

Mutmainna, Ali, M., Asfar, A. M. I. T., Asfar, A. M. I. A., F.A, A. N., Amalia, N., & Diningsih A. Widia. (2023). *Bokashi Darilimbah Organik Dengan Teknikvermicomposting*. Eureka Media Aksara.

Nurlaelah, I., Setiawati, I., Handayani, H., Prianto, A., Alifah, N., & Andini, A. (2023). Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik (Bokashi) Berbasis Teknologi Fermentasi Memanfaatkan Mikroorganisme Efekttif Pada Masyarakat Petani di Desa Kananga Kecamatan Cimahi Kabupaten Kuningan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, *3*(2), 199–204. https://doi.org/10.52436/1.jpmi.949

Oktafiani, S., Jalius, & Hutagalung, W. L. C. (2025). Perancangan Standar Operasional Prosedur Pengelolaan Sampah Fakultas Sains dan Teknologi universitas Jambi Mendalo. *Enviro Scienteae*, *8*(1), 1–9.

Pasya, K. A., Murtaningsih, & Ruspitasari, W. D. (2024). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Manajemen Food Waste Di Pondok Pesantren Zikir Al Fath Sukabumi Factors Affecting Food Waste Management At Pondok Pesantren Zikir Al Fath Sukabumi. *Costing: Journal Of Economic, Business And Accounting*, *7*.

Permono, H., Mustain, A., & Pratiwi, M. K. (2024). Pemanfaatan Air Lindi Untuk Pupuk Organik Cair (Poc) Dengan Bioaktivator Em4 Dan Pseudomonas Fluorescens Pada Tpa Supit Urang. *Jurnal Teknologi Separasi*, *10*(9), 498–504.

Prisilla, C., Nur Insani, I., Rizky, M., Syamsia, S., Arsat, Y., Yusuf, H., & Yani, A. (2024). Analisis Dampak Pencemaran Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Desa Artikel Review. *Jurnal Kolaboratif Sains*, *7*(5), 1806–1812. https://doi.org/10.56338/jks.v7i5.5254

Ratu, E. U., & Jawang, U. P. (2025). Kualitas Pupuk Bokashi dari Limbah Tebu dan EfektivitasTerhadap Pertumbuhan Bibit Tebu Varietas Bululawang. *Agroekotek View: Jurnal Penelitian Pertanian Agroekoteknologi*, *8*(2), 16–26.

Refli, R., Dima, A. O. M., Bana, J. J., Nurwiana, I., Prasetyo, D., Nalle, A. A., Lawa, Y., Nenotek, P. S., Nahas, A. E., & Kaho, U. J. R. (2025). Edukasi Pembuatan Pupuk Organik Cair dan Bokashi sebagai Upaya Mitigasi Pencemaran Limbah Organik. *Prima Abdika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *5*(2), 563–573. https://doi.org/10.37478/abdika.v5i2.5441

Sari, D. A. P., Taniwiryono, D., Andreina, R., Nursetyowati, P., & Irawan, D. S. (2022). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Hasil Pengolahan Sampah Organik Rumah Tangga dengan Bantuan Larva Black Soldier Fly (BSF) (Processing of Liquid Organic Fertilizer from Household Organic Waste with the Assistance of Black Soldier Fly (BSF) Larvae). *Agricultural Journal*, *5*(1), 102–112. https://doi.org/https://doi.org/10.37637/ab.v5i1.848

SNI, 19-3964-1994. (n.d.). *SNI 19-3964-1994*.

SNI, 19-7030-2004. (2004). Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. In *Badan Standardisasi Nasional*.

SNI, 3964:2025. (2025). *Standar Nasional Indonesia*. www.bsn.go.id

Sufiyanto, M. I., As'ad, I., Amalia, E., Aprianto, M., & Hidayani, W. R. (2023). Pengolahan Kompos Sistem Bokashi dari Sampah Organik Limbah Dapur sebagai Upaya Peningkatan Kesehatan Masyarakat. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *5*(1), 629. https://doi.org/10.20527/btjpm.v5i1.7617

Sugiyono, P. (2011). Metodologi penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. *Alpabeta, Bandung*, *62*, 70.

Supandji, & Mariyono. (2021). *Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Kompos/Bokashi sebagaiPengganti Pupuk An-Organik*.

Umami, M. K., Rahman, A., Poernomo, G., & Khoyriyah, N. (2024). Pelatihan Pengolahan Sampah Organik Menjadi Kompos Di Desa Gili Timur, Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Pengabdian Teknik Industri*, *3*(1), 24–31. https://doi.org/10.37905/jpti.v3i1.25996

Wulandari, I. A., & Junitasari, A. (2021). *Pengolahan Sampah Menjadi Pupuk Bokashi BerbasisMasyarakat di Bojong Kacor*. *1*.

AR-RANIRY

LAMPIRAN

Lampiran A

Lampiran 1 Pedoman Penilaian Indikator Observasi Lapangan

Sebagai pedoman *Quality Assurance* (QA) selama 21 hari observasi, enumerator diwajibkan menggunakan acuan operasional pada tabel berikut untuk menilai indikator sensorik (organoleptik) dan teknis pada wadah Bokashi guna menghindari bias subjektivitas.

Skala Hedonik Bau Bokashi (Uji Organoleptik)

Skala ini digunakan untuk menilai kualitas proses fermentasi anaerobik (asam laktat). Aroma ideal adalah asam-manis (seperti tapai/cuka), bukan busuk menyengat.

