

# Analisis Data Perencanaan untuk Sistem Pengolahan Sampah Kampus Universitas Andalas Limau Manis Padang

Yenni Ruslinda<sup>1\*</sup>, Nilda Tri Putri<sup>1</sup>, Regina Mardatillah<sup>2</sup>, Febri Kurnia Mulya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Pasca Sarjana, Universitas Andalas, Padang

<sup>2</sup>Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

\*Koresponden email: yenni@eng.unand.ac.id

Diterima: 18 Desember 2023

Disetujui: 26 Desember 2023

## Abstract

The waste processing performance at the Integrated Waste Processing Center of Andalas University has experienced a decline; therefore, an evaluation and development of the waste processing system are needed. This research aims to analyze planning data for the waste processing system, including waste generation analysis, composition, recycling potential, and waste characteristics. Waste samples were taken from 48 campus facilities representing office activities, academic activities, student activities, and other activities. Waste generation, composition, and recycling potential analyses were conducted in the field using gravimetric methods, while characteristic analyses were performed in the laboratory. From the research results, planning data for the campus waste generation unit was obtained at 0.0592 kg/person/hour or 0.00163 kg/m<sup>2</sup>/hour, and in volume units, it was 0.5245 liters/person/hour or 0.02945 liters/m<sup>2</sup>/hour. The waste composition consisted of 49.61% easily decomposable waste, 38.22% recyclable waste, 1% hazardous waste (B3), and 16.21% residual waste. The potentially recyclable waste includes food waste, yard/wood waste, plastic, paper, glass, and metal, with an average potential of 89%. Waste characteristics include a specific gravity of 0.058, moisture content of 22.18%, volatile matter content of 59.95%, fixed carbon content of 12.09%, ash content of 5.79%, C/N ratio of 30.28, biodegradability of 54.06%, and a fly population of 2 flies/m<sup>2</sup>. Campus waste has the potential to be processed through composting, Black Soldier Fly (BSF) bioconversion and biodrying for easily decomposable waste, and it can be sold to the informal sector for recycling.

**Keywords:** *characteristics, composition, recycling potential, waste from campus, generation*

## Abstrak

Kinerja pengolahan sampah di Pusat Pengolahan Sampah Terpadu Universitas Andalas mengalami penurunan, untuk itu perlu dilakukan evaluasi dan pengembangan sistem pengolahan eksisting. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data perencanaan untuk sistem pengolahan sampah meliputi analisis timbulan, komposisi, potensi daur ulang dan karakteristik sampah. Pengambilan sampel sampah dilakukan pada 48 unit fasilitas kampus yang mewakili aktivitas perkantoran, aktivitas perkuliahan, aktivitas kemahasiswaan dan aktivitas lainnya. Analisis timbulan, komposisi dan potensi daur ulang sampah dilakukan di lapangan secara gravimetri, sedangkan analisis karakteristik dilakukan di laboratorium. Dari hasil penelitian didapatkan data perencanaan untuk satuan timbulan sampah kampus sebesar 0,0592 kg/o/h atau 0,00163 kg/m<sup>2</sup>/h, sedangkan dalam satuan volume sebesar 0,5245 l/o/h atau 0,02945 l/m<sup>2</sup>/h. Komposisi sampah terdiri dari sampah mudah terurai 49,61%, sampah daur ulang 38,22%, sampah B3 1% dan sampah residu 16,21%. Sampah yang berpotensi didaur ulang adalah sampah makanan, sampah halaman/kayu, plastik, kertas, kaca dan kaleng dengan potensi rata-rata sebesar 89%. Karakteristik sampah terdiri dari berat jenis 0,058, kadar air 22,18%, kadar volatil 59,95, kadar *fixed carbon* 12,09%, kadar abu 5,79%, rasio C/N 30,28, biodegradabilitas 54,06% dan populasi lalat 2 ekor/m<sup>2</sup>. Sampah kampus berpotensi diolah dengan pengomposan, biokonversi BSF dan *biodrying* untuk sampah mudah terurai dan penjualan ke sektor informal untuk sampah daur ulang.

**Kata Kunci:** *Karakteristik, komposisi, potensi daur ulang, sampah kampus, timbulan,*

## 1. Pendahuluan

Kampus Universitas Andalas yang berlokasi di Kelurahan Limau Manis Padang telah memiliki fasilitas pengolahan sampah dengan nama Pusat Pengolahan Sampah Terpadu (PPST) Universitas Andalas. PPST ini didirikan pada bulan Oktober 2014 melalui hibah pengabdian masyarakat Pendidikan Tinggi yaitu Ipteks bagi Inovasi dan Kreativitas Kampus (IbIKK) yang dipelopori oleh Fakultas Teknik Universitas Andalas [1]. Dalam perencanaan awal, PPST ditargetkan dapat mengolah 80% sampah kampus dengan

pengomposan sampah mudah terurai menggunakan komposter *rotary kiln* dan sampah daur ulang seperti plastik, kertas dan kaleng dengan sistem bank sampah [2][3]. Berdasarkan data laporan tahunan PPST didapatkan pada tahun 2015 sampah yang diolah di PPST dengan pengomposan menghasilkan 14 ton kompos, sedangkan untuk sampah daur ulang dengan sistem bank sampah dapat mengelola 200 kg sampah plastik, 2 ton sampah kertas dan 26 kg sampah kaleng. Namun seiring waktu, kapasitas pengolahan di PPST mengalami penurunan. Berdasarkan data Bagian Rumah Tangga Universitas Andalas, pada kurun waktu tahun 2020-2021, hasil pengomposan sampah hanya berkisar 1 ton dan penjualan sampah plastik, kertas dan kaleng hanya 100 kg. Hal ini dikarenakan saat pandemi Covid-19 aktivitas di kampus mengalami pengurangan, sehingga berdampak juga terhadap aktivitas di PPST terutama dalam penerimaan sampah di bank sampah. Untuk itu perlu dilakukan pengembangan sistem pengolahan sampah di PPST meliputi analisis terhadap potensi sampah yang dapat diolah, pengembangan teknologi pengolahan dan penyediaan prasarana dan sarana pengolahan sampah.

Dalam perencanaan sistem pengelolaan sampah diperlukan data perencanaan meliputi data timbulan, komposisi, potensi daur ulang dan karakteristik sampah [4][5]. Timbulan sampah merupakan volume sampah atau berat sampah yang dihasilkan di wilayah tertentu per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan volume (l/unit/hari) dan satuan berat (kg/unit/hari). Komposisi sampah adalah penggambaran dari masing-masing komponen sampah dan distribusinya yang dinyatakan dalam persentase berat [4][6]. Potensi daur ulang adalah kemampuan komponen sampah yang dapat dikembangkan untuk proses pengolahan sampah yang menghasilkan produk baru [7]. Karakteristik sampah merupakan sifat-sifat sampah yang meliputi sifat fisis, kimia, dan biologi [4][6][7][8].

