

Pengelolaan Sampah di Perguruan Tinggi Sesuai Konsep *Green Campus* (Studi Kasus: Universitas Respati Yogyakarta)

Nur Alvira Pascawati^{1*}, Elisabeth Deta Lustiyati², Jati Untari³, Dea Putri Ramadanti⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Respati Yogyakarta

*Koresponden E-mail: alvirapascawati@respati.ac.id

(Diterima: 20 Januari 2023 | Disetujui: 19 Juli 2023 | Diterbitkan: 31 Juli 2023)

Abstract: *The expansion and growth of Higher Education in Indonesia are very rapid with a large population, large area, and dense activity, resulting in significant waste generation. This study was to analyze and plan waste management according to the green campus concept. This research uses a descriptive explorative with a case study strategy at Universitas Respati Yogyakarta. The sample is all waste generated in the campus and the research instrument uses 2 guidelines: measurement of waste generation and composition refers to the SNI and waste management analysis based on guidelines from UI GreenMetric. The results showed that the generation and volume of waste were above the SNI values. The waste containers provided do not meet SNI: volume, number, color, and several waste collection tools. The campus has a program to reduce the use of paper and plastic, but it has not been maximized because there is no recycling program, >75% of organic waste has not been handled, there is no handling of B3 waste and the method of disposing of liquid waste is still conventional. The conclusion is that handling waste on site is a step that must be carried out before being disposed of in a container.*

Keywords: *volume; generation; waste; management; green campus*

PENDAHULUAN

Laporan *Brundtland* mendefinisikan bahwa pembangunan berkelanjutan sebagai “pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri” (UN, 2020). Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa dunia akan terus memiliki cukup air, material, dan sumber daya lain untuk sistem kehidupannya. Ini juga berarti bahwa setiap pembangunan harus memerlukan keseimbangan yang tepat dari segi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Sejak terbitnya Laporan *Brundtland* maka lingkungan keberlanjutan telah menjadi salah satu perhatian utama instansi pemerintah, perusahaan, dan organisasi lainnya (USEPA, 2015), Deklarasi Stockholm tahun 1972 membahas *sustainability* untuk Institusi Akademik (*Higher Education-SHE*). Deklarasi tersebut difokuskan untuk menemukan cara-cara di mana universitas yang terdiri para pimpinan, dosen, peneliti, dan mahasiswa dapat menggunakan sumber daya mereka dalam menjawab tantangan antara keseimbangan pembangunan manusia untuk pembangunan ekonomi dan teknologi dengan pelestarian lingkungan. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa Pendidikan Tinggi (PT) merupakan kontributor besar bagi masyarakat untuk mencapai lingkungan keberlanjutan (Foo, 2013), (Žalėnienė & Pereira, 2021).

Selama beberapa dekade terakhir, peringkat universitas telah menjadi fenomena global, namun sebagian besar berfokus pada pentingnya penelitian dan reputasi akademik, sementara isu-isu lingkungan hanya mendapat sedikit atau tidak ada perhatian sama sekali (Alshuwaikhat & Abubakar, 2008). Untungnya, inisiatif *Green Campus* telah mendapatkan momentum secara signifikan sejak deklarasi SHE (UNESCO, 2022), (Tiyarattanachai & Hollmann, 2016). Pada tahun 2010, Universitas Indonesia (UI) menetapkan *UI GreenMetric World University Ranking* sebagai platform bagi seluruh universitas untuk berbagi informasi dan praktik mereka dalam mencapai keberlanjutan di kampus mereka (ILRC, 2020). *UI GreenMetric World University Ranking* juga memberikan kesempatan bagi setiap universitas untuk mengkaji kekuatan dan kelemahan mereka dalam mempromosikan universitas hijau dan pembangunan berkelanjutan (Suwartha & Sari, 2013). Metode pemeringkatan didasarkan pada enam (6) kategori utama yang meliputi pengaturan dan infrastruktur, transportasi, pengelolaan limbah, energi dan perubahan iklim, penggunaan air, dan pendidikan lingkungan (Lourrinx & Arief Budihardjo, 2019).

Fakta menunjukkan bahwa perluasan dan pertumbuhan perguruan tinggi di Indonesia sangat pesat (Digdowiseiso, 2020) dengan jumlah mahasiswa terdaftar mencapai 6.924.511 orang atau 21% lebih banyak dibandingkan jumlah penduduk di Singapura (Kemenristek, 2019). Kondisi ini mengakibatkan timbunan limbah yang signifikan karena populasi

yang besar, area yang luas dan berbagai aktivitas yang berlangsung di kampus. Ini menjadi tantangan yang sangat besar jika tidak dilakukan pengolahan dan pengelolaan limbah yang sistematis, menyeluruh dan berkelanjutan (Adeniran *et al.*, 2017), (Bahçelioğlu *et al.*, 2020). Perguruan Tinggi juga memiliki tanggung jawab terhadap lingkungan dan diharapkan dapat menjadi pelopor dan teladan di masyarakat melalui gerakan melindungi lingkungan khususnya untuk pengelolaan sampah (Tangwanichagapong *et al.*, 2017), (Washington-Ottombre *et al.*, 2018). Universitas Jordan telah mengukur pencapaian kampus yang berkelanjutan melalui aspek sistem pengelolaan sampah karena aspek ini berada di garis depan keberlanjutan kampus dan inisiatif kampus hijau (Hindiyeh *et al.*, 2022). Namun, penelitian lain juga menunjukkan bahwa hanya 49,5% mahasiswa yang menyatakan keprihatinan serius tentang praktik pengelolaan sampah di kampus (Ifegbesan *et al.*, 2017), (Kusumaningtyas *et al.*, 2019).

Daerah Istimewa Yogyakarta adalah satu dari sepuluh provinsi dengan perguruan tinggi terbanyak di Indonesia (Kemenristek, 2019), salah satunya adalah Universitas Respati Yogyakarta (UNRIYO). Sampah yang dihasilkan dari aktivitas pendidikan di UNRIYO belum melalui proses pengelolaan, namun langsung dibuang ke Tempat Pengolahan Akhir Sampah (TPST) Piyungan. Keterbatasan TPST

Piyungan menimbulkan masalah sosial dan lingkungan karena dapat menimbulkan ledakan dan longsor akibat *overload* karena tercampurnya sampah B3, organik dan anorganik karena tidak pengelolaan sampah dari sumbernya (Mulasari *et al.*, 2016). Terkait permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis pengelolaan sampah di UNRIYO sesuai konsep *green campus*. Selain itu, peneliti juga melakukan identifikasi sumber, jenis, jumlah sampah dan potensi pencemaran lingkungan yang dapat terjadi di Lingkungan Kampus. Hasil penelitian ini dapat memberikan potret bagi perguruan tinggi sejenis dalam merancang konsep lingkungan kampus yang berkelanjutan dari aspek pengelolaan sampah

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif exploratif dengan strategi studi kasus. Penelitian ini dilakukan di Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Respati Yogyakarta (UNRIYO) di Jalan Raya Tajem KM 1,5 Maguwoharjo, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta (Gambar 1) dengan pembagian lahan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Peta Kampus 2 UNRIYO (Koordinat Lokasi: -7.744991205793075, 110.43346492327525)

Waktu observasi dilakukan selama 7 hari (19-25 September 2022) dengan populasi penelitian adalah seluruh sampah (organik, anorganik, dan B3) yang dihasilkan di area kampus dan seluruh dokumen terkait program daur ulang sampah di kampus.

