

Strategi Pengelolaan Sampah Terintegrasi Menuju Kampus yang Berkelanjutan di Universitas Bakrie

Prismita Nursetyowati^{1*}, Safrilah², dan Ninda Zahra¹

¹Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Bakrie, Indonesia; e-mail: prismita.nursetyowati@bakrie.ac.id

²Jurusan Teknik Sipil Universitas Bakrie, Indonesia

ABSTRAK

Universitas Bakrie adalah salah satu Universitas swasta di Jakarta Selatan yang mengintegrasikan pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) ke dalam rencana strategis universitas untuk menuju kampus yang berkelanjutan. Oleh karena itu, dilakukan analisis karakterisasi sampah, mencakup timbulan dan komposisi, penyusunan diagram kesetimbangan massa untuk melihat potensi pemanfaatan sampah serta perancangan strategi pengelolaan sampah. Sampah yang dihasilkan mencapai 35,65 kg/hari, dengan mayoritas plastik, kertas, dan sisa makanan masing-masing sebesar 36%, 33%, dan 25%. Namun, tidak semua sampah dapat dimanfaatkan, sehingga perlu mempertimbangkan kategori pemilahan berdasarkan pemanfaatan. Berdasarkan Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 102 Tahun 2021, di Universitas Bakrie, sampah anorganik yang berpotensi didaur ulang sebesar 36%, sampah organik mudah terurai yang berpotensi dikompos sebesar 25%, sampah residu untuk diangkut ke TPST Bantargebang sebesar 35%, dan sampah B3 sebesar 4%, yang memerlukan pengelolaan khusus oleh pihak ketiga. Dari analisis kesetimbangan massa, dengan mempertimbangkan informasi timbulan dan komposisi, ditemukan sampah sisa makanan dan sampah kaca memiliki *recovery factor* tertinggi, yakni 100%, diikuti oleh sampah plastik sebesar 67%. Pemilahan sampah di sumber yang efektif dapat meningkatkan nilai ini dengan memastikan sampah tidak tercampur dan kurang terkontaminasi, sehingga dapat meningkatkan *recovery factor* dan nilai ekonomis. Strategi pengelolaan sampah terintegrasi di Universitas Bakrie mempertimbangkan potensi pemanfaatan sampah, analisis kesetimbangan massa, dan kondisi eksisting di kampus dan diformulasikan dengan langkah-langkah terukur melalui: edukasi seluruh civitas akademika tentang pentingnya mengurangi timbulan sampah, penyediaan wadah sampah terpilah, penyusunan program pemanfaatan sampah, penjalinan kerja sama dengan pihak pengelola sampah, serta analisis dan pelaporan berkala untuk evaluasi pengelolaan sampah yang lebih efektif.

Kata kunci: sampah, kampus, analisis kesetimbangan massa, TPB, Universitas Bakrie.

ABSTRACT

Bakrie University, a private institution in South Jakarta, is committed to integrating Sustainable Development Goals (SDGs) into its strategic framework for a sustainable campus. A comprehensive waste characterization analysis, including generation rates and composition breakdowns, informs strategic waste management plans. With a daily waste generation of 35.65 kg, predominantly comprising plastics (36%), paper (33%), and organic matter (25%), careful categorization is necessary for effective resource utilization. As per Jakarta Governor Regulation No. 102 of 2021, Bakrie University allocates 36% for recyclable inorganic waste, 25% for compostable organics, 35% for transfer to the Bantargebang Landfill, and 4% for hazardous waste, requiring specialized handling. A detailed mass balance analysis identifies food waste and glass with the highest recovery rates at 100%, followed by plastics at 67%. Effective source segregation is crucial to enhance recovery potential and minimize contamination. Bakrie University's waste management strategy integrates waste utilization potential, mass balance analyses, and on-campus considerations. Implemented measures include educational campaigns for waste reduction, provision of segregated waste bins, development of waste utilization programs, collaboration with waste management entities, and regular analysis and reporting for continual improvement.

Keywords: waste, campus, mass balance analysis, SDGs, Bakrie University.

Citation: Nursetyowati, P., Safrilah, dan Zahra, N. (2024). Strategi Pengelolaan Sampah Menuju Kampus yang Berkelanjutan di Universitas Bakrie. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(6), 1424-1434, doi:10.14710/jil.22.6.1424-1434

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan material yang sudah tidak berguna atau berniat untuk dibuang yang dapat berasal dari industri, komersial, pertambangan,

pertanian, kegiatan sehari-hari (Amarachukwu dkk., 2020; Ugwu dkk., 2020). Sebagian besar sampah yang umumnya diketahui dan menjadi komponen barang sehari-hari yang dibuang oleh masyarakat umum

dikenal sebagai sampah perkotaan yang mencakup semua bahan atau objek yang dibuang sebagai produk kemasan, sisa potongan rumput, perabotan, kain, botol/gelas, sisa makanan, peralatan listrik, surat kabar, cat, dan baterai, dan sebagainya (Ugwu dkk., 2020).

Cepatnya pertumbuhan kenaikan timbulan sampah perkotaan menjadi isu global akibat perkembangan populasi yang terus menerus (Ayeleru dkk., 2023). Banyak negara saat ini menghadapi tantangan yang berasal dari peningkatan volume sampah perkotaan yang dihasilkan dan dapat terus memburuk jika metode pengelolaan sampah saat ini, yang sepenuhnya mengandalkan pembuangan sampah ke tempat pembuangan sampah, terus berlanjut (Tangwanichagapong dkk., 2017). Ketika sampah perkotaan dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), akan melepaskan senyawa yang beragam, termasuk lindi yang kemudian mencemari tanah, permukaan, dan air tanah, dan dengan demikian berdampak negatif pada kesehatan masyarakat dan lingkungan (El Fadili dkk., 2022).

Untuk mengatasi masalah ini, salah satu opsi adalah menerapkan pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Pengelolaan sampah yang terintegrasi merupakan suatu kesatuan sistem pengurangan, pemisahan, pengumpulan, pengomposan, pendaur ulangan, pengangkutan, dan pemrosesan akhir sampah dengan berkelanjutan untuk melindungi kesehatan manusia dan lingkungan (Adeniran dkk., 2017; Amarachukwu dkk., 2020; Ugwu dkk., 2020). Karakterisasi sampah perkotaan yang meliputi pengukuran timbulan dan komposisi sampah merupakan fundamental utama untuk merencanakan pengelolaan sampah yang terintegrasi dengan tepat sasaran (Ugwu dkk., 2020; Zen dkk., 2016) serta untuk memenuhi aturan yang berlaku (Adeniran dkk., 2017).