Data pengukuran timbulan, komposisi dan potensi daur ulang sampah Kampus Universitas Andalas Limau Manis sudah pernah dilakukan pada tahun 2010 oleh Chania. Dari penelitian ini diperoleh satuan timbulan sampah kampus dalam unit luas adalah 0,00178 kg/m<sup>2</sup>/h (0,03043 l/m<sup>2</sup>/h) atau dalam unit orang 0,0124 kg/o/h (0,7837 l/o/h) [9]. Menurut SNI -19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan, data timbulan dan komposisi harus diperbaharui lima tahun sekali [10]. Selain itu aktivitas di kampus juga sudah mengalami peningkatan, dengan berdirinya Rumah Sakit Universitas Andalas, *convention hall* dan penambahan jumlah asrama mahasiswa. Dengan mempertimbangkan permasalahan yang dihadapi serta tidak tersedianya data terbaru dilakukan penelitian ini yang bertujuan menganalisis data perencanaan untuk pengolahan sampah kampus meliputi analisis timbulan, komposisi, potensi daur ulang sampah dan karakteristik sampah.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 95 Tahun 2021 tentang Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum (PTN-BH) Universitas Andalas, yaitu Universitas Andalas sudah menjadi perguruan tinggi negeri badan hukum yang mengelola bidang akademik dan non akademik secara otonom [11]. Diharapkan dari data yang diperoleh dapat dilakukan evaluasi dan pengembangan pengolahan sampah di PPST Universitas Andalas. Pengembangan PPST Universitas Andalas dilakukan dengan mengoptimalkan pengelolaan sumber daya serta aset yang dimiliki sehingga mampu meningkatkan pendapatan Universitas Andalas.

## 2. Metode Penelitian

### Metode Penelitian

Analisis data perencanaan meliputi analisis timbulan, komposisi, potensi daur ulang dan karakteristik sampah. Data ini diperoleh dengan pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan pengukuran timbulan, komposisi, potensi daur ulang sampah yang dilakukan di lapangan serta pengukuran karakteristik sampah yang dilakukan di Laboratorium Buangan Padat Departemen Teknik Lingkungan. Pengumpulan data sekunder berupa jumlah fasilitas dan jumlah masyarakat kampus serta hasil penelitian terdahulu.

Metode penelitian untuk analisis timbulan, komposisi dan karakteristik sampah mengacu pada SNI -19-3964-1994. Penentuan jumlah sampel menurut SNI -19-3964-1994 untuk sumber non domestik menggunakan persamaan 1 atau 10% dari jumlah keseluruhan atau sekurang-kurangnya 1 (satu):

$$S = C_d \sqrt{T_s} \quad (1)$$

dimana: S = Jumlah sampel masing-masing jenis bangunan non perumahan

C<sub>d</sub> = Koefisien bangunan non perumahan = 1

T<sub>s</sub> = Jumlah bangunan non perumahan

Dalam penelitian ini jumlah sampel yang diambil untuk pengukuran timbulan, komposisi, potensi daur ulang dan karakteristik sampah sebanyak 48 buah yang merupakan 10% dari jumlah masing-masing fasilitas yang ada di kampus. Sampel sampah ini mewakili aktivitas perkantoran, aktivitas perkuliahan,

aktivitas kemahasiswaan dan aktivitas lainnya seperti fasilitas ibadah, rumah sakit, kantin dan aula. Jumlah sampel sampah untuk masing-masing aktivitas dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Selanjutnya dilakukan perhitungan keandalan survey untuk menentukan apakah jumlah sampel sudah mewakili seluruh fasilitas yang ada di Kampus Universitas Andalas. Keandalan survey sebesar 90-100% menandakan jumlah sampel telah mewakili populasi yang ada [4]. Dari perhitungan diperoleh keandalan survey dalam penelitian ini sebesar 99,94% dan telah memenuhi standar yang ada. Perhitungan keandalan survey menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Sampling Ratio (SR)} = \text{jumlah sampel/jumlah total fasilitas} \tag{2}$$

$$\text{Percent Sampling Error (PSE)} \quad \text{SR} = 0,122 e^{-0,781 \text{ PSE}} \tag{3}$$

$$\text{Keandalan survey} = 100\% - \text{PSE} \tag{4}$$

**Tabel 1.** Jumlah Sampel Sampah

No.	Fasilitas	Jumlah Total Fasilitas	Jumlah Sampel
	Aktivitas perkantoran		
1	Program Studi	128	13
2	Dekanat dan rektorat	17	2
3	UPT	6	1
4	Bank	4	1
	Aktivitas perkuliahan		
5	Gedung perkuliahan	10	1
6	Laboratorium	120	12
	Aktivitas kemahasiswaan		
7	Fasilitas mahasiswa	7	1
8	Fasilitas olahraga	7	1
9	Asrama	9	1
	Aktivitas lainnya		
10	Fasilitas ibadah	7	1
11	Convention hall	1	1
12	Rumah sakit	1	1
13	Kantin/café	95	10
14	Jalan	1	1
15	Taman	1	1
	<b>Total</b>	<b>414</b>	<b>48</b>

Berdasarkan SNI -19-3964-1994, pengambilan sampel dilakukan selama 8 (delapan) hari berturut-turut di lokasi yang sama. Titik pengambilan sampel mewakili sumber sampah yang ada pada lokasi pengukuran. Sampel sampah yang diambil adalah sampah yang dihasilkan selama 24 jam (1 hari) pada masing-masing titik sampling [10]. Sampel sampah dibawa ke PPST Universitas Andalas untuk dilakukan pengukuran timbulan, komposisi dan potensi daur ulang sampah. Pengukuran timbulan dilakukan dalam satuan berat dengan menimbang berat sampel sampah menggunakan alat timbangan dan dalam satuan volume dengan mengukur volume sampah menggunakan alat kompaktor. Dalam pengukuran volume sampah, alat kompaktor yang berisi sampah dihentakkan sebanyak tiga kali ke lantai yaitu dengan menjatuhkan alat setinggi 20 cm dari lantai. Pengukuran komposisi dilakukan dengan memilah sampah berdasarkan jenisnya.

Sesuai SNI -19-3964-1994 komposisi sampah terdiri dari sisa makanan, kertas-karton, sampah halaman dan kayu, kain-tekstil, karet-kulit, plastik, logam besi-non besi, kaca, sampah B3 dan lain-lain (misalnya tanah, pasir, batu, keramik). Selanjutnya masing-masing komponen sampah diukur beratnya [10]. Pengukuran potensi daur ulang sampah dilakukan dengan melakukan pemilahan sampah-sampah yang dapat didaur ulang untuk masing-masing komponen sampah. Pemilahan ini didasarkan dari data sampah yang dikelola oleh sektor informal di Kota Padang, yang dalam penelitian ini diwakili oleh Bank Sampah Enviro Andalas dan pelapak yang berada di sekitar Kampus Universitas Andalas Limau Manis. Selanjutnya sampah ditimbang dan dicatat berat dan persen sampah yang berpotensi didaur ulang untuk masing-masing komponen sampah.