Instrument dan Variabel Penelitian

Instrument penelitian menggunakan 2 pedoman, yaitu: 1) Pengukuran timbulan dan komposisi

sampah merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-3964-1994 (BSN, 1994); 2) Analisis pengelolaan limbah berdasarkan program *green campus* menggunakan pedoman dari UI *Greenmetric* (ILRC, 2020).

Variabel yang diukur adalah: 1) Level pewardahan sampah berdasarkan volume wadah. 2) Timbulan sampah berdasarkan volume dan berat timbulan sampah. 3) Komposisi sampah berdasarkan persentase komponen komposisi sampah. 4) Kondisi existing pengolahan limbah organik, an-organik dan

B3. 5) Program daur ulang sampah di kampus 6) Program kampus untuk mengurangi penggunaan kertas dan plastik. 7) Rekomendasi rancangan sistem pengolahan sampah.

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dibagi menjadi 2, yaitu: 1) Untuk menghitung timbulan dan komposisi sampah di kampus menggunakan nilai rata-rata. 2) Menghitung skor pengelolaan limbah berdasarkan UI *GreenMetric* menggunakan rincian penilaian dari pedoman *green campus* (ILRC, 2020). Hasil akhir menggunakan rumus sebagai berikut (Sugiyono, 2013):

$$N_p = \frac{TI}{NM} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

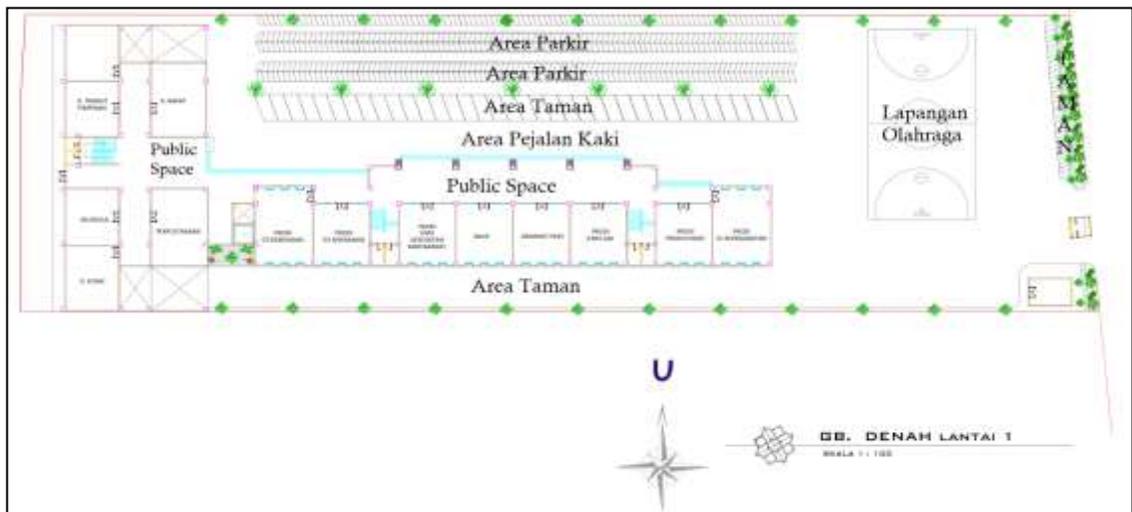
- Np : Nilai capaian
- TI : Total nilai indikator
- NM : Nilai maksimal = 1.800
- 100 : Jumlah tetap

Kriteria, jika: 1) Nilai interval 81-100: telah melaksanakan konsep *green campus* dengan sangat baik, 2) Nilai interval 61-80: baik, 3) Nilai interval 41-60: cukup baik, 4) Nilai interval: 21-40: kurang baik, 5) Nilai interval: 0-20: melaksanakan konsep *green campus* dengan sangat tidak baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lokasi

Universitas Respati Yogyakarta (UNRIYO) merupakan salah satu Perguruan Tinggi Swasta di D.I. Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan di Kampus 2 yang memiliki luas lahan 6.254 m² dan luas bangunan 10.484m² serta terdiri dari 2 gedung, yaitu gedung A terdiri dari 5 lantai 39 ruangan dan gedung B terdiri dari 6 lantai 40 ruangan. Area taman memiliki luas 2100m² yang berfungsi sebagai area hijau, jalan utama serta lahan parkir. Gambar 2 adalah denah lokasi pengukuran timbulan dan komposisi sampah yang dihasilkan di UNRIYO.



Gambar 2. Denah Lokasi Penelitian (Skala 1:100)

Pewadahan Sampah

Pewadahan sampah adalah penampungan sampah sementara secara individual maupun komunal yang bertujuan untuk memudahkan proses pengangkutan dan pemilahan. Wadah sampah kampus terdiri dari 3 level, sebagai berikut:

1. Wadah sampah *level-1* memiliki kapasitas volume 40-liter sebanyak 39 buah, diletakan pada Ruang Program Studi, Ruang Administrasi, Perpustakaan, Depan Musala, Ruang Rapat dan Depan Toilet Wanita.
2. Wadah sampah *level-2* memiliki kapasitas volume 120-liter sebanyak 25 wadah diletakkan di setiap lantai masing-masing gedung, *basement* dan area

- taman. Terdapat 2 wadah sampah terpilah di area taman, namun belum dioptimalkan sesuai fungsinya.
3. Wadah sampah *level-3* memiliki kapasitas volume 4.576-liter sebanyak 1 buah yang terletak di area taman sebagai TPS sementara.

Timbulan dan Volume Sampah

Perhitungan berat timbulan sampah di lingkungan kampus merujuk pada SNI 19-3964-1994 (BSN, 1994) berdasarkan berat sampah yang dihasilkan oleh satu orang dalam satu hari di lingkungan kampus dengan total sampah dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Gambaran Timbulan dan Volume Sampah selama 7 hari di Kampus

Hari	Perkiraan Jumlah Orang (Hari)	Berat Timbulan Sampah		Volume Timbuan Sampah	
		Kg/Hari	Kg/Orang/ Hari	Liter /Hari	Liter/Orang/Hari
Pertama	2.267	31,37	0,014	600,00	0,265
Dua	1.298	24,78	0,019	561,00	0,433
Tiga	1.401	48,28	0,034	673,60	0,481
Empat	1.163	30,75	0,026	529,60	0,455
Lima	2.029	27,63	0,014	532,80	0,263
Enam	2.003	22,46	0,011	494,40	0,247
Tujuh	1.385	39,14	0,028	604,80	0,437
	Rata-Rata		0,021		0,369

Keterangan: Hari pertama: Senin; hari kedua: Selasa, hari ketiga: Rabu, hari keempat: Kamis, hari kelima: Jumat, hari keenam: Sabtu, hari ketujuh: minggu

Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan timbulan sampah di kampus tiap hari yang dihasilkan oleh satu orang paling tinggi sebesar 0,028 kg/orang/hari dan terendah sebesar 0,011 kg/ orang/hari dengan rata-rata selama 8 hari yaitu 0,013 kg/orang/hari. Hasil perhitungan volume sampah di kampus setiap hari yang dihasilkan satu orang paling tinggi sebesar 0,42 liter/orang/hari dan terendah sebesar 0,21 liter/orang/hari.