Kampus universitas umumnya dikenal sebagai "kota kecil" karena populasi yang padat dan beragamnya kegiatan di dalamnya (Gallardo dkk., 2016; Zhang dkk., 2021). Universitas bertanggung jawab untuk mempersiapkan civitasnya atau calon pemimpin masa depan agar lebih percaya diri dan aktif dalam menyebarkan prinsip-prinsip Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) Universitas memiliki beberapa kampus dan bangunan di mana konsumsi energi, air, kertas, dan sumber daya lainnya seperti restoran, kebersihan, layanan kesehatan, dan layanan fotokopi menjadi penting. Oleh karena itu, universitas menghasilkan berbagai dampak langsung dan tidak langsung pada lingkungan (Gallardo dkk., 2016), termasuk masalah sampah (Amarachukwu dkk., 2020). Hal inilah yang membuat universitas sangat tepat menjadi titik awal dengan melibatkan mahasiswa dari universitas karena mereka percaya mereka memiliki pengaruh terhadap keluarga mereka dan nantinya akan mendidik mengenai pentingnya mendukung rencana pengelolaan sampah yang terintegrasi dan berkelanjutan (Singhirunnusorn

dkk., 2017). Selain itu, universitas juga sekaligus menerapkan prinsip ekonomi sirkular, mencapai SDGs dan mengurangi biaya operasionalnya (Jakimiuk dkk., 2023) serta mengurangi emisi dari gas rumah kaca (Kumdokrub dkk., 2023).

Pengelolaan sampah yang terintegrasi sangat baik untuk mengatasi masalah yang terkait sampah, tetapi keberhasilannya tergantung pada banyak faktor, di antaranya adalah tingkat kesadaran yang diciptakan bagi anggota masyarakat. Kesadaran atau kampanye pendidikan publik sangat penting untuk mendapatkan dukungan masyarakat. Oleh karena itu, institusi pendidikan tinggi/universitas memiliki peran kunci dalam melakukan perubahan sistematis menuju keberlanjutan, menyediakan dasar kritis yang mendasari pembangunan berkelanjutan (Adomßent dkk., 2014).

Jumlah dan komposisi sampah perkotaan akan berbeda dari satu negara ke negara lain, dari satu wilayah ke wilayah lain, dari satu lingkungan ke lingkungan lain, bahkan dari satu komunitas ke komunitas lain, termasuk area kampus dan universitas yang berbeda (Ugwu dkk., 2020). Penelitian mengenai strategi pengelolaan sampah yang terintegrasi di universitas untuk menuju kampus yang hijau dan berkelanjutan sudah banyak dilakukan, meliputi karakterisasi (Adeniran dkk., 2017; Amarachukwu dkk., 2020; Gallardo dkk., 2016; Simangunsong, 2017; Sukma dkk., 2022; Ugwu dkk., 2020; Zen dkk., 2016; Zhang dkk., 2021), pengolahan (Jakimiuk dkk., 2023; Ruslinda, 2014), perilaku terhadap pengelolaan sampah (Saputra & Mulasari, 2017; Yusuf & Fajri, 2022) serta manajemen dan strategi (Simangunsong, 2017; Sukma dkk., 2022; Ugwu dkk., 2020; Zen dkk., 2016; Zhang dkk., 2021). Sedangkan beberapa universitas di dunia tidak hanya melakukan riset, namun sudah menerapkan sistem pengelolaan sampah di lingkungan kampusnya, seperti Universitas Cornell yang mendaur ulang dan mengompos lebih dari 70% dari total sampahnya, Universitas Florida dan Universitas Lagos mendaur ulang 30% dan 53% dari sampah yang dihasilkan masing-masing (Adeniran dkk., 2017; Gursoy Haksevenler dkk., 2022).

Konsep *greening the campus* dan keberlanjutan di kampus dititikberatkan dalam Konferensi Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Pembangunan Berkelanjutan (UNCSD) 2012 (Rio plus 20). Dalam konferensi ini, peran universitas dalam keberlanjutan selain mengajar konsep pembangunan berkelanjutan, juga mendorong penelitian tentang isu-isu pembangunan berkelanjutan, mendukung upaya keberlanjutan, serta mempromosikan dan terlibat dalam kerja sama internasional, telah ditekankan dalam UNCSD (2012). Pentingnya integrasi isu-isu dan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan ke dalam pendidikan dan pembelajaran kembali ditekankan dalam UNESCO 2005–2014 sebagai dekade Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (Zen dkk., 2016). Konsep ini terus diperdebatkan selama beberapa dekade terakhir,

menyebarkan dialog tentang peran universitas sebagai pendukung pembangunan berkelanjutan dan peningkatan jumlah inisiatif kampus menjadi lebih hijau (Sima dkk., 2022).

Saat ini, sangat banyak universitas di seluruh dunia yang berlomba-lomba mencapai target SDGs pada tahun 2030 untuk menjadi kampus yang berkelanjutan (Jakimiuk dkk., 2023), terutama untuk mencapai target kota yang berkelanjutan (SDG 11) serta target konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab (SDG 12) dan aksi terhadap iklim (SDG 13) (Sukma dkk., 2022). Universitas Bakrie adalah salah satu Universitas swasta di Jakarta Selatan yang mengintegrasikan pencapaian SDGs ke dalam rencana strategis universitas untuk menuju kampus yang hijau dan berkelanjutan. Cerminan dari komitmen tersebut, diperlukan inisiasi formulasi strategi pengelolaan sampah yang terintegrasi. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus untuk karakterisasi timbulan dan komposisi sampah yang dihasilkan di lingkungan kampus Universitas Bakrie guna menyusun strategi pengelolaan sampah yang mempertimbangkan potensi pemanfaatan sampah dengan analisis kesetimbangan massa sebagai langkah awal mencapai kampus yang berkelanjutan berasaskan SDGs.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Area Studi

Lokasi penelitian adalah kawasan kampus Universitas Bakrie yang terletak di Kawasan Rasuna Epicentrum, Kuningan, Jakarta Selatan. Di dalam kawasan kampus, terdapat 3 area kampus Universitas Bakrie, yaitu Kampus Plaza Festival (Pasfes), Kampus Rasuna Office Park (ROP), dan Kampus Bakrie Tower (BT) lantai 40 dan 90 (Gambar 1).