Berdasarkan SNI 19-3964-1994, jumlah sampel sampah yang dibawa untuk pengujian karakteristik di laboratorium sebesar 2 kg yang telah disesuaikan dengan komposisi sampah organik [10]. Dalam penelitian ini, pengukuran karakteristik sampah kampus dibagi menjadi dua kelompok yaitu sampah yang berasal dari aktivitas kampus dan sampah yang berasal dari jalan dan taman, yang masing-masing

dilakukan secara duplo. Pengukuran karakteristik sampah dilakukan terhadap karakteristik fisik yaitu berat jenis, karakteristik kimia meliputi *proximate analysis* dan rasio C/N serta karakteristik biologi yaitu biodegradabilitas dan populasi lalat. Pengukuran berat jenis dilakukan dengan membagi data berat dan volume sampah dari masing-masing sumber.

Pengukuran *proximate analysis* dilakukan dengan metode gravimetri yaitu dengan menimbang dan memanaskan sampel sampah pada temperatur 105°C untuk analisis kadar air, dilanjutkan pemanasan sampai temperatur 600°C untuk analisis kadar volatil, berikutnya untuk analisis kadar abu dengan menaikkan temperatur *furnace* sampai 950°C [4] [6]. Pengukuran rasio C/N dilakukan dengan analisis kadar C-organik dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 561 nm dan analisis kadar N-total dengan cara destilasi dan titrasi menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N. Pengukuran biodegradabilitas dilakukan dengan analisis kadar lignin dengan metode gravimetri. Pengukuran populasi lalat menggunakan alat *fly grill* yaitu dengan menghitung jumlah lalat yang hinggap pada *fly grill* selama 30 detik dengan 10 kali percobaan [12].

#### Bahan dan Peralatan

Bahan dalam penelitian ini adalah sampel sampah dari masing-masing sumber serta bahan-bahan kimia yang dibutuhkan untuk analisis karakteristik sampah di laboratorium. Peralatan penelitian terdiri dari peralatan pengambilan sampel yaitu kantong plastik sampah untuk wadah sampah di sumber, peralatan pengukuran timbulan, komposisi dan potensi daur ulang yaitu timbangan untuk mengukur berat sampah dan kompaktor untuk mengukur volume sampah. Peralatan pengukuran *proximate analysis* dilakukan menggunakan alat *furnace* untuk memanaskan sampah dan timbangan untuk mengukur berat sampel sampah. Peralatan analisis kadar C-organik dilakukan dengan alat spektrofotometer, analisis kadar N-total dengan alat destilasi dan titrasi serta analisis lignin untuk pengukuran biodegradabilitas menggunakan alat *furnace* dan timbangan. Pengukuran populasi lalat dilakukan menggunakan alat *fly grill* dan *stopwatch* [13].

#### Pengolahan dan Analisis Data

Analisis timbulan dilakukan dalam satuan berat (kg/o/h dan kg/m<sup>2</sup>/h) dan satuan volume (l/o/h dan l/m<sup>2</sup>/h)). Dari hasil pengukuran timbulan selama 8 hari berturut-turut diperoleh dua timbulan untuk hari yang sama, yaitu hari pertama dan hari terakhir. Selanjutnya dilakukan analisis faktor koreksi (fk) yaitu perbandingan antara timbulan rata-rata hari yang sama dengan timbulan hari pertama. Persamaan-persamaan yang digunakan adalah [4].

$$Q_r = (Q_1 + Q_8) / 2 \quad (5)$$

$$fk = Q_r / Q_1 \quad (6)$$

$$q = Q / (P) \quad (7)$$

dimana:

Q = Timbulan sampah (kg/h, l/h)

Q<sub>1</sub> = Timbulan hari ke-1

Q<sub>8</sub> = Timbulan hari ke-8

Q<sub>r</sub> = timbulan rata-rata (kg/h, l/h)

q<sub>r</sub> = Satuan Timbulan (kg/o/h atau l/o/h, kg/m<sup>2</sup>/h atau l/ m<sup>2</sup>/h,)

fk = Faktor Koreksi

P = Jumlah Unit penghasil sampah

Analisis komposisi dinyatakan dalam persen berat menggunakan persamaan berikut [10].

$$\text{Persen komposisi sampah} = BS / BTS \quad (8)$$

dimana: B = berat komponen sampah (kg)

BTS = berat total sampah (kg)

Analisis potensi daur ulang dilakukan dengan membandingkan berat masing-masing komponen yang dapat didaur ulang dengan berat total masing-masing komponen sampah, menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Persen Daur ulang} = BSDU / BTKS \times 100\% \quad (9)$$

dimana: BSDU = berat komponen sampah yang dapat didaur ulang (kg)

BTKS = berat total komponen sampah (kg)

#### Analisis karakteristik sampah

Perhitungan *proximate analysis* yang terdiri dari kadar air, kadar volatil, kadar *fixed carbon*, dan kadar abu sampah menggunakan persamaan berikut [4]:

$$\% \text{ Kadar air (\%KA)} = (b - c) / (b - a) \times 100\% \quad (10)$$

$$\% \text{ Kadar volatil (\%KV)} = (c - d) / (b - a) \times 100\% \quad (11)$$

$$\% \text{ Kadar abu (\%KB)} = (d - e) / (b - a) \times 100\% \quad (12)$$

$$\% \text{ Kadar fixed carbon} = 100\% - (\%KA + \%KV + \%KB) \quad (13)$$

dimana  
 a = berat cawan kosong  
 b = berat cawan isi  
 c = berat cawan 105°C  
 d = berat cawan 600°C  
 e = berat cawan 900°C

Perhitungan kadar C-organik pada sampel sampah menggunakan metode spektrofotometri adalah:

$$\% \text{ C-organik} = \text{konsentrasi sampel} \times 0,01 \times \text{faktor koreksi} \quad (14)$$

Perhitungan kadar N-total pada sampel sampah menggunakan metode Kjeldahl adalah;

$$\% \text{ N-total} = \{ \text{titar contoh (ml)} - \text{titar blanko (ml)} \} \times \text{Normalitas larutan baku H}_2\text{SO}_4 \times 14 \times 100 \times \text{mg contoh-1} \times \text{faktor koreksi (3,10)} \quad (15)$$

Perhitungan Rasio C/N adalah:

$$\text{Rasio C/N} = \% \text{ C-organik} / \% \text{ N-total} \quad (16)$$

Perhitungan biodegradabilitas sampah adalah [12].:

$$\text{BF} = 0,83 - 0,028 \text{ LC} \quad (17)$$

dimana: BF = Fraksi biodegradabilitas

LC = kandungan lignin dari sampah

Perhitungan populasi lalat adalah [12].:

$$\text{Populasi lalat (ekor/m}^2\text{)} = \text{jumlah total lalat} / \text{banyak pengamatan} \quad (18)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Analisis Timbulan Sampah

Pengukuran timbulan sampah dilakukan secara berat dan secara volume. Unit pengukuran yang digunakan berdasarkan jumlah orang dengan satuan kg/o/h atau l/o/h dan berdasarkan luas dengan satuan .kg/m<sup>2</sup>/h atau l/m<sup>2</sup>/h. Hasil pengukuran timbulan sampah Kampus Universitas Andalas Limau Manis ditampilkan pada **Tabel 2**. Satuan timbulan sampah rumah sakit dan kantin didapatkan masing-masing sebesar 0,0574 kg/o/h dan 0,0504 kg/o/h. Kedua timbulan ini merupakan satuan timbulan terbesar dalam satuan unit orang, dikarenakan kedua sumber ini menghasilkan berat sampah yang besar. Berat sampah yang dihasilkan rumah sakit perharinya berkisar antara 16 – 24 kg/h, sedangkan berat sampah yang dihasilkan masing-masing kantin berkisar antara 5 – 7 kg/h.