Timbulan Berat dan Volume Sampah Kampus

Standar normal timbulan sampah yang dihasilkan per orang dalam 1 hari di wilayah pendidikan berdasarkan SNI-19-3983-1995 adalah 0,010 - 0,020 kg/orang/hari (BSN, 1994). Standar ini menunjukkan bahwa timbulan sampah di lingkungan kampus selama 7 hari pengukuran terdapat 3 hari memiliki nilai di atas standar, yaitu hari ke 3, hari ke 4, hari ke 7 dan berdasarkan nilai rata-rata telah

berada di atas nilai SNI yaitu 0,021kg/orang/hari. Hasil analisis volume timbulan sampah juga menunjukkan di atas nilai SNI yaitu rata-rata 0,369/kg/orang/hari. Artinya setiap kenaikan volume timbulan sampah akan diikuti oleh kenaikan berat timbulan sampah atau sebaliknya. Berat dan volume timbulan sampah di lingkungan kampus dipengaruhi oleh jumlah orang yang menghasilkan sampah, jumlah dan durasi kegiatan, seperti pengajaran, rapat/pertemuan, pengabdian, dan seminar atau workshop. Kondisi ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan di Universitas Indonesia, Universitas Diponegoro dan Universitas Podomoro yang menyatakan bahwa jumlah orang dan aktivitas mempengaruhi jumlah sampah dan sisa makanan yang dihasilkan (Larasati & Fitria, 2020), (Arindya *et al.*, 2016), (Safitri *et al.*, 2020).

Tabel 2. Gambaran Timbulan Sampah selama 7 hari berdasarkan area kampus

Hari	Berat Timbulan Sampah Area Kampus						
	Lantai Gedung A dan B					Basement	Taman
	1	2	3	4	5		
Pertama	5,87	7,63	6,81	6,47	0,16	-	4,43
Dua	2,48	1,51	5,29	2,35	1,56	0,38	11,26
Tiga	7,92	7,79	8,32	5,57	1,92	0,49	16,28
Empat	3,04	5,76	2,68	5,82	1,12	-	12,34
Lima	3,27	6,58	4,70	5,02	1,23	0,61	6,22
Enam	1,83	3,68	6,10	1,68	1,60	-	7,59
Tujuh	5,40	5,90	7,84	1,93	0,99	0,50	16,59
Total	29,81	38,85	41,74	28,84	14,89	1,98	74,71
Rata-Rata	4,26	5,55	5,96	4,12	2,12	0,28	10,67

Tabel 2 menggambarkan timbulan sampah selama 7 hari diberbagai area dengan hasil yang berfluktuasi. Kondisi ini dipengaruhi oleh jumlah pelaku penghasil sampah yaitu mahasiswa, tenaga pengajar dan tenaga kependidikan serta jenis aktivitas yang berlangsung pada hari tersebut. Berdasarkan area kampus ditemukan timbulan sampah paling tinggi berada di area taman yang justru merupakan area hijau, tempat olahraga *outdoor*, lahan parkir dan jalan. Berdasarkan area lantai gedung, ditemukan timbulan sampah paling tinggi berada di lantai 3 yang seluruh

ruangannya merupakan area kelas yang banyak ditempati mahasiswa saat perkuliahan dan saat diskusi atau menunggu pergantian jam pembelajaran. Hasil perhitungan timbulan sampah yang dihasilkan satu orang setiap hari di lingkungan kampus paling tinggi sebesar 10,67 kg/orang/hari dan nilai terendah adalah 2,12 kg/orang/hari.

Jenis dan komposisi sampah yang dihasilkan di kampus selama 7-hari berdasarkan total berat sampah yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Komposisi Sampah di Kampus

Jenis Sampah	Komposisi Sampah	Timbunan Sampah		
		Kg/Jenis	Persentase/Komposisi	Persentase/Jenis
Total Berat Sampah Organik: Sisa Makanan		32,30	100,00	20,62
Anorganik	Plastik	88,87	72,87	
	Kaca	1,32	1,08	
	Kaleng	0,28	0,23	
	Styrofoam	1,07	0,88	
	Kertas	30,41	24,94	
Total Berat Sampah Anorganik		121,95	100,00	77,86
Total Berat Bahan Beracun Berbahaya (B3): Panty-liner/Pembalut		2,38	100,00	1,52
Total Sampah		156,62	100,00	100,00

Tabel di atas menunjukkan total hasil timbunan sampah selama 7 hari memiliki berat 156,62 Kg. Komposisi sampah yang paling banyak dihasilkan adalah sampah plastik dengan berat 88,87 Kg, sisa makanan dengan berat 32,30 Kg, dan kertas dengan berat 30,41 Kg. Hal ini menunjukkan bahwa 77,86% jenis sampah yang paling banyak dihasilkan adalah sampah An-organik dengan berat total 121,95 Kg (77,86%).

Jenis sampah terbanyak di lingkungan kampus adalah sampah anorganik dengan berat total sampah selama 7 hari mencapai 121,95 kg (77,86%) dengan komposisi sampah berupa plastik dan kertas. Artinya sebagian sampah di kampus dapat didaur ulang, 20,62% sampah dapat dijadikan kompos dan hanya 2,2% sampah yang tidak dapat didaur ulang seperti sampah B3 dan *Styrofoam*. Jenis dan komposisi sampah yang dapat didaur ulang di UNRIYO cukup tinggi jika dibandingkan dengan universitas lain yang telah mengimplementasikan *green kampus*, seperti *University of Jordan* hanya 55% yang berpotensi untuk didaur ulang (Moqbel *et al.*, 2020) *University of Baja California* (UABC) hanya 34% sampah yang berpotensi didaur ulang (Armijo de Vega *et al.*, 2008). Persentase sampah yang tidak dapat didaur ulang di UNRIYO hampir sama dengan studi yang dilakukan di *Bahir Dar Institute of Technology* yang menemukan hanya 3,6% sampah (Aragaw *et al.*, 2016).