2.2. Karakterisasi Timbulan dan Komposisi Sampah

Karakterisasi sampah meliputi pengukuran timbulan dan komposisi sampah di ketiga area kampus Universitas Bakrie pada bulan Desember

2022. Prosedur *sampling* dan perhitungan timbulan sampah dalam bentuk berat dan volume sampah mengacu pada SNI 19-3964-1994 tentang metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan.

Sampling sampah dilakukan dalam periode 8 hari berturut-turut pada 19-26 Desember 2022 sesuai standar SNI. Akan tetapi, saat *sampling*, tidak ada aktivitas dan perkuliahan berlangsung di Universitas Bakrie di hari libur (Sabtu dan Minggu) sehingga tidak menghasilkan sampah, sehingga data yang diperoleh hanya 6 hari (19-23 dan 26 Desember). Dalam perhitungan timbulan sampah, jumlah orang dalam kawasan dipertimbangkan dari jumlah civitas akademika meliputi mahasiswa, dosen dan staf di setiap area kampus Universitas Bakrie. Data setiap mahasiswa yang hadir sesuai dengan Program Studi yang memiliki kegiatan perkuliahan di area kampus diperoleh dari Biro Administrasi Akademik (BAA), sedangkan data dosen dan staf diperoleh dari Biro Sumber Daya Manusia (SDM).

Pada penentuan komposisi sampah, sampah dipilah berdasarkan dua kategori:

- Kategori sampah dalam Sistem Informasi Persampahan Nasional (SIPSN) yang terdiri dari sisa makanan, kayu/ranting, kertas/karton, plastik, logam, kain, karet/kulit, kaca, dan lainnya. Pada kategori ini, ditambahkan juga tingkat kebersihan (bersih/kotor) dan jenis spesifik dari tiap jenis sampah agar dapat diidentifikasi tingkat pemanfaatannya.

Kategori sampah dalam Peraturan Gubernur (Pergub) No. 102 Tahun 2021 tentang Kewajiban Pengelolaan Sampah di Kawasan dan Perusahaan yang terdiri dari sampah mudah terurai, sampah daur ulang, sampah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) serta sampah residu. Universitas Bakrie berada di wilayah DKI Jakarta yang mewajibkan kawasan dan perusahaan untuk menyediakan wadah sampah berdasarkan kategori Pergub No. 102 Tahun 2021 (Nursetyowati dkk., 2023).



Gambar 1. Kawasan Kampus Universitas Bakrie

2.3. Analisis Kesetimbangan Massa

Data timbulan dan komposisi sampah yang diperoleh digunakan untuk menghitung analisis kesetimbangan massa. Kesetimbangan massa dapat dilihat dari hasil nilai *recovery factor* (Cahaya & Pandebesie, 2017), kemudian disusun dalam bentuk diagram alir kesetimbangan massa yang menggambarkan jumlah sampah yang dapat dimanfaatkan kembali dan sampah residu yang dibuang ke TPA, sehingga dapat menunjukkan jumlah sampah dan alur pengolahan sampah dengan jelas.

Nilai *recovery factor* diperoleh berdasarkan berat tiap komponen sampah yang dapat didaur ulang atau dimanfaatkan kembali (Halimah dkk., 2022) dalam Persamaan 1.

$$\%Rf = \frac{\text{Berat sampah yang dapat dimanfaatkan (kg)}}{\text{Berat total sampah}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

2.4. Strategi Pengelolaan Sampah Terintegrasi

Diagram alir strategi pengelolaan sampah yang terintegrasi di Universitas Bakrie diformulasikan tidak hanya mempertimbangkan data timbulan dan komposisi sampah, serta analisis kesetimbangan massa, namun juga mengaitkan dengan kondisi eksisting pengelolaan sampah dan fasilitas pengelolaan sampah yang berlokasi di sekitar kampus Universitas Bakrie. Dengan integrasi ini, diharapkan akan terwujud kampus yang hijau dan berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Timbulan Sampah di Universitas Bakrie

Sampah yang dihasilkan di Universitas Bakrie berasal dari wadah sampah pada fasilitas perkuliahan dan perkantoran di dalam area Universitas Bakrie yang disajikan dalam Tabel 1. Secara umum, aktivitas tertinggi di Universitas Bakrie berada di kampus Plaza

Festival yang tidak hanya memiliki ruang kelas yang terbanyak, juga terdapat ruang dosen dan staf, Biro Rektorat, serta fasilitas umum yang paling lengkap dan dapat diakses seluruh civitas akademika dibandingkan area kampus lain, seperti perpustakaan, berbagai laboratorium dan fasilitas pendukung seperti *student lounge*, toilet, dan musholla. Di sisi lain, kampus Bakrie Tower mayoritas berisi fasilitas ruang kelas dan laboratorium untuk Program Studi Ilmu Komunikasi di lantai 90, serta Biro Rektorat dan kantor staf di lantai 40. Di ROP, didominasi ruang dosen dan staf, serta sedikit ruang kelas. Tingginya aktivitas di kampus Plaza Festival tercermin dari jumlah wadah sampah yang paling banyak, diikuti oleh kampus Bakrie Tower dan kampus ROP. Wadah sampah memiliki spesifikasi yang sama dan hanya ada satu area di Plaza Festival yang menyediakan wadah sampah terpilah (organik dan non-organik).

Timbulan sampah berupa berat dan volume sampah dari ketiga area kampus diilustrasikan pada Tabel 2. Berat sampah yang dihasilkan di kampus Universitas Bakrie sebesar 35,65 kg/hari. Berat sampah yang dihasilkan di ketiga area kampus memiliki tren yang sama dengan jumlah fasilitas dan wadah serta jumlah civitas akademika yang berkegiatan di Universitas Bakrie dengan berat sampah tertinggi yang dihasilkan di kampus Plaza Festival sebesar 19,13 kg/hari dan berat sampah terendah dihasilkan kampus ROP sebesar 5,92 kg/hari. Bila dibandingkan dengan timbulan sampah di kampus Universitas lain, berat sampah yang dihasilkan di Universitas Bakrie masih berada di bawah Universitas Bhayangkara Jakarta sebesar 138,3 kg/hari (Mutajaridah dkk., 2020), Universitas Nahdlatul Ulama Nusa Tenggara Barat sebesar 232 kg/hari (Mutajaridah dkk., 2020), serta Universitas Lampung sebesar 770 kg/hari (Yuliandari dkk., 2019).