Jenis sampah yang dihasilkan kedua sumber tersebut adalah sampah makanan. Sampah makanan memiliki berat jenis yang lebih besar dibandingkan komponen sampah lainnya[6]. Dari data pengukuran komposisi sampah didapatkan komposisi sampah makanan rumah sakit sebesar 50% dan sampah kantin sebesar 88%. Dalam satuan volume, satuan timbulan terbesar adalah fasilitas olah raga yaitu 1,0240 l/o/h, dikarenakan volume sampah yang dihasilkan besar tetapi jumlah pengunjung sedikit. Komponen sampah terbanyak yang dihasilkan fasilitas olah raga adalah sampah plastik dengan komposisi mencapai 60,9%. Sampah plastik yang dihasilkan berupa botol plastik minuman dan kotak plastik makanan.

Sampah kantin juga menghasilkan satuan timbulan terbesar dalam satuan unit luas, dikarenakan berat dan volume sampahnya besar namun luas kantinnya kecil. Komponen sampah terbanyak dihasilkan kantin adalah sampah makanan yang berasal dari aktivitas pengolahan bahan baku dan sisa dari makanan seperti tulang, daging dan nasi. Penelitian timbulan sampah di kampus lain juga menghasilkan sumber timbulan sampah terbesar adalah sampah kantin, seperti penelitian di Kampus Universitas Bhayangkara Jakarta [14], di Kampus Universitas Lampung [15], di Kampus Universitas Putra Indonesia (UPI), Padang [16].

Dari data satuan timbulan dapat dihitung timbulan masing-masing fasilitas dengan mengalikan satuan timbulan sampah dengan jumlah unit orang atau unit luas. Untuk fasilitas yang berasal dari aktivitas kampus, satuan timbulan yang digunakan adalah satuan timbulan rata-rata untuk unit orang, sedangkan untuk jalan dan taman menggunakan satuan timbulan dalam unit luas. Hasil perhitungan timbulan sampah kampus ditampilkan pada **Tabel 3**. Dari tabel terlihat timbulan sampah yang dihasilkan Kampus Universitas Andalas sebesar 2195 kg/h (2,19 ton/h) atau 39762 l/h (39,76 m<sup>3</sup>/h). Satuan timbulan rata-rata kampus dapat dihitung dengan membagi timbulan yang dihasilkan dengan jumlah orang atau jumlah luas. Hasil proyeksi menunjukkan pada tahun 2023 jumlah masyarakat kampus yang terdiri dari mahasiswa, dosen dan tenaga kependidikan sebesar 37.099 orang, sedangkan luas kampus sebesar 500 Ha, namun kawasan yang dapat dibangun hanya 135 Ha, sisanya merupakan kawasan hutan lindung dan kawasan tanaman obat Sumatera. Hasil perhitungan menunjukkan satuan timbulan rata-rata sampah Kampus Universitas Andalas dalam



satuan berat adalah 0,0592 kg/o/h atau 0,0163 kg/m<sup>2</sup>/h, sedangkan dalam satuan volume sebesar 0,5245 l/o/h atau 0,2945 l/m<sup>2</sup>/h.

Beberapa penelitian tentang timbulan sampah kampus ditampilkan sebagai berikut: timbulan sampah Kampus Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung sebesar 0,015 kg/m<sup>2</sup>/h atau 0,156 kg/o/h dalam satuan berat dan 0,242 l/m<sup>2</sup>/h atau 2,446 l/o/h dalam satuan volume [17]. Kampus Universitas Indonesia menghasilkan satuan timbulan sampah sebesar 0,023 kg/o/h [18]. Satuan timbulan sampah kawasan Kampus UPI Padang untuk satuan berat adalah 0,6271 kg/o/h atau 0,0046 kg/m<sup>2</sup>/h dan untuk satuan volume 0,1875 l/o/h atau 0,1963 l/m<sup>2</sup>/h [16]. Satuan timbulan sampah di Kampus Respati Jogjakarta sebesar 0,021 kg/o/h atau 0,369 l/o/h [19]. Kampus Universitas Bahayangkara Jakarta menghasilkan timbulan sampah sebesar 0,24 l/o/h [14]. Perbedaan timbulan sampah yang dihasilkan masing-masing kampus dipengaruhi oleh aktivitas dan perilaku masyarakat kampus serta jumlah masyarakat kampus [19]. Berdasarkan SNI-19-3983-1995 tentang Spesifikasi Timbulan Sampah Kota sedang dan Kota Kecil, satuan timbulan untuk fasilitas pendidikan adalah 0,010 - 0,020 kg/o/h [20]. Satuan timbulan sampah kampus –kampus di atas, sebagian besar telah melebihi standar timbulan SNI, termasuk satuan timbulan sampah Kampus Universitas Andalas.

**Tabel 2.** Satuan Timbulan Sampah Kampus Universitas Andalas

Fasilitas	Satuan timbulan (Berat)		Satuan timbulan (Volume)	
	kg/o/h	kg/m <sup>2</sup> /h	l/o/h	l/m <sup>2</sup> /h
Aktivitas perkantoran				
Program Studi	0,0265	0,0013	0,2982	0,0167
Dekanat dan rektorat	0,0499	0,0014	0,7319	0,0236
UPT	0,0120	0,0006	0,1025	0,0055
Bank	0,0271	0,0018	0,4066	0,0311
Aktivitas perkuliahan				
Gedung perkuliahan	0,0040	0,0008	0,0476	0,0111
Laboratorium	0,0067	0,0036	0,1813	0,1487
Aktivitas kemahasiswaan				
Fasilitas mahasiswa	0,0389	0,0006	0,3973	0,0069
Fasilitas olahraga	0,0307	0,0031	1,0240	0,1036
Asrama	0,0062	0,0017	0,1003	0,0289
Aktivitas lainnya				
Fasilitas ibadah	0,0163	0,0002	0,3552	0,0058
Convention hall	0,0249	0,0014	0,2905	0,0197
Rumah sakit	0,0574	0,0009	0,7190	0,0121
Kantin/café	0,0504	0,1730	0,4009	1,4843
Jalan		0,0066		0,1370
Taman		0,0036		0,0778
Rata-rata	0,0270	0,0134	0,3889	0,1408