Tingginya sampah plastik yang dihasilkan dari aktivitas kampus jika tidak melalui proses daur ulang akan berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan karena sifat sampah ini tidak dapat diuraikan dan jika dapat terurai maka sampah plastik memerlukan waktu 50 - 80 tahun (Okunola A *et al.*, 2019). Sampah plastik yang berada di tanah juga menyebabkan tanah mengandung partikel racun plastik yang berdampak pada tingkat kesuburan tanah, sedangkan sampah plastik yang berada di sungai atau saluran irigasi dapat menimbulkan penyumbatan dan pendangkalan aliran air yang memicu terjadinya banjir. Bagi kesehatan sampah

plastik dapat menjadi tempat potensial perkembangbiakan vektor penyakit (Honingh *et al.*, 2020).

Penanganan Sampah di Kampus

Secara umum penanganan sampah di Kampus 2 hanya di buang begitu saja ke wadah sampah tanpa adanya pemilahan maupun perlakuan lain yang bertujuan untuk mengurangi timbunan sampah dari sumbernya. Seluruh sampah yang telah masuk ke wadah di proses melalui tindakan pengambilan, pengumpulan, dan pemindahan sampah dari sumbernya menuju ke tempat penampungan sementara (TPS). Sistem penanganan sampah ke TPS menerapkan pola tidak langsung atau komunal dengan 2 metode, yaitu: *Hauled container system* dan *Stationary container system*.

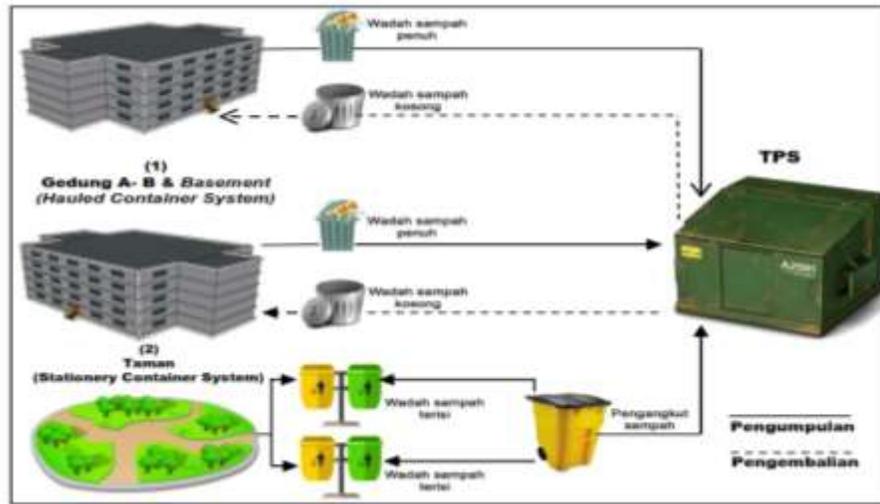
Pengolahan Sampah di Kampus

Hasil observasi menunjukkan bahwa proses pengolahan sampah dilakukan dalam bentuk transformasi yaitu pemilahan sampah yang dilakukan oleh *Cleaning Service (CS)* berdasarkan inisiatif CS. Proses pemilahan hanya dilakukan pada jenis sampah yang memiliki nilai jual, seperti botol plastik, kaleng dan kertas.

Pengangkutan dan Pembuangan Akhir

Pengangkutan dan pembuangan akhir menggunakan jasa dari Unit Pelaksana Teknis Pelayanan Persampahan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Sleman. Sampah yang di angkut merupakan sampah yang telah terkumpul di TPS kampus dengan frekuensi pengangkutan 4-8 kali dalam satu bulan tergantung tingkat kepenuhan sampah pada TPS.

Siklus penanganan sampah di Kampus melalui 2 metode seperti pada gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Penanganan Sampah di Kampus: (1) *Hauled container system*; (2) *Stationary container system*

Hauled container system tipe konvensional (gambar 3.1). Semua sampah yang berada pada wadah level 1 di bawah menuju TPS dan wadah yang telah kosong dikembalikan ke titik semula.

Stationary container system (gambar 3.2). Penanganan sampah di area taman dilakukan dengan mengambil sampah pada wadah level 2 kemudian dipindahkan ke armada pengangkut sampah sampai wadah sampah kosong.

Jadwal pengumpulan sampah dilakukan pada pagi hari sebelum aktivitas akademik di mulai dengan frekuensi pengumpulan dari hari Senin-

Jumat. Proses pengumpulan sampah dilakukan oleh staf *cleaning service* dengan rasio tenaga pengumpul pada setiap lantai di gedung A dan B sebanyak 1-2 orang, pada area *basement* 1 orang dan area taman sebanyak 2 orang.

Gambaran Limbah Kampus berdasarkan UI Green Metric

Tabel 4 menunjukkan hasil penilaian pengelolaan limbah FIKES UNRIYO berdasarkan indikator UI *Green Metric*

Tabel 4. Hasil Penilaian Pengelolaan Limbah berdasarkan UI *Green Metric*

Kode	Kategori dan Indikator	Kondisi Eksisting	Bobot
WS_1	Program daur ulang sampah di kampus	Penanganan sampah di kampus hanya di buang begitu saja dari wadah level 1 dan level 2 ke wadah level 3 tanpa perlakuan untuk mengurangi timbulan sampah dari sumbernya. (Bobot 1: Tidak ada program daur ulang sampah)	0
WS_2	Program kampus untuk mengurangi penggunaan kertas dan plastik di Kampus	<ul style="list-style-type: none"> Program mengurangi penggunaan kertas melalui sistem persensi dan pelaksanaan Ujian Tengah Semester (UTS) dan Ujian Akhir Semester (UAS) menggunakan Learning Management System (LMS) universitas. Kegiatan Pengenalan Kampus bagi Mahasiswa Baru dan kegiatan kemahasiswaan mewajibkan penggunaan tumbler. Program penggunaan e-book pada beberapa panduan akademik mahasiswa dan dosen Pencetakan pedoman/panduan dua sisi Menggunakan produk yang dapat di isi ulang. (Bobot 5: Lebih dari 3 program)	1,00x300= 300
WS_3	Pengolahan limbah organik	Belum ada pengolahan limbah organik. Namun, ada peraturan dari Kampus agar pemilik kios kantin mengolah sampah sendiri atau tidak membuang sampah sisa makanan di lingkungan kampus. (Bobot 1: 1-25% ditangani)	0,25x300= 75
WS_4	Pengolahan limbah	Pengolahan limbah anorganik dilakukan oleh petugas	0,25x300= 75

	anorganik	<i>cleaning service</i> berdasarkan inisiatif petugas. Sampah yang dipilah adalah jenis yang masih memiliki nilai jual, seperti botol plastik, kaleng dan kertas. (Bobot 2: Sebagian (1-25%))	
WS_5	Penanganan limbah beracun di Kampus	Sampah B3 yang mendominasi adalah pembalut wanita dan <i>pentyliner</i> dan batu baterai. Tidak ada proses penanganan secara terpisah (Bobot 1: Tidak diberlakukan)	0
WS_6	Pembuangan limbah cair	Jenis limbah cair adalah: air sabun, air detergen sisa cucian dan air tinja. Selain itu terdapat air limbah dari rembesan dan luapan (<i>infiltration and inflow</i>). Air limbah merembes dalam saluran pembuangan melalui pipa yang pecah, rusak, atau bocor, sedangkan luapan dapat melalui bagian saluran yang membuka atau yang terhubung kepermukaan. Contoh: air buangan dari talang atap dan pendingin ruangan (AC). Kampus menggunakan Septic Tank untuk limbah tinja. (Bobot 2: Ditangani secara konvensional)	0,25x300= 75
		Total	475
		Nilai Capaian (Np)	26,4

Tabel 4 menunjukkan bahwa pengelolaan limbah berdasarkan indikator UI GreenMetric menghasilkan Nilai Capaian (Np)= 26,4 artinya kampus menjalankan sistem pengelolaan limbah yang masih kurang baik untuk menuju *Green Campus*.