Tabel 1. Fasilitas dan Jumlah Wadah Sampah di Universitas Bakrie

Fasilitas	Jumlah Wadah Sampah (unit)		
	Plaza Festival	Bakrie Tower	Rasuna Office Park
Perpustakaan	1	-	-
Laboratorium Teknik Sipil	2	-	-
Laboratorium Teknik Lingkungan	2	-	-
Laboratorium Teknik Industri	1	-	-
Laboratorium Fisika dan Kimia	2	-	-
Studio Kreatif dan Multimedia	1	-	-
Studio Musik	-	1	-
Studio Radio	-	1	-
Studio TV	-	1	-
Studio Fotografi	-	1	-
<i>Bakrie Information Gateaway</i>	1	1	1
Musholla	1	1	1
Toilet	2	2	2
<i>Tax Center</i>	1	-	-
Ruang Kelas	8	8	4
Ruang Dosen	2	4	3
Ruang Organisasi	-	-	4
<i>Student Lounge</i>	1	2	1
Biro Rektorat	1	1	-
Total	26	23	16

Bila ditinjau dari timbulan sampah yang dihasilkan per orang di Universitas Bakrie sebesar 0,06 kg/orang/hari masih berada di bawah kampus ITENAS (Gumilar & Ainun, 2021), yaitu 0,156 kg/orang/hari. Namun, timbulan ini berada sedikit di atas timbulan sampah yang dihasilkan oleh kampus Universitas Pertamina yaitu 0,055 kg/orang/hari (Ridhosari & Rahman, 2020).

Di sisi lain, dari aspek volume sampah, kampus Bakrie Tower memiliki volume sampah tertinggi, yaitu 1.476,05 L/hari. Nilai ini sangat jauh dibandingkan dengan volume sampah yang dihasilkan kampus Plaza Festival sebesar 433,64 L/hari dan kampus ROP sebesar 104,4 L/hari. Perbedaan tren dengan berat sampah kemungkinan besar disebabkan oleh jenis sampah yang dihasilkan di kampus Bakrie Tower memiliki karakteristik berat jenis terendah dibandingkan berat jenis pada area kampus lain di Universitas Bakrie sebesar 0,013 kg/L/hari. Contoh sampah yang memiliki berat jenis rendah (volume tinggi dengan berat cenderung ringan) adalah seperti botol plastik besar, kardus dan kertas bekas yang umum dihasilkan dari kegiatan perkantoran di Biro Rektorat dan kantor staf.

3.2. Komposisi Sampah di Universitas Bakrie

Dari Gambar 2a, terlihat bahwa sampah plastik, kertas dan sisa makanan merupakan jenis sampah terbesar yang dihasilkan di Universitas Bakrie, masing-masing sebesar 36%, 33% dan 25%. Akan tetapi, pengelompokan sampah ini kurang representatif dalam menggambarkan tingkat pemanfaatannya, karena sampah yang tercampur dan kotor biasanya tidak diterima oleh industri daur ulang, walaupun memiliki material yang dapat didaur ulang seperti plastik, kertas, logam dan sebagainya.

Pemerintah DKI Jakarta menetapkan pengelompokan sampah berbasis tujuan

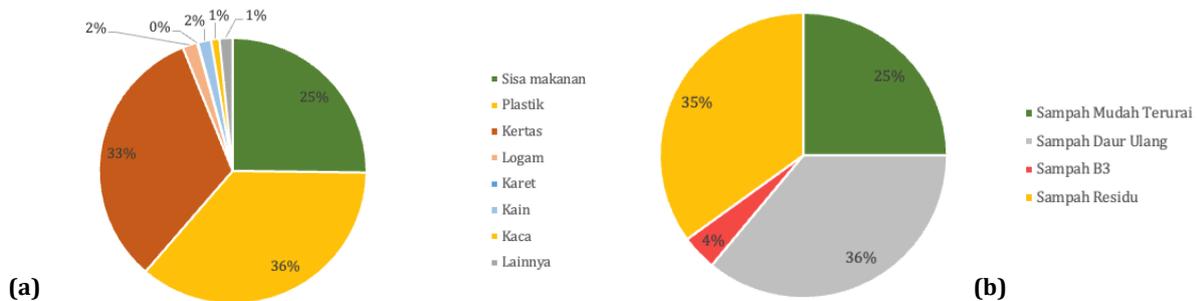
pemanfaatannya, yaitu sampah mudah terurai untuk diolah secara biologi, sampah daur ulang untuk dikelola secara fisik atau kimia, sampah B3 dikelola khusus oleh pengelola limbah B3 dan sampah residu sebagai satu-satunya sampah yang diangkut ke TPA. Pada Pergub No. 102 Tahun 2021, sampah daur ulang dan mudah terurai harus dikelola secara mandiri di kawasan atau perusahaan penghasil sampah (PERATURAN GUBERNUR DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA NOMOR 102 TAHUN 2021 TENTANG KEWAJIBAN PENGELOLAAN SAMPAH DI KAWASAN DAN PERUSAHAAN, 2021)

Berdasarkan pengelompokan tersebut di Gambar 2b, komposisi sampah di Universitas Bakrie didominasi oleh sampah anorganik yang berpotensi didaur ulang sebesar 36%. Sampah organik yang mudah terurai juga berpotensi untuk dikompos, memegang 25% dari komposisi total sampah di Universitas Bakrie. Dari sampah yang dapat dimanfaatkan ini, sisanya sebesar 35% merupakan sampah residu, dan sebesar 4% merupakan sampah B3 yang harus dikelola secara khusus oleh pihak ketiga.