**Tabel 3.** Timbulan Sampah Kampus Universitas Andalas

Fasilitas	Jumlah Unit	Satuan timbulan				Timbulan	
		kg/m <sup>2</sup> /h	l/m <sup>2</sup> /h	kg/o/h	l/o/h	kg/h	l/h
Aktivitas Kampus (orang)	37099			0,0270	0,3889	1002	14426
Jalan (m <sup>2</sup> )	42880	0,0066	0,1370			282	5876
Taman (m <sup>2</sup> )	250257	0,0036	0,0778			911	19460
Total						2195	39762

Perbandingan satuan timbulan sampah penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada **Tabel 4.** Satuan timbulan dalam unit luas tidak mengalami banyak perubahan, dikarenakan tata guna lahan kampus dalam kurun waktu tidak banyak mengalami perubahan. Satuan timbulan dalam unit orang didapatkan adanya peningkatan satuan timbulan dalam satuan berat, namun dalam satuan volume mengalami penurunan. Perubahan ini dipengaruhi oleh komposisi sampah yang dihasilkan. Komposisi sampah makanan mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya sebesar 26,6% dan pada penelitian ini menjadi 31,5%. Sampah makanan merupakan komponen sampah yang lebih berat dibandingkan sampah

organik lainnya. Peningkatan jumlah sampah makanan akan meningkatkan timbulan dalam satuan berat [6]. Penurunan timbulan dalam satuan volume dipengaruhi oleh berkurangnya komposisi sampah plastik. Komposisi sampah plastik pada tahun 2010 sebesar 30,03% dan pada penelitian ini menurun menjadi 20,40%.

Sampah plastik merupakan komponen sampah yang memiliki volume yang besar dibandingkan sampah lainnya. Pengurangan sampah plastik di Kampus Universitas Andalas diperkirakan karena adanya perubahan perilaku dari masyarakat kampus yang mulai menghemat sampah plastik dengan kegiatan membawa botol minuman (tumbler), sehingga berdampak terhadap timbulan sampah botol plastik yang dihasilkan. Di beberapa fasilitas juga sudah mulai diterapkan ‘Program Diet Plastik’ dengan tidak menyediakan air minum dalam kemasan dalam kegiatan rapat, seminar dan sidang tugas akhir. Selain itu, keberadaan Bank Sampah Enviro Andalas sebagai wadah untuk mengumpulkan sampah layak jual juga membawa andil dalam pengurangan sampah plastik. Sebagian *cleaning service* dan pedagang di kampus juga sudah menjual langsung sampah layak jual ke lapak yang berfungsi sebagai sektor informal dalam pengelolaan sampah.

**Tabel 4.** Perbandingan Satuan Timbulan Sampah Kampus Universitas Andalas dengan Penelitian Sebelumnya.

Tahun	Satuan timbulan			
	kg/m <sup>2</sup> /h	l/m <sup>2</sup> /h	kg/o/h	l/o/h
2010	0,0018	0,0304	0,0124	0,7837
2023	0,0016	0,0294	0,0592	0,5245

#### Analisis Komposisi Sampah

Hasil pengukuran komposisi sampah Kampus Universitas Andalas dari masing-masing fasilitas dapat dilihat pada **Tabel 5**. Komposisi sampah terbanyak adalah sampah makanan sebesar 31,5%. Sampah makanan paling banyak dihasilkan dari fasilitas kantin, asrama dan rumah sakit. Sampah halaman dan kayu paling banyak dihasilkan dari jalan dan taman dengan komposisi mencapai 90%. Sampah plastik dan kertas dihasilkan dari semua fasilitas. Fasilitas olah raga dan UPT menghasilkan sampah plastik yang lebih banyak dibandingkan fasilitas lainnya, sementara sampah kertas dominan dihasilkan dari aktivitas bank dan gedung perkuliahan. Komposisi sampah logam/kaleng terbanyak ditemukan di fasilitas olah raga dan kantin. Sampah B3 paling banyak ditemukan di laboratorium. Komponen sampah yang paling sedikit ditemukan di kawasan kampus adalah sampah kaca dan tekstil.

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, terlihat ada perubahan komposisi sampah. Pada penelitian tahun 2010, komposisi sampah kampus terbesar adalah sampah plastik sebesar 30,03% [9]. Namun dalam penelitian ini komposisi sampah plastik menurun menjadi 20,40%. Dalam kurun waktu 13 tahun terjadi penurunan komposisi sampah plastik sebesar 10%. Hal ini dipengaruhi oleh kesadaran masyarakat kampus dalam mengurangi sampah plastik melalui ‘Program Diet Plastik’. Sebagian fasilitas sudah mulai menerapkan pengurangan sampah plastik melalui kegiatan pembagian tumbler dan tidak menyediakan air minum dalam kemasan saat beraktivitas. Kegiatan pembagian tumbler biasanya dilakukan pada program Bakti mahasiswa baru.

Keberadaan Bank Sampah Enviro Andalas dan lapak (pengepul) untuk menampung sampah layak jual, juga disinyalir mempengaruhi penurunan komposisi sampah plastik. Sebagai perbandingan, komposisi sampah plastik dalam jumlah yang besar juga dihasilkan di Kampus Universitas Bhayangkara dihasilkan sebesar 27,7% [14], di Kampus Universitas Lampung sebesar 33,16% [15] dan di Kampus UPI Padang sebesar 32,80% [16]. Namun di Kampus Itenas Bandung sampah plastik yang dihasilkan sebesar 14,09% [17] dan di Kampus Bina Widya Universitas Riau, Pekanbaru sebesar 17,6% [20].

Komposisi sampah kertas juga mengalami penurunan dalam penelitian ini. Komposisi sampah kertas tahun 2010 sebesar 25,25% dan pada tahun 2023 menurun menjadi 17,5%. Penurunan persentase sampah kertas diperkirakan karena beberapa fasilitas telah menerapkan ‘Program Hemat Kertas’ dengan menggunakan *e-office* untuk aktivitas administrasi atau perkantoran. Selain itu pada proses belajar mengajar menggunakan *i-learn* untuk pengumpulan tugas dan materi kuliah, juga dapat mengurangi sampah kertas yang dihasilkan. Tugas-tugas dan asistensi dapat dilakukan mahasiswa secara *online*, sehingga tidak menghasilkan sampah kertas. Penggunaan kertas dua sisi juga dapat mengurangi jumlah sampah kertas, karena sampah tertunda dihasilkan. Kegiatan pengurangan sampah kertas ini juga sudah dilakukan di Kampus University of Baja California (UABC) [7].