Permasalahan Penanganan Sampah di Kampus

Penanganan sampah di lingkungan kampus dilakukan secara konvensional karena hanya di buang ke wadah sampah tanpa adanya pemilahan maupun perlakuan lain yang bertujuan untuk mengurangi timbulan sampah dari sumbernya. Hal ini disebabkan karena: 1) Belum semua civitas akademika memahami konsep dan memiliki kesiapan dalam pengelolaan sampah yang tepat, sehingga daya dukung terhadap implementasi daur ulang sampah masih kurang kuat. 2) Komitmen pimpinan dan manajemen kampus yang masih lemah untuk mewujudkan program daur ulang sampah. 3) Belum ada peraturan dari kampus tentang pengelolaan sampah, seperti: membuang sampah sesuai wadah yang disediakan secara terpilah beserta sanksi yang mengikat, termasuk sosialisasi peraturan tentang pengurangan penggunaan kemasan sekali pakai. Permasalahan ini juga sejalan dengan beberapa penelitian tentang pengelolaan limbah di beberapa kampus untuk mewujudkan *Green Campus*. Para peneliti menyatakan bahwa tingkat pemahaman civitas akademika yang masih rendah dan lemahnya kebijakan pimpinan (Puspadi *et al.*, 2016), (Buana *et al.*, 2018).

Rekomendasi Penanganan Sampah di Kampus

Penanganan di tempat merupakan tahapan yang harus dilakukan oleh sumber sampah atau pelaku penghasil sampah dengan memberikan suatu perlakuan terhadap sampah yang dihasilkan sebelum

di buang ke wadah sampah. Kegiatan pada tahapan ini bervariasi menurut jenis sampahnya, meliputi *sorting*, *reuse* dan *recycle* dengan tujuan untuk mereduksi besarnya sampah (Widiyarsi *et al.*, 2021). Berdasarkan permasalahan ini, kami merekomendasikan sistem pengelolaan sampah sesuai SNI-19-3983-1995, yaitu: pemilahan, mengurangi, daur ulang dan pewadahan.

Pemilahan (*Sorting*). Pemilahan adalah kegiatan mengategorikan dan memilah sampah sesuai dengan jenis, jumlah dan/atau sifat sampah yang merupakan tanggung jawab orang yang menghasilkan sampah (Peraturan Daerah Kota Yogyakarta Tentang Pengelolaan Sampah, 2012), (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan, 2013). Jenis sampah yang dominan di lingkungan kampus adalah an-organik dan organik dengan komposisi: plastik, daun, sisa makanan dan kertas, maka sebaiknya proses pemilahan dapat dibedakan berdasarkan jenis sampah yang dominan. Pemilahan minimal dibagi menjadi dua kategori, seperti yang diterapkan oleh Fakultas Teknik UI, yaitu organik dan anorganik. Ke depannya sesuai kebutuhan dapat ditambah menjadi lima kategori, seperti yang dilakukan oleh Fakultas Ekonomi dan Bisnis UNDIP yaitu sampah organik, sampah plastik, sampah kertas dan karton, sampah B3 dan sampah residu (Larasati & Fitria, 2020), (UI, 2018), (Novarti *et al.*, 2016). Upaya menciptakan pengelolaan sampah yang menyeluruh dan berkesinambungan harus diikuti dengan pemberian edukasi, promosi dan peraturan terkait pentingnya melakukan pemilahan sampah, karena proses ini tidak akan berhasil jika tidak ada kesadaran dari para pelaku penghasil sampah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Damanhuri bahwa persoalan utama

untuk melakukan pemilahan adalah bagaimana meningkatkan keterlibatan masyarakat karena sampah yang dihasilkan belum tercampur atau terkontaminasi oleh sampah lainnya, sehingga mudah untuk dilakukan proses daur ulang (Damanhuri & Padmi, 2010).

Mengurangi (*reduce*). Proses mengurangi atau membatasi merupakan aktivitas yang mengupayakan agar sampah yang dihasilkan lebih sedikit termasuk didalamnya terdapat penghematan dan pemilihan produk yang dapat digunakan berkali-kali (Damanhuri & Padmi, 2010), (Sartiyono, 2020). Pihak kampus telah melakukan berbagai kegiatan untuk mengurangi sampah dengan pemilihan produk yang dapat diisi ulang, seperti: air minum dan tinta pulpen. Peraturan membuat panduan/pedoman secara digital dan *hardfile* menggunakan cetak dua sisi, mengurangi penggunaan kertas dengan pengiriman undangan rapat secara digital dan melaksanakan ujian secara *online* atau *offline* menggunakan *learning management system*. Kami merekomendasikan agar pimpinan membuat kebijakan tentang setiap acara di lingkungan kampus tanpa menyediakan air dalam kemasan dan menggunakan piring yang tidak menyisahkan sampah.

Daur Ulang (*recycle*). Daur ulang merupakan kegiatan pemanfaatan sebaik mungkin sampah yang tidak dapat dimanfaatkan secara langsung melalui proses intervensi sehingga dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku (Zamroni, 2020). Civitas akademika dari kalangan mahasiswa dan dosen dapat menyusun berbagai program daur ulang sampah, seperti: mengolah sampah organik menjadi pupuk kompos, membuat biopori di area kampus, mendaur ulang kembali sampah kertas atau menjual sampah plastik yang dapat daur ulang kepada pihak ketiga karena pada era digital saat ini banyak gerakan peduli lingkungan dengan bantuan teknologi.

Pewadahan sampah merupakan cara penampungan sampah sementara baik secara individual maupun komunal agar mudah dalam proses pengangkutan dan pemilahan. Idealnya jenis wadah dibedakan sesuai dengan komposisi sampah agar lebih memudahkan dalam upaya daur-ulang (Lange, 2021). Hasil observasi menunjukkan lingkungan kampus hanya menggunakan satu wadah untuk semua komposisi sampah, sehingga mempersulit proses *reduce*, *reuse* dan *recycle* (3R). Berikut adalah rekomendasi jenis pewadahan sampah yang dapat digunakan oleh lingkungan kampus sesuai dengan: 1) Timbulan sampah yang dihasilkan; 2) Lokasi penempatan wadah; 3) Warna wadah sesuai jenis sampah terpilah, dan 4) Jumlah yang dibutuhkan berdasarkan SNI 19-2425-2002 dan SNI 3242-2008 (BSN, 2002), (BSN, 2008).