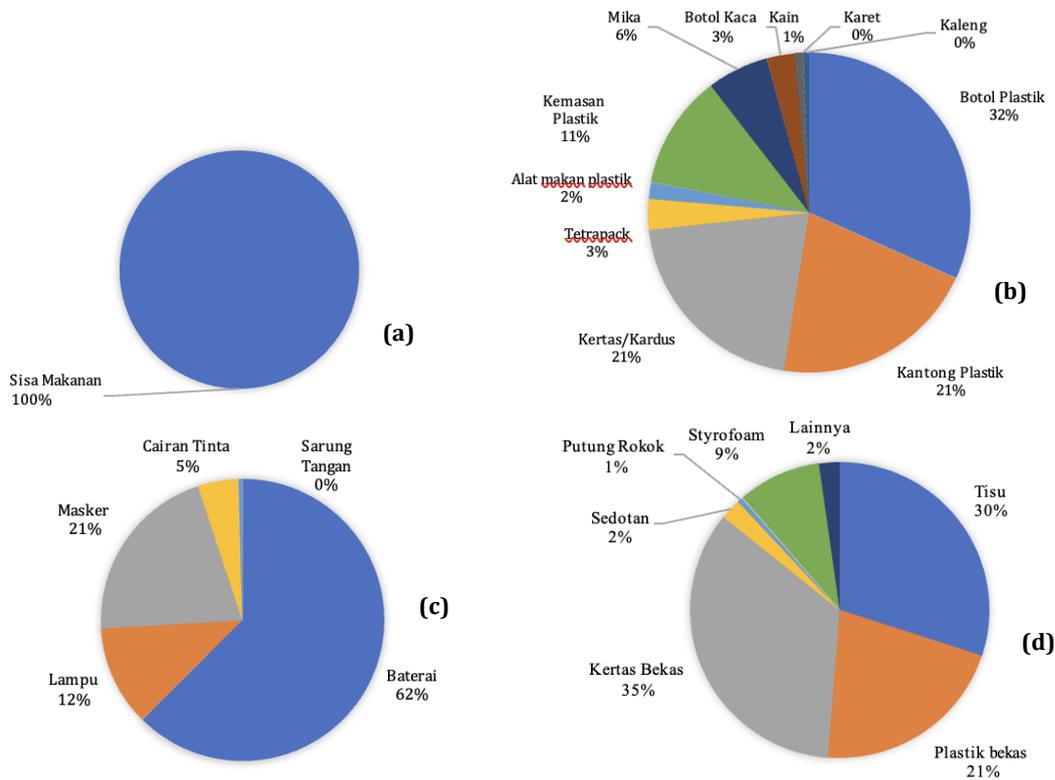
Bila ditinjau lebih dalam lagi, setiap kategori sampah sesuai Pergub No. 102 Tahun 2021 (sampah mudah terurai, sampah daur ulang, sampah residu dan sampah B3) dapat dikategorikan lagi secara spesifik dalam Gambar 3. Dari Gambar 3, terlihat bahwa semua sampah yang mudah terurai di Universitas Bakrie merupakan sampah sisa makanan. Artinya, setiap harinya, ada 8,98 kg sampah sisa makanan yang dihasilkan dari civitas akademika Universitas Bakrie. Sampah makanan memerlukan pengelolaan tersendiri karena merupakan salah satu sampah yang terbesar dihasilkan di lingkungan kampus (Ugwu dkk., 2020; Zen dkk., 2016) dan juga kontributor besar penghasil gas rumah kaca di lingkungan (Zhang dkk., 2021).

Tabel 2. Timbulan Sampah di Kampus Universitas Bakrie

Lokasi	Jumlah Civitas Akademika (orang)	Berat Sampah			Volume Sampah	
		kg/hari	kg/L/hari	kg/orang/hari	L/hari	L/orang/hari
Kampus Plaza Festival	743	19,13	0,033	0,028	433,64	3,52
Kampus Bakrie Tower	453	10,6	0,013	0,019	1.476,05	22,57
Kampus ROP	337	5,92	0,045	0,013	104,4	2,12
Total		35,65	0,091	-	2.014,09	-
Rata-rata		-	-	0,060	-	28,21



Gambar 2. Komposisi Sampah Berdasarkan (a) SIPSN dan (b) Pergub No. 102 Tahun 2021 di Universitas Bakrie



Gambar 3. Komposisi Sampah Spesifik untuk Kategori (a) Mudah Terurai, (b) Daur Ulang, (c) B3, dan (d) Residu di Universitas Bakrie

Di sisi lain, botol plastik merupakan komposisi sampah terbesar di kategori sampah daur ulang sebesar lebih dari sepertiga dari sampah yang dihasilkan, diikuti kantong belanja plastik, kertas/kardus dan kemasan plastik (*packaging*). Di universitas lain, botol plastik, kertas, dan plastik juga merupakan jenis sampah mayoritas yang dihasilkan (Ugwu dkk., 2020) mengindikasikan peranan aktivitas di kampus sebagai kontributor sampah plastik dan kertas di lingkungan.

Hasil ini dapat dimanfaatkan sebagai peluang untuk mengedukasi civitas akademika Universitas Bakrie untuk mengurangi penggunaan plastik dan kertas sekali pakai serta memilah sampahnya di kampus melalui wadah pilah yang disediakan oleh pihak kampus. Sampah yang terpilah sesuai jenisnya akan membuat sampah menjadi lebih bersih, sehingga meningkatkan nilai ekonominya saat dimanfaatkan kembali (Nursetyowati & Sari, 2023).

Apabila dikaitkan dengan kategori sampah residu, kemasan plastik dan kertas bekas yang kotor merupakan jenis sampah terbesar. Padahal, apabila civitas akademika melakukan pemilahan secara sederhana dengan memisahkan sampah makanannya ke wadah sampah mudah terurai dan meletakkan sampah kemasannya ke wadah sampah daur ulang, sampah kemasan makanan tidak menjadi sampah residu yang nantinya diangkut ke TPA. Hal ini tentu menjadi aksi pengurangan sampah dari Universitas

Bakrie yang masuk ke dalam TPST Bantargebang, yang mana kawasan dan perusahaan merupakan salah satu kontributor utama penyumbang sampah di DKI Jakarta (Nursetyowati dkk., 2023).

3.3. Analisis Kesetimbangan Massa

Berdasarkan data timbulan dan komposisi sampah di Universitas Bakrie, dapat dihitung nilai *recovery factor* dari setiap jenis sampah di Universitas Bakrie, dalam hal ini adalah sampah sesuai pengelompokan SIPSN karena bersifat lebih umum. Perhitungan *recovery factor* disajikan dalam Tabel 3.

Dari Tabel 3, terlihat bahwa sampah sisa makanan, karet dan kaca adalah jenis sampah dengan tingkat *recovery factor* paling besar, yaitu sebesar 100%. Sampah sisa makanan sangat dibutuhkan oleh peternak Black Solidier Fly (BSF) atau maggot sebagai sumber pakan. Sedangkan, kaca dan karet biasanya tidak digunakan sebagai kemasan atau makanan yang rentan tercampur dengan sampah sisa makanan yang menurunkan tingkat daur ulangnya, sehingga relatif bersih dan dapat dimanfaatkan kembali.

Plastik yang dihasilkan di Universitas Bakrie yang dapat dimanfaatkan terdiri dari botol, kemasan, kantong, alat makan plastik serta plastik mika, sedangkan yang tidak bisa dimanfaatkan terdiri dari plastik bekas makanan yang sangat kotor, *styrofoam*, dan sedotan. Hal ini membuat tingkat *recovery factor* dari sampah plastik hanya sebesar 67%.