Komposisi sampah yang mengalami peningkatan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah sampah makanan dan sampah halaman dan kayu. Komposisi sampah makanan meningkat dari 26,6% pada tahun 2010 menjadi 31,5% pada tahun 2023. Penyebab peningkatan ini adalah makin banyaknya kantin yang ada di Kampus Universitas Andalas. Bagian Rumah Tangga Universitas Andalas mencatat ada 95 unit kantin yang tersebar di masing-masing unit atau fasilitas. Sampah halaman juga mengalami peningkatan dari 10,89% menjadi 22,4%. Sampah halaman ini dihasilkan dari jalan dan taman di kawasan kampus dengan komposisi besar dari 90%. Kampus Universitas Andalas terkenal dengan kampus hijau yang banyak ditanami pepohonan. Sebagian sampah dedaunan yang dihasilkan sudah diolah menjadi kompos yang digunakan untuk pemupukan tanaman kampus dan untuk dijual.

Komposisi sampah makanan dan halaman di Kampus Universitas Andalas sebesar 53,9%, yang tidak jauh beda dengan kampus lainnya yaitu Kampus Universitas Lampung sebesar 62% [15], Kampus Itenas Bandung sebesar 50,78% [17] dan Kampus Bina Widya Universitas Riau, Pekanbaru sebesar 45,2% [21]. Dalam penelitian ini juga ditemukan sampah yang tergolong ke dalam limbah B3 dengan persentase sebesar 1%. Sampah ini paling banyak dihasilkan dari fasilitas laboratorium berupa bekas kemasan bahan kimia, baterai, bohlam dan kemasan pengharum ruangan dan pembasmi serangga. Komposisi sampah B3 di Kampus Universitas Andalas lebih besar dibandingkan Kampus Universitas Lampung hanya 0,1% [15].

**Tabel 5.** Komposisi Sampah Kampus Universitas Andalas

Fasilitas	Komposisi sampah (%)								
	Plastik	Kertas	Makanan	Halaman dan kayu	Kaca	Tekstil	Logam /Kaleng	Lain-lain	B3
Aktivitas perkantoran									
Program Studi	23,0	24,2	31,0	12,2	0,0	0,0	0,0	8,7	1,0
Dekanat dan rektorat	22,5	20,7	41,4	5,7	0,0	0,0	0,0	7,9	1,8
UPT	36,6	16,8	20,0	13,2	1,4	0,0	1,5	8,5	2,1
Bank	12,1	44,0	23,4	13,7	0,0	0,0	0,0	6,0	0,9
Aktivitas perkuliahan									
Gedung perkuliahan	31,6	27,8	24,2	7,4	0,0	0,0	2,6	5,2	0,8
Laboratorium	17,8	24,4	40,5	1,5	1,8	0,0	0,6	10,9	2,5
Aktivitas kemahasiswaan									
Fasilitas mahasiswa	17,3	19,8	34,7	12,7	1,8	0,0	2,7	9,3	1,6
Fasilitas olahraga	60,9	4,1	3,0	26,4	0,0	0,0	4,1	1,6	0,0
Asrama	12,4	18,3	50,7	8,9	2,2	0,0	2,0	4,8	0,6
Aktivitas lainnya									
Fasilitas ibadah	20,3	9,2	24,9	37,5	1,5	0,0	0,5	4,4	1,6
<i>Convention hall</i>	18,1	19,1	40,6	11,2	0,7	0,0	1,3	8,1	0,9
Rumah sakit	16,8	25,2	50,0	5,4	0,0	0,3	1,0	1,3	0,0
Kantin	4,6	2,2	88,0	0,0	1,3	0,0	3,5	0,0	0,5
Jalan	5,4	4,6	0,0	90,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Taman	6,8	2,6	0,0	90,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rata-Rata	20,4	17,5	31,5	22,4	0,7	0,02	1,35	5,13	1,0

*Analisis Potensi Daur Ulang Sampah*

Penentuan komponen sampah yang berpotensi didaur ulang mengacu pada data hasil survey yang dilakukan ke Bank Sampah Enviro Andalas dan ke lapak yang berada di sekitar kampus untuk mengetahui jenis sampah yang dapat dikelola oleh sektor informal tersebut. Dari hasil survey didapatkan komponen sampah yang telah dikelola adalah sampah plastik, kertas, kaca dan kaleng. Sampah plastik yang dikelola adalah jenis plastik LDPE, PP, HDPE, PETE, PVC dan PS. Sampah kertas yang telah dikelola adalah karton, kardus, koran, kertas HVS dan kertas semen. Sampah kaca yang dikelola adalah kaca warna coklat, kaca warna bening, kaca warna hijau, kaca mobil dan kaca piring. Untuk kaleng yang dikelola hanya kaleng aluminium. Pengelolaan sampah plastik, kertas, kaca dan kaleng adalah dengan menjual sampah tersebut ke



industri daur ulang untuk dijadikan produk baru. Sampah makanan dan sampah halaman juga berpotensi didaur ulang untuk dijadikan kompos. **Tabel 6** menampilkan potensi daur ulang sampah kampus.

**Tabel 6.** Potensi Daur Ulang Sampah Kampus Universitas Andalas

Jenis sampah	Potensi daur ulang
Sisa makanan	85,44
Sampah halaman	100
Kertas	71,38
Plastik	92,02
Kaca	87,69
Kaleng	97,79

Potensi daur ulang sampah kampus berada pada rentang 71,38 – 100% dengan potensi rata-rata sebesar 89%. Sampah halaman dan ranting berpotensi 100% untuk diolah dengan pengomposan. Hal ini sudah dilakukan di PPST Universitas Andalas dengan menjadikan sampah ini menjadi bahan baku pengomposan dengan metode *rotary kiln*. Namun saat ini kapasitas pengolahan mengalami penurunan sehingga perlu dilakukan optimasi kapasitas pengolahan. Sampah sisa makanan juga berpotensi diolah dengan pengomposan sebesar 85,44%. Sampah ini berupa sampah sisa nasi, lauk pauk, sayuran dan buah. Namun sisa lauk yang keras seperti tulang, sisa daging, kulit telur tidak dapat dijadikan bahan baku kompos [4]. Sampah kertas merupakan sampah yang paling sedikit berpotensi untuk didaur ulang, dikarenakan di lapangan ditemukan sampah kertas dan kardus yang terkontaminasi minyak sehingga sulit untuk dijual kembali. Sebagai perbandingan dengan kampus lain, potensi daur ulang di University of Baja California (UABC) sebesar 65% [7], di University of Jordan sebesar 89% yang terdiri dari potensi sampah untuk dikompos 25% dan untuk didaur ulang 64% [22].