Ukuran Wadah Sampah

Ukuran wadah sampah di lingkungan kampus telah sesuai dengan SNI 19-2425-2002 dan SNI 3242-2008, namun belum sesuai antara kapasitas volume wadah sampah dengan timbulan sampah yang dihasilkan. Kapasitas volume yang dapat diterapkan adalah wadah sampah volume 40-140 liter dan volume wadah komposter untuk mengolah sampah organik, yaitu 500 – 1.000 liter.

Jumlah Wadah Sampah

Jumlah wadah sampah di lingkungan kampus masih tidak sesuai dengan volume sampah yang dihasilkan karena menentukan jumlah wadah sampah terpilah harus berdasarkan pada data total volume timbulan sampah yang dihasilkan di lingkungan kampus sebanyak 4.464 liter. Sampah ini bersumber dari timbulan sampah gedung A, gedung B dan *basement* sebanyak 3.904-liter dan area taman sebanyak 570 liter.

Berdasarkan pada kondisi tersebut, maka kami merekomendasikan: (1) Jumlah wadah sampah di gedung dan *basement* untuk wadah sampah 40 liter adalah = $\frac{3.904 \text{ liter}}{40 \text{ liter}}$, jadi dibutuhkan 98 wadah (saat ini hanya tersedia 39 wadah). (2) Wadah sampah 170 liter untuk area gedung dan *basement* adalah = $\frac{3.904 \text{ liter}}{170 \text{ liter}}$, jadi dibutuhkan 23 wadah dan (saat ini jumlah ini sudah sesuai kebutuhan). (3) Wadah sampah 170 liter untuk area taman adalah = $\frac{570 \text{ liter}}{170 \text{ liter}}$, jadi dibutuhkan 4 wadah (saat ini hanya tersedia 2 wadah). Kampus juga belum memiliki wadah khusus untuk komposter, jadi kami merekomendasikan untuk disediakan 1 wadah dengan kapasitas 800 liter yang khusus untuk daur ulang sampah organik, seperti pupuk dan biopori.

Penempatan Wadah Sampah

Letak dan kebutuhan sistem penanganan sampah dibagi menjadi 3 level, yaitu: (1) Wadah sampah *level-1* diletakkan di tempat yang mudah terlihat dan dicapai, tidak statis agar mudah untuk dibawa dan diangkat. Kami merekomendasikan wadah ini dapat diletakkan di ruang perkantoran, ruang rapat, ruang kuliah dan toilet. (2) Wadah sampah *level-2* berfungsi sebagai titik temu antara sumber sampah dan wadah *level-1* untuk memudahkan saat dipindah dan diangkut. Wadah ini diletakkan di luar ruangan dan bersifat tidak permanen, sehingga dapat diletakkan di koridor setiap lantai pada masing-masing gedung, kantin dan area Taman. (3) Wadah *level-3* merupakan wadah sentral dengan volume besar yang dapat menampung sampah dari wadah *level-2* dengan kapasitas sesuai dengan timbulan sampah yang di tampung. Konstruksi wadah ini harus kuat dan tahan terhadap korosi, kedap air, tidak mengeluarkan bau, tidak dapat dimasuki serangga, binatang dan air hujan. Observasi kami menemukan wadah *level 3*

yang dimiliki kampus belum memenuhi syarat tersebut karena tidak memiliki atap atau penutup. Kami merekomendasikan agar ada perubahan konstruksi pada wadah ini dengan daya tampung 4.575-liter timbulan sampah. Namun, timbulan ini akan berkurang jika pihak kampus dapat menerapkan konsep 3R dengan baik.

Warna Wadah Sampah

Warna pada wadah sampah bertujuan untuk menunjukkan pewadahan yang sesuai dengan jenis sampah yang terpilah untuk mendorong terjadinya upaya daur-ulang sampah. Warna wadah yang digunakan di lingkungan kampus tidak ditujukan untuk memisahkan jenis sampah, oleh karena itu kami merekomendasikan warna wadah yang dapat digunakan di beberapa kampus dengan tujuan untuk memilah sampah, yaitu: 1) Warna gelap (contoh: biru) untuk sampah organik. 2) Warna terang (contoh: kuning) untuk sampah anorganik. 3) Warna merah untuk sampah bahan berbahaya dan beracun (B3). Fakultas Teknik UNDIP memilah sampah menjadi 5 jenis dengan ketentuan sebagai berikut: 1) Warna hijau untuk sampah organik. 2) Warna biru untuk sampah kertas. 3) Warna kuning untuk sampah plastik. 4) Warna abu-abu untuk sampah residu, dan 5) Warna merah untuk sampah B3. Selain perbedaan warna dapat ditambahkan gambar dan tulisan sebagai panduan untuk membuang sampah secara terpilah ke wadah yang telah disediakan (Arindya *et al.*, 2016).

Pengumpulan Sampah

Pengumpulan merupakan tindakan pengambilan, pengumpulan, dan pemindahan sampah dari sumbernya menuju Tempat Penampungan Sementara (TPS) atau tempat pengolahan sampah terpadu (TPST) dengan menggunakan gerobak atau kendaraan yang memiliki ruang untuk menampung sampah. Beberapa hasil penelitian sebelumnya menunjukkan terdapat 4 jenis pola pengumpulan sampah yang dapat diterapkan, yaitu pola pengumpulan individual tidak langsung, pengumpulan secara manual, *stationary container system* dan *hauled container system* tipe konvensional. Dalam proses pengumpulan sampah diperlukan penampungan sampah sementara berupa kontainer dan alat pengangkut berupa gerobak motor atau *arm roll truck* yang berfungsi untuk memindahkan sampah dari sumbernya menuju rumah kompos dan TPS atau TPST, (Kementerian ESDM, 2015). Sampah yang telah melalui proses pemilihan diangkut dengan alat angkut yang terpisah antara sampah organik, anorganik dan B3.

Kampus memerlukan rancangan sistem pengelolaan sampah yang sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan dengan menetapkan metode dan jumlah alat bantu untuk mengumpulkan dan mengangkut sampah. Jenis alat bantu yang dapat

digunakan berupa kontainer yang dilengkapi roda dan gerobak yang memiliki ruang untuk mengumpulkan sampah. Kami merekomendasikan jumlah alat pengangkut sampah bagi lingkungan kampus berdasarkan SNI 3242-2008 adalah: jika volume timbulan sampah sebanyak 4.474 liter, volume alat angkut 1.000 liter dan rotasi pengangkutan hanya 1 kali, maka jumlah alat angkut yang dibutuhkan adalah: $\frac{4.474 \text{ liter}}{1.000 \times 1,2 \times 1} = 3,73$. Jadi

kebutuhan alat pengumpul sampah berupa kontainer atau gerobak dengan kapasitas 1.000-liter adalah 4 buah. Alat angkut telah dilengkapi dengan batas yang memisahkan sampah sesuai jenisnya.

Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah adalah suatu proses mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah berdasarkan jenis dan komposisinya (Abdel-Shafy & Mansour, 2018). Sebagian besar komposisi sampah yang dihasilkan di lingkungan kampus UNRIYO memiliki kesamaan karakteristik dengan Fakultas Kedokteran dan Fakultas Perikanan-Ilmu Kelautan UNDI. Kadar air 55,03% dan 25,05%, kadar abu 7,95% dan 6,96%, serta nilai kalori sebesar 3.433,07 Kkal/Kg dan 3.679,54 Kkal/Kg (Diah Indra Rini, Elisabeth Priscila, Dwi Siwi Handayani, 2016). Berdasarkan karakteristik tersebut, maka kami merekomendasikan pengolahan sampah *compostable*, berupa sisa makanan dan daun dapat dilakukan metode *windrow composting* dan *anaerobic digestion* dan sampah daun juga dapat dibuat briket bioarang. Sampah *non-compostable* seperti plastik, kertas, logam dan kaca dilakukan pengolahan berupa *recycle* yang kemudian dijual ke pihak ketiga/pegepul sampah atau bandar lapak.

Pengolahan sampah dengan cara insenerasi dapat dilakukan untuk semua jenis sampah *compostable*, *non-compostable* dan residu (Diah Indra Rini, Elisabeth Priscila, Dwi Siwi Handayani, 2016). Pengolahan sampah B3 yang dihasilkan dalam aktivitas kampus memiliki sifat, konsentrasi, dan jumlah yang memerlukan pengelolaan khusus dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) karena tidak dapat didaur-ulang. Sesuai penelitian sebelumnya dan PP nomor 18 diwajibkan untuk menyimpan sampah B3 maksimal 90 hari, dikemas dan diberikan simbol serta label yang menunjukkan karakteristik dari sampah tersebut (Ardiatma, 2019).

KESIMPULAN

Penanganan sampah di lingkungan kampus dilakukan secara konvensional karena hanya di buang ke wadah sampah tanpa ada perlakuan untuk mengurangi timbulan sampah dari sumbernya. Kondisi ini mengakibatkan timbulan dan volume sampah yang dihasilkan berada di atas standar nilai SNI. Jenis sampah terbanyak adalah sampah

anorganik (77,86%) dan sampah organik (20,62%). Wadah sampah yang disediakan belum memenuhi standar SNI. Kampus telah menerapkan program untuk mengurangi penggunaan kertas dan plastik, namun belum maksimal karena tidak ada program daur ulang, >75% sampah organik belum tertangani, belum ada penanganan limbah B3, dan pembuangan limbah cair masih konvensional. Hasil penilaian sistem pengelolaan sampah berdasarkan instrument UI *Green Metric* mendapatkan skor yang kurang baik untuk UNRIYO menuju *Green Campus*.

Rekomendasi pengelolaan sampah di UNRIYO untuk menuju *Green Campus* harus melakukan tahapan penanganan sampah di tempat sebelum di buang ke wadah sampah meliputi *sorting*, *reuse*, dan *recycle*. Ukuran dan jumlah wadah sampah disesuaikan dengan volume sampah. Letak wadah dan kebutuhan sistem penanganan sampah menggunakan 3 level. Warna wadah sampah ditujukan untuk memisahkan jenis sampah menjadi 5 kategori: organik, kertas, plastic, residu dan B3. Kampus memerlukan metode dan alat bantu untuk mengumpulkan dan mengangkut sampah berdasarkan jenisnya. Dibutuhkan 4 alat pengumpul sampah berupa kontainer atau gerobak dengan kapasitas 1.000-liter. Pengolahan sampah *compostable* dapat dilakukan dengan metode *windrow composting*, *anaerobic digestion* dan dibuat briket bioarang. Pengolahan sampah *non-compostable* dapat menggunakan metode *recycle*. Sampah B3 dipisahkan dan dapat disimpan dalam kemasan dengan simbol dan label maksimal 90 hari sebelum dikelola lebih lanjut oleh DLH.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Fakultas Ilmu Kesehatan UNRIYO karena telah memberikan izin (No 1773/FIKES/WS/VIII.2022) dan kepada PPPM UNRIYO atas hibah penelitiannya (No 01/Pen/Hibah.Int/PPPM/VI/2022).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Shafy, H. I., & Mansour, M. S. M. (2018). Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. In *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(4), 1275–1290. Doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003.
- Adeniran, A. E., Nubi, A. T., & Adelopo, A. O. (2017). Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. *Waste Management*, 67, 3–10. Doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.002.
- Alshuwaikhat, H. M., & Abubakar, I. (2008). An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. *Journal of Cleaner Production*, 16, 1777–1785. Doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.12.002.
- Aragaw, T. A., Wondimnew, A., & Asmare, A. M. (2016). Quantification, Characterization and Recycling Potential of Solid Waste: Case Study Bahir Dar Institute of Technology. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(6), 2415–2420. Doi.org/10.21275/v5i6.NOV164799.
- Ardiatma, D. dan A. (2019). Kajian sistem pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun di PT. Tokai Rubber Auto Hose Indonesia. *Jurnal Teknologi Dan Pengelolaan Lingkungan*, 6(2), 7–20. <https://jurnal.pelitabangsa.ac.id/index.php/jtpl/article/view/594>.
- Arindya, Y., Oktawan, W., & Zaman, B. (2016). Kajian teknis timbulan, komposisi, dan karakteristik serta rencana pengelolaan sampah Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. *Jurnal Tehnik Lingkungan*, 5(1), 1–10. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>.
- Armijo de Vega, C., Ojeda Benítez, S., & Ramírez Barreto, M. E. (2008). Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. *Waste Management*, 28(1), S21–S26. Doi.org/10.1016/j.wasman.2008.03.022.
- Bahçelioğlu, E., Buğdaycı, E. S., Doğan, N. B., Şimşek, N., Kaya, S., & Alp, E. (2020). Integrated solid waste management strategy of a large campus: A comprehensive study on METU campus, Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 265, 121715. Doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121715.
- BSN. (1994). *Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan*. Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2002). *Tata cara tehnik operasional pengelolaan sampah perkotaan (SNI 19-2454-2002)*. Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2008). *Pengelolaan sampah di permukiman (SNI 3242:2008)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Buana, R. P., Wimala, M., & Evelina, R. (2018). Pengembangan indikator peran serta pihak manajemen perguruan tinggi dalam penerapan green campus. *Reka Racana: Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 82. Doi.org/10.26760/rekaracana.v4i2.82.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). *Pengelolaan sampah*. Program Studi Tehnik Lingkungan, FTSL, ITB.
- Diah Indra Rini, Elisabeth Priscila, Dwi Siwi Handayani, G. S. (2016). Penentuan metode pengolahan sampah berdasarkan timbulan, komposisi dan karakteristik sampah di UNDIIP. *SNST*, 1(1), 5–10. Doi.org/10.36499/psnst.v1i1.1464.
- Digdowiseiso, K. (2020). The Development Of Higher Education In Indonesia. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(2), 1381-1385. <http://www.ijstr.org/final>