Tabel 3. *Recovery Factor* Sampah di Universitas Bakrie

Jenis Sampah	Berat Total (kg/hari)	Berat Sampah yang Dapat Dimanfaatkan (kg)	%Rf
Sisa makanan	8,98	8,98	100
Plastik	12,87	8,63	67
Kertas	11,62	3,35	29
Logam	0,64	0,14	22
Karet	0,04	0,04	100
Kain	0,57	0,21	38
Kaca	0,36	0,36	100
Lainnya	0,57	-	0
Total	35,65	21,71	

Sampah kain terdiri dari sampah kain dari pakaian bekas dan sampah masker bekas, akan tetapi sampah masker yang mendominasi sampah kain tidak dapat dimanfaatkan karena termasuk kategori sampah B3. Hal ini membuat *recovery factor* sampah kain hanya sebesar 38%.

Di sisi lain, sampah kertas, meskipun kardus, kertas, serta *tetrapack* banyak dihasilkan di Universitas Bakrie, namun kertas bekas kemasan makanan dan tisu sebagai mayoritas sampah kertas terbesar sudah dalam keadaan sangat kotor, mudah hancur dan masuk dalam pengelompokan sampah residu, berkibit pada tingkat *recovery factor*-nya sebesar 29%. Untuk sampah logam, terdiri dari sampah logam yang dapat dimanfaatkan, serta baterai dan lampu bekas yang masuk dalam kategori sampah B3 yang tidak bisa digunakan kembali.

Dari perhitungan *recovery factor*, dapat disusun diagram alir analisis kesetimbangan massa sampah yang dihasilkan di Universitas Bakrie yang diilustrasikan pada Gambar 4. Diagram alir ini mempermudah proses formulasi strategi untuk pengelolaan sampah di Universitas Bakrie yang berbasis potensi pemanfaatan sehingga lebih berkelanjutan.

Dari diagram alir analisis kesetimbangan massa sampah di Universitas Bakrie (Gambar 4), terlihat jenis sampah mudah terurai dan sampah yang daur ulang di Universitas Bakrie memiliki potensi pemanfaatan yang besar, yaitu 21,71 kg/hari atau sebanyak 60,89% dari timbulan yang dihasilkan di Universitas Bakrie. Dengan pemilahan sampah yang baik melalui penyediaan wadah sampah pilah dan edukasi yang cukup bagi civitas, Universitas Bakrie hanya mengirimkan 12,47 kg/hari ke TPST Bantar Gebang dan 1,43 kg/hari untuk dikelola pengelola limbah B3.

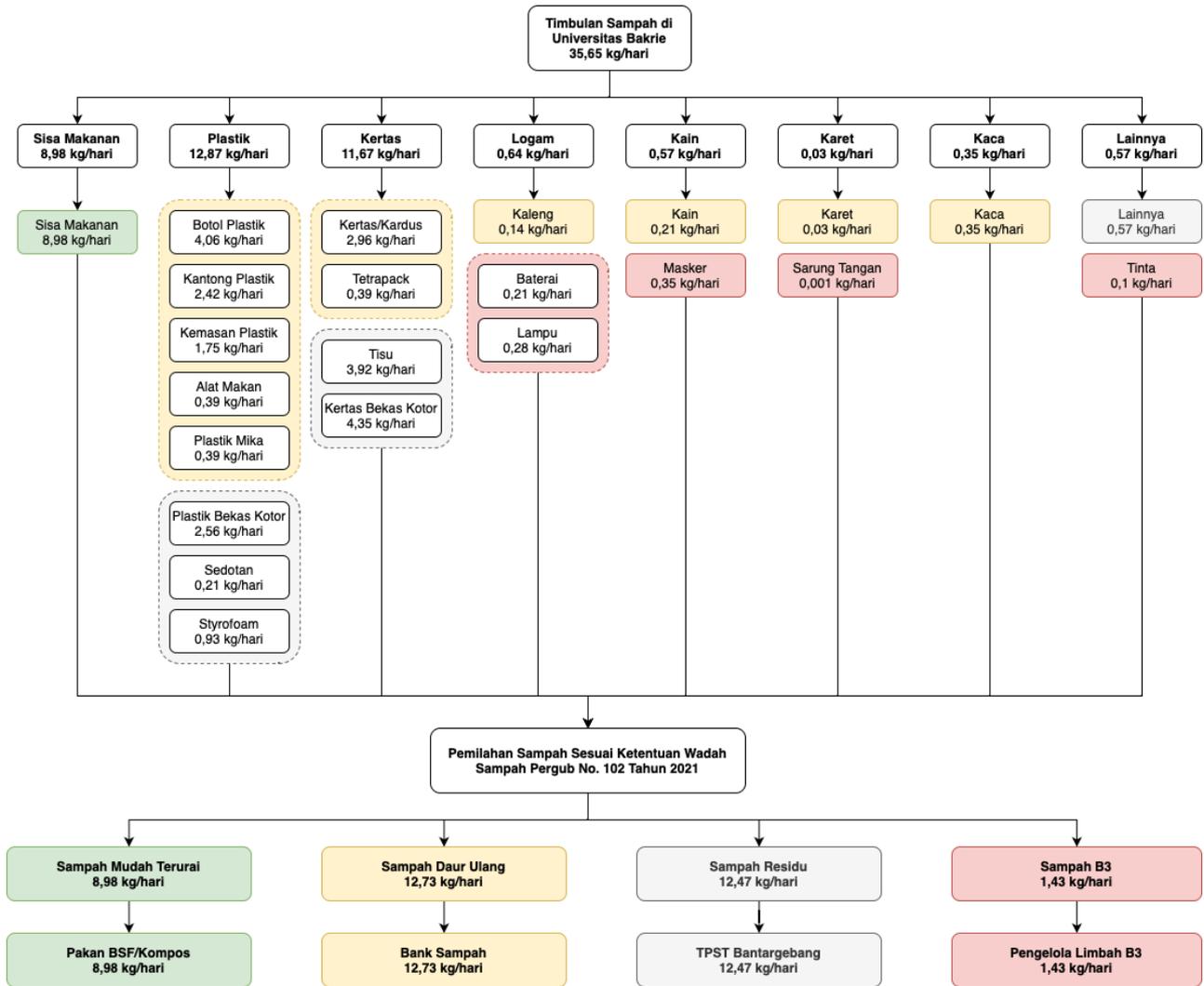
Untuk pengolahan sampah mudah terurai, Universitas Bakrie memiliki potensi untuk berkolaborasi dengan fasilitas budidaya maggot BSF terdekat, yaitu Budidaya Maggot di Kantor Kelurahan Kuningan Barat, Jakarta Selatan. Budidaya maggot BSF di Kuningan Barat dikembangkan oleh warga Kelurahan Kuningan Barat sejak tahun 2020 untuk mengurangi jumlah volume sampah di daerah tersebut dan memanfaatkan potensi nilai ekonomi pada maggot BSF. Saat ini, budidaya BSF dilakukan di halaman kantor Kelurahan Kuningan Barat yang memiliki harga jual BSF kurang lebih mencapai Rp. 33.000/kg.