Tabel A Skala Hedonik Bau Bokashi

Skor	Kategori	Indikator Organoleptik yang Terdeteksi
1	Sangat Baik	Bau khas fermentasi (asam/manis) mendominasi secara kuat; tidak terdeteksi aroma busuk sama sekali.
2	Baik	Bau fermentasi tercium jelas, disertai sedikit aroma bahan organik asli (*food waste*); tidak menyengat.
3	Sedang	Bau fermentasi dan bau pembusukan ringan tercium seimbang (ambang batas peringatan, perlu evaluasi kekedapan penutup wadah).
4	Buruk	Bau busuk/tengik akibat putrefaksi mulai mendominasi; aroma fermentasi hampir hilang.
5	Sangat Buruk	Bau busuk amat menyengat (menyerupai limbah selokan/bangkai), mengganggu pernapasan (indikasi kuat kegagalan kondisi anaerob, air genangan berlebih, atau kebocoran parah).

Tabel B. Indikator Kehadiran Vektor dan Kebocoran Fisik

Indikator ini digunakan untuk memantau keberhasilan insulasi (kekedapan) wadah komposter dari gangguan luar.

Tabel B Indikator Kehadiran Vektor dan Kebocoran Fisik

Skor	Status	Kondisi Fisik yang Teramati
0	Aman	Kondisi wadah kering di bagian luar, tidak ada rembesan air dan tidak ditemukan vektor (lalat/belatung) di sekitar maupun di balik penutup wadah.
1	Insiden	Terjadi kebocoran ke lantai, Atau ditemukan koloni lalat/belatung saat penutup komposter dibuka.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

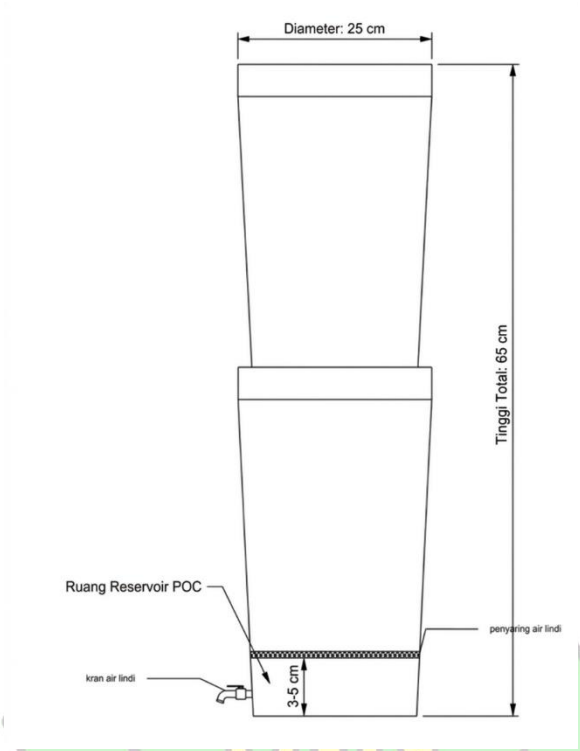
Lampiran 2 Logsheet Harian Operasional dan Monitoring Bokashi (Fase 21 Hari)

- Kode Komposter: Ember A (*Feeding* dan Fermentasi)
- Jenis Inokulum: merk EM4

Logsheet Harian Feeding Bokashi								
hari ke	Tanggal	Food Waste (kg)	EM4 (mL)	Dedak (g)	poc (mL)	pH poc	skor bau (1-5)	Vektor (0/1)
1	21-Jul-26	2	20	50	0	-	1	0
2	22-Jul-26	2	20	20	0	-	1	0
3	23-Jul-26	2	20	20	0	-	1	0
4	24-Jul-26	2	20	20	0	-	1	0
5	25-Jul-26	2	20	30	127	4,5	1	0
6	26-Jul-26	2	20	50	170	4,5	1	0
7	27-Jul-26	2	20	20	144	4,5	1	0
Proses pematangan								
9	29/07/2026	-	-	-	265	3,5	1	0
12	01/08/2026	-	-	-	175	3,5	1	0
15	03/08/2026	-	-	-	50	3,6	1	0
17	05/08/2026	-	-	-	70	3,5	1	0
19	07/08/2026	-	-	-	65	3,5	1	0
21	09/08/2026	-	-	-	70	3,5	1	0

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Lampiran 3 Sketsa Modifikasi Wadah Komposter Bokashi (Ember Berkeran)



Gambar di atas merupakan desain skematik modifikasi wadah komposter Bokashi bersistem ember tumpuk yang dirancang khusus untuk mengakomodasi pengolahan limbah sisa makanan yang basah. Komposter ini didesain secara vertikal dengan dimensi ruang yang presisi, yakni memiliki tinggi keseluruhan mencapai 65 cm dan lebar penampang sebesar 25 cm.

Secara struktural, rancangan ini mengintegrasikan dua kompartemen utama. Ember bagian atas difungsikan sebagai ruang inkubasi utama tempat berlangsungnya fermentasi anaerobik sisa makanan. Pada batas bawah area fermentasi tersebut, dipasang sebuah penyaring air yang bertugas secara krusial untuk memisahkan fase padat organik dari cairan turunannya, sehingga tumpukan sampah tidak terendam dan terhindar dari pembusukan tak terkendali. Sementara itu, ember bagian bawah bertindak sebagai reservoir, yang pada titik terendahnya telah dipasangi keran air guna memfasilitasi proses ekstraksi atau pemanenan POC secara berkala.

Lampiran B

Dokumentasi Penelitian

Gambar	Keterangan
	Sisa Makanan Pesantren Al-manar
	Proses Penyemprotan EM4
	Proses Pengurasan POC
	Proses Penirisan air berlebih pada sisa makanan
	Pengukuran volume POC

جامعة الرانري
AR-RANIRY

	Pengukuran pH POC

جامعة الرانري
AR-RANIRY