- print/feb2020/The-Development-Of-Higher-Education-In-Indonesia.pdf.
- Peraturan Daerah Kota Yogyakarta (2012). Peraturan Daerah Kota Yogyakarta tentang Pengelolaan Sampah Nomor 1 Tahun 2012. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Foo, K. Y. (2013). A vision on the role of environmental higher education contributing to the sustainable development in Malaysia. *Journal of Cleaner Production*, 61, 6–12. Doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.05.014.
- Hindiyeh, M., Jaradat, M., Albatayneh, A., Alabdellat, B., Al-Mitwali, Y., & Hammad, B. (2022). Sustainable Green University: Waste Auditing, German Jordanian University as a Case Study. *Frontiers in Built Environment*, 8. Doi.org/10.3389/fbuil.2022.884656.
- Honingh, D., van Emmerik, T., Uijtewaal, W., Kardhana, H., Hoes, O., & van de Giesen, N. (2020). Urban river water level increase through plastic waste accumulation at a rack structure. *Frontiers in Earth Science*, 8, 28. Doi.org/10.3389/feart.2020.00028.
- Ifegbesan, A. P., Ogunyemi, B., & Rampedi, I. T. (2017). Students' attitudes to solid waste management in a Nigerian University: Implications for campus-based sustainability education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(7), 1244–1262. Doi.org/10.1108/IJSHE-03-2016-0057.
- ILRC. (2020). UI GreenMetric World University Rankings 2020. In *JLTA Journal Kiyu*, 10(1).
- Kemenristek. (2019). *Statistika pendidikan tinggi Tahun 2019*. Pusat Data dan Informasi IPTEK DIKTI.
- Kementerian ESDM. (2015). Waste to energy guidebook. *Ministry of Energy and Mineral Resources*, 1(1), 204. <https://ebtke.esdm.go.id/>.
- Kusumaningtyas, K., Fithratullah, R., & Meluk, C. (2019). The academic community perception about implementation of UI GreenMetric-waste management criteria at President University. *Journal of Environmental Engineering and Waste Management*, 4(1), 28. Doi.org/10.33021/jenv.v4i1.702.
- Lange, J. P. (2021). Managing plastic waste-sorting, recycling, disposal, and product redesign. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 9(47), 15722–15738. Doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c05013.
- Larasati, N., & Fitria, L. (2020). Analisis sistem pengelolaan sampah organik di Universitas Indonesia (studi kasus efektivitas unit pengolahan sampah UI Depok). *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global*, 1(2). Doi.org/10.7454/JUKL.V1I2.3800.
- Lourinx, E., & Arief Budihardjo, M. (2019). Implementation of UI GreenMetric at Diponegoro University in order to environmental sustainability efforts. *E3S Web of Conferences*, 1–5. Doi.org/10.1051/e3sconf/201.
- Muqbel, S., Abu-Zurayk, R., Bozeya, A., Alsisan, R., & Al Bawab, A. (2020). Assessment of sustainable recycling at The University of Jordan. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(6), 1111–1129. Doi.org/10.1108/IJSHE-11-2019-0334.
- Mulasari, S. A., Husodo, A. H., & Muhadjir, N. (2016). Analisis situasi permasalahan sampah Kota Yogyakarta dan kebijakan penanggulangannya. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 259. Doi.org/10.15294/kemas.v11i2.3989.
- Novarti, A. W., Zaman, B., & Oktawan, W. (2016). Kajian teknis timbulan, komposisi dan karakteristik serta rencana pengelolaan sampah di Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), 1–10. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>.
- Okunola A, A., Kehinde I, O., Oluwaseun, A., & Olufiro E, A. (2019). Public and environmental health effects of plastic wastes disposal: A Review. *Journal of Toxicology and Risk Assessment*, 5(2). Doi.org/10.23937/2572-4061.1510021.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2013). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan*, No. 03/PRT/M/2013, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Puspadi, N. A., Wimala, M., & Sururi, M. R. (2016). Perbandingan kendala dan tantangan penerapan konsep Green Campus di Itenas dan Unpar. In *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Juni*, 2(2). Doi.org/10.26760/REKARACANA.V2I2.23.
- Safitri, A. I., Sembiring, E. T. J., & Prihandrijanti, M. (2020). Sustainable campus through solid waste minimization strategies (Case study: Universitas Agung Podomoro in Indonesia). *International Journal of Built Environment and Scientific Research*, 4(2), 101. Doi.org/10.24853/ijbesr.4.2.101-114.
- Sartiyono, T. (2020). *Penggunaan prasarana dan sarana perkantoran berbasis Go Green* (1st ed., Vol. 1). Kementerian Pekerjaan Umum.
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Suwartha, N., & Sari, R. F. (2013). Evaluating UI GreenMetric as a tool to support green universities development: Assessment of the year 2011 ranking. *Journal of Cleaner Production*, 61, 46–53. Doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.034.
- Tangwanichagapong, S., Nitivattananon, V., Mohanty, B., & Visvanathan, C. (2017). Greening of a campus through waste management initiatives: Experience from a higher education institution in Thailand. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(2), 203–217. Doi.org/10.1108/IJSHE-10-2015-0175.

- Tiyarattanachai, R., & Hollmann, N. M. (2016). Green Campus initiative and its impacts on quality of life of stakeholders in Green and Non-Green Campus universities. *SpringerPlus*, 5(1), 1–17. Doi.org/10.1186/s40064-016-1697-4.
- UI. (2018). *Pengolahan Limbah Organik di Fakultas Teknik UI*. Fakultas Teknik. <http://eng.ui.ac.id/blog/pengolahan-limbah-organik-di-ft-ui/>.
- UN. (1987). *Our Common Future-Brundtland Report*. United Nations.
- UNESCO. (2022). *Knowledge-driven actions: transforming higher education for global sustainability*. UNESCO Digital Library. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380519>.
- USEPA. (2015). *Sustainability | US EPA*. United States Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/sustainability/basicinfo.htm>.
- Washington-Ottombre, C., Washington, G. L., & Newman, J. (2018). Campus sustainability in the US: Environmental management and social change since 1970. *In Journal of Cleaner Production*, 196, 564–575. Doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.012.
- Widiyasari, R., Zulfitriana, & Fakhirah, S. (2021). Pemanfaatan Sampah Plastik Dengan Metode Ecobrick Sebagai Upaya Mengurangi Limbah Plastik. *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat. LPPM UMJ*, 3, 1–10. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat>.
- Žalėnienė, I., & Pereira, P. (2021). Higher Education For Sustainability: A Global Perspective. *Geography and Sustainability*, 2(2), 99–106. Doi.org/10.1016/j.geosus.2021.05.001.
- Zamroni, M. (2020) *Mengenal Prinsip Olah Sampah 3R (Reduce-Reuse-Recycle)*. Tunas Hijau.
-