Sedangkan untuk sampah daur ulang, Universitas Bakrie dapat bekerja sama dengan bank sampah di area sekitar kampus, yaitu Bank Sampah Dipo di Menteng Atas Jakarta Selatan. Bank Sampah Dipo menerima sampah yang sudah dikumpulkan dari lokasi sumber sampah, yaitu Universitas Bakrie. Di sini, sampah akan ditimbang, diproses, dan diolah, sebelum diambil oleh industri daur ulang. Bank Sampah Dipo bekerjasama dengan Pegadaian untuk mengajak masyarakat, termasuk civitas akademika Universitas Bakrie agar dapat memilah dan memanfaatkan sampah secara optimal. Harga beli yang ditawarkan Bank Sampah Dipo cukup kompetitif, misalkan botol kaca dengan harga Rp 300/kg dan logam tembaga merah dibeli dengan harga Rp 73.000/kg. Potensi besar dari penjualan sampah daur ulang dapat dipergunakan sebagai sumber *horizontal revenue* bagi Universitas Bakrie.

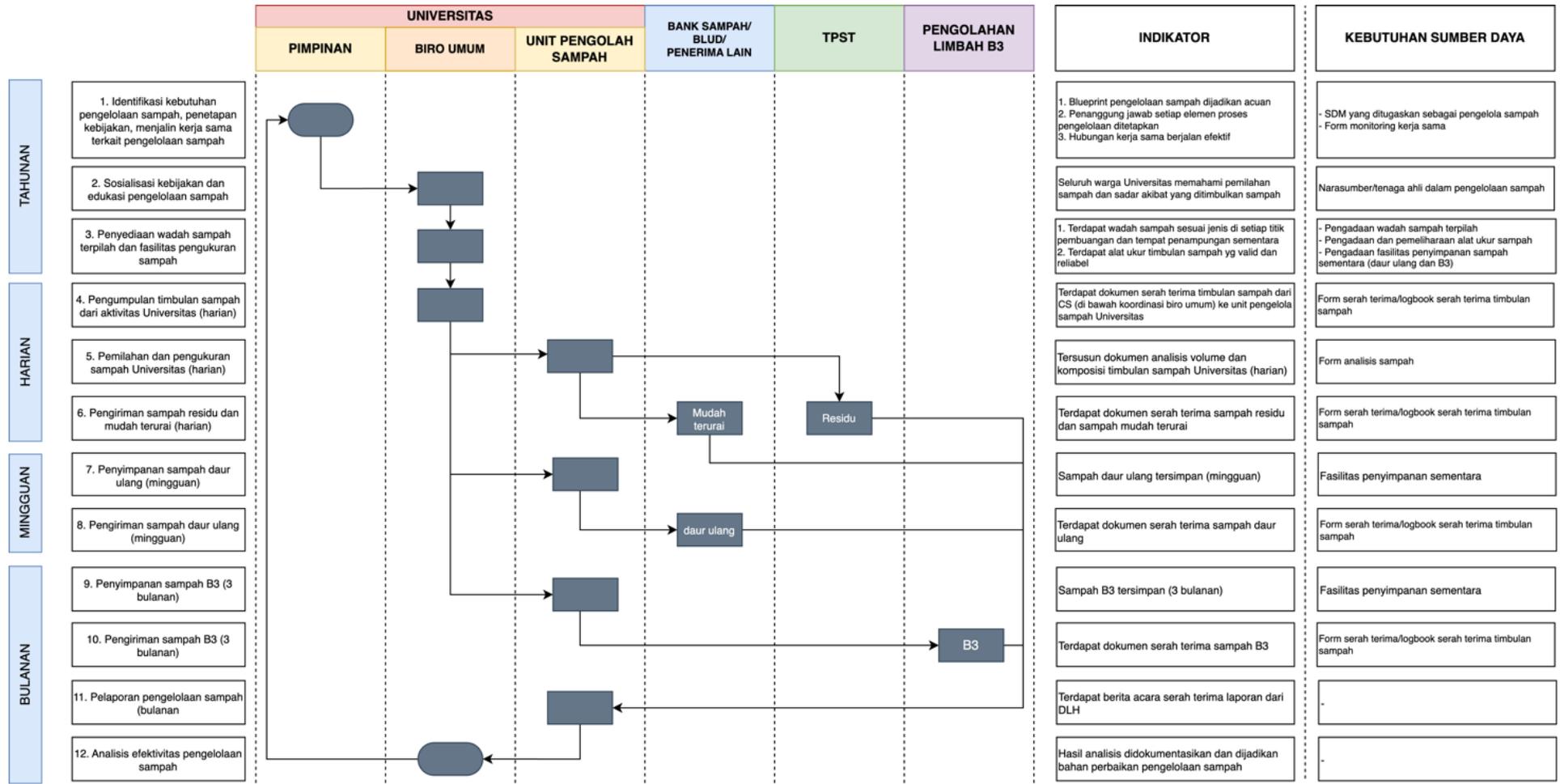
3.4. Strategi Pengelolaan Sampah Terintegrasi Menuju Kampus Berkelanjutan

Analisis kesetimbangan massa sampah di Universitas pada Gambar 4 menjadi *baseline* dari penentuan strategi Universitas di dalam mengelola sampahnya sekaligus bentuk komitmen untuk peran aktif Universitas di dalam keberpihakan terhadap lingkungan, pencapaian SDGs (terutama SDG 9 dan 13), penerapan *good university governance*, serta pemenuhan peraturan kewajiban pengelolaan sampah di kawasan dan perusahaan di DKI Jakarta (termasuk di dalamnya sekolah dan universitas) dalam Pergub No. 102 Tahun 2021. Strategi pengelolaan sampah dilakukan dalam langkah terukur sebagai berikut: (1) Penetapan target dan indikator keberhasilan pengelolaan sampah Universitas, (2) Perumusan kebutuhan sumber daya, (3) Penyusunan prosedur pengelolaan serta (4) Peningkatan kerja sama dengan bank sampah dan pengelola sampah lainnya.