*Analisis Karakteristik Sampah*

Data karakteristik dibutuhkan untuk merencanakan teknologi pengolahan sampah. Hasil analisis karakteristik sampah kampus ditampilkan pada **Tabel 7**. Berat jenis sampah Kampus Universitas Andalas sebesar 0,058 kg/l. Berat jenis sampah yang dihasilkan dari aktivitas kampus lebih besar dibandingkan berat jenis sampah dari jalan/taman. Hal ini dipengaruhi oleh komposisi sampah makanan dan komposisi sampah logam/kaleng lebih banyak dihasilkan dari aktivitas kampus. Berat jenis sampah makanan sebesar 0,29 dan logam/kaleng sebesar 0,32 [6]. Hasil *proximate analysis* menunjukkan kadar air sampah sebesar 22,18%, kadar volatile 59,55%, kadar *fixed carbon* 12,09% dan kadar abu 5,79%. Nilai ini tidak jauh beda dengan data *proximate analysis* sampah Kampus Bina Widya Universitas Riau dengan kadar air sebesar 43,5%, volatile 45,7%, kadar *fixed karbon* 6,8% dan kadar abu 2,2% [21].

**Tabel 7.** Karakteristik Sampah Kampus Universitas Andalas

Parameter	Satuan	Aktivitas Kampus	Jalan/taman	Rata-rata
Berat jenis	kg/l	0,069	0,047	0,058
<i>Proximate analysis</i>				
Kadar air	%	30,47	13,89	22,18
Kadar volatil	%	59,4	60,5	59,95
Kadar <i>fixed carbon</i>	%	3,75	20,42	12,09
Kadar abu	%	6,38	5,19	5,79
Rasio C/N		29,56	30,99	30,28
Kadar C-organik		27,20	26,65	26,93
Kadar N total		0,92	0,86	0,89
Biodegradabilitas	%	53,91	54,21	54,06
Populasi lalat	ekor/m <sup>2</sup>	3	1	2

Nilai rasio C/N sampah sebesar 30,28 dan telah memenuhi kriteria untuk dijadikan bahan baku kompos yaitu rasio C/N sebesar 25-50 [6] [23]. Nilai biodegradabilitas rata-rata sampah kampus sebesar 54,06% yang berarti bahwa sampah organik kampus dapat terurai lebih dari 50%. Nilai biodegradabilitas sampah kampus ini mendekati nilai biodegradabilitas sumber institusi di Kota Padang, dimana salah satu

sumbernya adalah sarana pendidikan, dengan nilai sebesar 45,40% [12]. Populasi lalat yang hadir pada sampah yang berasal dari aktivitas kampus lebih banyak dibandingkan sampah dari jalan/taman. Hal ini dipengaruhi komposisi sampah makanan yang lebih besar pada sampah dari aktivitas kampus terutama dari kantin. Sementara dari sampah jalan/taman yang lebih 90% merupakan sampah dedaunan kering hanya didatangi lalat 1 ekor/m<sup>2</sup>. Polulasi lalat dari aktivitas kampus sudah melebihi standar populasi lalat yaitu kurang dari 2 ekor/m<sup>2</sup> berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 50 tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit serta Pengendaliannya [24]. Untuk itu sampah dari sumber aktivitas kampus harus dikumpulkan setiap harinya ke lokasi pengolahan sampah.

#### Analisis Data Perencanaan

Dari penelitian ini didapatkan data perencanaan yang digunakan untuk evaluasi dan pengembangan sistem pengolahan sampah kampus Universitas Andalas meliputi:

- Satuan timbulan rata-rata dalam satuan berat adalah 0,0592 kg/o/h atau 0,00163 kg/m<sup>2</sup>/h, sedangkan dalam satuan volume sebesar 0,5245 l/o/h atau 0,02945 l/m<sup>2</sup>/h. Dari data satuan tersebut didapatkan timbulan sampah kampus sebesar 2195 kg/h atau 39762 l/h.
- Komposisi sampah dikelompokkan menjadi 4 jenis mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 03 tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Komposisi ke-empat jenis ini diperoleh dengan mengalikan data komposisi dan potensi daur ulang masing-masing komponen sampah. Komposisi sampah yang digunakan dalam perencanaan adalah:
  - sampah mudah terurai 49,61% (1089 kg/h) yang diolah dengan pengomposan
  - sampah daur ulang 38,22% (729 kg/h) yang dikelola dengan sistem bank sampah
  - sampah B3 1% (21 kg/h) yang dikelola oleh pihak ketiga
  - sampah residu 16,21% (356 kg/h) yang akan ditimbun di TPA

Dari data komposisi ini sebesar 87,83% sampah dapat diolah di PPST dengan kapasitas pengolahan sebesar 1818 kg/h.

- Potensi daur ulang sampah sisa makanan 85,44%, sampah halaman 100%, sampah kertas 71,38%, sampah plastik 92,02%, sampah kaca 87,69% dan sampah kaleng 97,99% dengan potensi rata-rata sebesar 89,20%. Berdasarkan data potensi ini sampah daur ulang dapat dikelola dengan bekerjasama dengan sektor informal melalui sistem bank sampah
- Karakteristik sampah kampus terdiri dari berat jenis 0,058, kadar air 22,18%, kadar volatil 59,95, kadar *fixed carbon* 12,09%, kadar abu 5,79%, rasio C/N 30,28, biodegradabilitas 54,06% dan populasi lalat 2 ekor/m<sup>2</sup>. Berdasarkan data karakteristik ini diperoleh sampah kampus memiliki rasio C/N yang memenuhi persyaratan untuk bahan baku kompos yaitu 25-50 dan memiliki fraksi biodegradabilitas lebih dari 50% sehingga dapat diolah dengan pengolahan biologi seperti pengomposan dan biokonversi *Black Soldier Fly* (BSF) menjadi materi padat seperti kompos dan kasgot. Sampah kampus juga memiliki kadar air kurang dari 50% serta memiliki kadar volatile yang tinggi sehingga dapat diolah menjadi energi dengan proses *biodrying* yang menghasilkan bahan bakar alternatif.

#### 4. Kesimpulan

Untuk evaluasi dan pengembangan sistem pengolahan sampah Kampus Universitas Andalas ke depannya dibutuhkan data perencanaan meliputi timbulan, komposisi, potensi daur ulang dan karakteristik sampah. Dari hasil penelitian diperoleh satuan timbulan sampah kampus dalam satuan berat sebesar 0,0592 kg/o/h atau 0,00163 kg/m<sup>2</sup>/h, sedangkan dalam satuan volume sebesar 0,5245 l/o/h atau 0,02945 l/m<sup>2</sup>/h. Komposisi sampah kampus terdiri dari sampah mudah terurai 49,61%, sampah daur ulang 38,22%, sampah B3 1% dan sampah residu 16,21%. Sampah yang berpotensi didaur ulang adalah sampah makanan, sampah halaman/kayu, plastik, kertas, kaca dan kaleng dengan potensi rata-rata sebesar 89%. Karakteristik sampah kampus terdiri dari berat jenis 0,058, kadar air 22,18%, kadar volatil 59,95, kadar *fixed carbon* 12,09%, kadar abu 5,79%, rasio C/N 30,28, biodegradabilitas 54,06% dan populasi lalat 2 ekor/m<sup>2</sup>. Dengan data perencanaan tersebut sampah kampus berpotensi diolah dengan pengomposan, biokonversi BSF dan *biodrying*.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Andalas yang telah membantu mendanai penelitian ini dengan skim Riset Penugasan Green Campus (RPGC) Batch I Tahun 2023 dengan nomor kontrak: T/10/UN.16.19/PT.01.03/Energi-RPGC/2023.

## 6. Singkatan

PPST	Pusat Pengolahan Sampah Terpadu
B3	Bahan Berbahaya dan Beracun
kg/o/h, l/o/h	kg/orang/hari, liter/orang/hari
kg/m <sup>2</sup> /h, l/m <sup>2</sup> /h	kg/m <sup>2</sup> /hari, liter/m <sup>2</sup> /hari
kg/h, l/h	kg/hari, liter/hari
Rasio C/N	rasio C-organik/N-total

## 7. Referensi

- [1] Y. Ruslinda, S. Raharjo, L. Susanti, "Kajian penerapan konsep pengolahan sampah terpadu di lingkungan Kampus Universitas Andalas," *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan I*, hal. 202-214, 2014.
- [2] S. Raharjo, M. Zulfan, T. Ihsan, Y. Ruslinda, "Perencanaan sistem *reduce, reuse* dan *recycle* pengelolaan sampah di Kampus Universitas Andalas Limau Manis Padang," *Jurnal Dampak Teknik Lingkungan UNAND* vol. 11, no 2, hal. 79-87, 2014.
- [3] Y. Ruslinda, "Pengelolaan sampah kering layak jual dengan sistem bank Smpah di Kampus Universitas Andalas Padang," *Jurnal Dampak Teknik Lingkungan UNAND* vol. 11, no. 2, hal. 96-109, 2014.
- [4] E. Damanhuri dan T. Padmi, "Pengelolaan Sampah Terpadu," Penerbit ITB, Bandung, 2016.
- [5] N. Gallardo, do-Alcón, M. Carlos, M. Renau, "The determination of waste generation and composition as an essential tool to improve the waste management plan of a university," *Waste Management*, vol. 53, pp. 3-11, 2016.
- [6] Tchobanoglous, G, Theisen, H, Vigil, S. (1993). *Integrated Solid Waste. Management*. Singapore: Mc Graw-Hill Book Co K.-G. Tiew, N. E. A. Basri, H. Deng, K. Watanabe, S. M. Zain, and S. Wang, "Comparative study on recycling behaviours between regular recyclers and non regular recyclers in Malaysia," *J. Environ. Manage.*, vol. 237, pp. 255–263, 2019.
- [7] C. A. de Vega, S. O. Benítez, M. E. R. Barreto, A. M. Lech, "Solid waste characterization and recycling potential for a university campus," *Waste Management*, vol. 28, pp. 21-26, 2008.
- [8] M. M., and R. Fellegari, "Solid Waste Characterization and Management within University Campuses case study: University of Tabriz," *Exilir Pollution*, vol. 43, pp. 6650-6654, 2012.
- [9] V. Chania, "Studi Timbulan, Komposisi, dan Potensi Daur Ulang Sampah Kampus Universitas Andalas Limau Manis Padang," Universitas Andalas, 2010.
- [10] Badan Standar Nasional, SNI 19-3964-1994, *Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan*. Jakarta, 1994.
- [11] Peraturan Pemerintah Nomor 95 Tahun 2021 tentang *Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum Universitas Andalas*, Jakarta, 2021.
- [12] Y. Ruslinda dan R. Hayati, "Anakisis karakteristik biologi sampah Kota Padang," *Jurnal Teknika*, vol. 20, no. 1, hal. 33-39, 2013.
- [13] R. O. Kadir, A. R. Nurfadillah, S. M. Umar, Y. E. Lestari, "Analisis Kepadatan Lalat Pada Rumah Makan Di Pasar Jajan Kota Gorontalo" *Jambura Journal of Epidemiology* vol. 1 no. 2, hal. 20,22, 55-60, 2022.
- [14] R. Masrida, "Kajian timbulan dan komposisi sampah sebagai dasar pengelolaan sampah di Kampus II Universitas Bhayangkara Jakarta Raya," *J. of Env. Eng. & Waste Management*, vol. 2, no. 2, pp. 69-78 69, 2017.
- [15] P. Yuliandari, E. Suroso, P. S. Anungputri, "Studi Timbulan Dan Komposisi Sampah Di Kampus Universitas Lampung," *Journal of Tropical Upland Resources* vol. 1, no. 1, pp., 121-127, 2019
- [16] Y. Dewilda, Julianto, "Kajian Timbulan, Komposisi, dan Potensi Daur Ulang Sampah Sebagai Dasar Perencanaan Pengelolaan Sampah Kawasan Kampus Universitas Putra Indonesia (UPI) ," *Prosiding Seminar nasional Pembangunan Wilayah dan Kota Berkelanjutan Tahun 2019*, hal. 142-151, 2019.
- [17] G. S. Gumilar dan S. Ainun, "Kajian Timbulan dan Komposisi Sampah di Kampus Institut Teknologi Nasional Bandung," *Jurnal Teknologi Lingkungan* vol. 22, no 1, hal. 96-103, 2021.
- [18] N. Larasati dan L. Fitria, "Analisis Sistem Pengelolaan Sampah Organik di Universitas Indonesia (Studi Kasus Efektivitas Unit Pengolahan Sampah UI Depok)," *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global*, vol. 1, no. 2, hal. 85-92, 2020.
- [19] N. A. Pascawati, E. D. Lustiyati, J. Untari, D. P. Ramadanti, "Pengelolaan Sampah di Perguruan Tinggi Sesuai Konsep *Green Campus* (Studi Kasus: Universitas Respati Yogyakarta)," *Dinamika Lingkungan Indonesia*, vol. 10, no. 2, hal. 70-81, 2023.

- [20] Badan Standar Nasional, SNI-19-3983-1995 tentang *Spesifikasi Timbulan Sampah Kota sedang dan Kota Kecil*, Jakarta, 1995.
- [21] Wulandari, L. Darmayanti dan J. Asmura, “Studi Karakteristik dan Potensi Pengolahan Sampah di Kampus Bina Widya Universitas Riau,” *JOM FTEKNIK* vol. 1 no. 2, hal. 1-12, 2014.
- [22] S. Moqbel, “Solid Waste Management in Educational Institutions: The Case of The University of Jordan,” *Journal of Environmental Research, Engineering and Management* vol. 74 no. 2, pp. 23-33, 2018.
- [23] Y. Ruslinda, M. A. Haqqoni, R. A. Lestari and H. Gunawan, “Performance analysis of buopore infiltration hole (BIH) composting base on soil texture and water infiltration rate,” *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences* vol. 17, no. 17, pp.1594-1601, 2022.
- [24] Kementerian Kesehatan, Peraturan Menteri Kesehatan No. 50 tahun 2017 tentang *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit serta Pengendaliannya*, Jakarta, 2017.
- [25] Kementerian Pekerjaan Umum, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 03 tahun 2013 tentang *Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*, Jakarta, 2017.