Target dalam program berkelanjutan pengelolaan sampah Universitas meliputi: (1) Tersedianya kebijakan pengelolaan yang dipahami dan diimplementasikan oleh seluruh pihak berkepentingan, (2) Dukungan sarana dan prasarana, (3) Pelaksanaan kerja sama yang efektif dan bertanggung jawab, serta (4) Taat dalam pelaporan. Upaya untuk mencapai target-target tersebut diilustrasikan dalam Gambar 5.



Gambar 4. Diagram Alir Keseimbangan Massa Sampah di Universitas Bakrie



Gambar 5. Strategi Pengelolaan Sampah Terintegrasi di Universitas Bakrie

Sebagai institusi penyelenggara pendidikan tinggi, Universitas wajib sadar dan bertanggung jawab atas konsekuensi dari aktivitas di dalamnya terhadap munculnya timbulan sampah sebagai bagian dari pembangunan dasar kritis untuk pembangunan berkelanjutan (Adomßent dkk., 2014). Oleh karena itu, seperti ditampilkan pada Gambar 5, Universitas wajib mengedukasi seluruh warganya untuk meminimalkan timbulan sampah, menyediakan wadah sampah terpilah baik untuk pemilahan sampah di sumber oleh civitas akademika maupun oleh petugas kebersihan Universitas Bakrie untuk memastikan sampah tetap terpilah sebelum diangkut ke pihak pengelola sampah, menyusun program-program untuk daur ulang dan pemanfaatan sampah, serta menjalin kerja sama dengan pihak-pihak pengelola sampah. Bentuk maturitas Universitas di dalam pengelolaan sampah diwujudkan dengan evaluasi dan analisis efektivitas upaya-upaya di atas setiap 3 bulan saat akhir periode penyimpanan sampah B3. Hasil evaluasi meliputi: (1) Proporsi tiap jenis sampah, (2) Volume total dan tiap jenis sampah, dan (3) Identitas dalam distribusi pengolahan sampah. Sedangkan bagian analisis wajib menyertakan upaya-upaya yang dilakukan setelah periode sebelumnya serta hasil evaluasi periode sebelumnya untuk dianalisis efektivitasnya.

4. KESIMPULAN

Sebagai langkah awal menuju kampus yang berkelanjutan, Universitas Bakrie telah melakukan karakterisasi sampah dalam bentuk timbulan dan komposisi. Sampah yang dihasilkan di Universitas Bakrie didominasi sampah plastik, diikuti kertas dan sisa makanan. Akan tetapi, tidak semua sampah bisa dimanfaatkan, sehingga dipertimbangkan juga kategori pemilahan sampah sesuai Pergub No. 102 Tahun 2021. Di Universitas Bakrie, sampah anorganik yang berpotensi didaur ulang memegang persentase tertinggi sebesar 36%, diikuti sampah organik yang mudah terurai juga berpotensi untuk dikompos sebesar, sampah residu untuk diangkut ke TPST Bantargebang dan sampah B3 yang harus dikelola secara khusus oleh pihak ketiga. Dari analisis kesetimbangan massa yang mempertimbangkan informasi timbulan dan komposisi, didapatkan hasil *recovery factor* terbesar berasal dari sampah sisa makanan dan sampah kaca diikuti sampah plastik. Nilai ini dapat ditingkatkan dengan pemilahan sampah di sumber yang efektif, sehingga sampah tidak tercampur dan tidak terlalu kotor sehingga meningkatkan *recovery factor* dan nilai ekonominya saat dimanfaatkan kembali. Formulasi strategi pengelolaan sampah terintegrasi di Universitas Bakrie mempertimbangkan potensi pemanfaatan sampah pada analisis kesetimbangan massa dan kondisi eksisting di Universitas Bakrie agar menjamin keberlanjutan program melalui serangkaian program yang terukur dan terintegrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- 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. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.002>
- Adomßent, M., Fischer, D., Godemann, J., Herzig, C., Otte, I., Rieckmann, M., & Timm, J. (2014). Emerging areas in research on higher education for sustainable development – management education, sustainable consumption and perspectives from Central and Eastern Europe. *Journal of Cleaner Production*, 62, 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.045>
- Amarachukwu, E., Evuti, A. M., Salam, K. A., & Silas, S. S. (2020). Determination of waste generation, composition and optimized collection route for university of Abuja main campus using “MyRouteOnline” software. *Scientific African*, 10, e00569. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.0e00569>
- Ayeleru, O. O., Fewster-Young, N., Gbashi, S., Akintola, A. T., Ramatsa, I. M., & Olubambi, P. A. (2023). A statistical analysis of recycling attitudes and behaviours towards municipal solid waste management: A case study of the University of Johannesburg, South Africa. *Cleaner Waste Systems*, 4, 100077. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clwas.2023.100077>
- Cahya, W. I., & Pandebesie, E. S. (2017). Kajian Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Gunung Bahagia, Kota Balikpapan. *JURNAL TEKNIK ITS*, 6(2).
- El Fadili, H., Ben Ali, M., El Mahi, M., Cooray, A. T., & Mostapha Lotfi, E. (2022). A comprehensive health risk assessment and groundwater quality for irrigation and drinking purposes around municipal solid waste sanitary landfill: A case study in Morocco. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 18, 100698. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enmm.2022.100698>
- Gallardo, A., Edo-Alcón, N., Carlos, M., & Renau, M. (2016). The determination of waste generation and composition as an essential tool to improve the waste management plan of a university. *Waste Management*, 53, 3–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.04.013>
- PERATURAN GUBERNUR DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA NOMOR 102 TAHUN 2021 TENTANG KEWAJIBAN PENGELOLAAN SAMPAH DI KAWASAN DAN PERUSAHAAN, (2021).
- Gumilar, G. S., & Ainun, S. (2021). Kajian Timbulan dan Komposisi Sampah di Kampus Institut Teknologi Nasional Bandung (Itenas). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 96–103.
- Gursoy Haksevenler, B. H., Kavak, F. F., & Akpınar, A. (2022). Separate waste collection in higher education institutions with its technical and social aspects: A case study for a university campus. *Journal of Cleaner Production*, 367, 133022. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133022>

- Halimah, N. N., Purwaningrum, P., & Siami, L. (2022). Kajian Timbulan, Komposisi dan Nilai Recovery Factor Sampah di TPS 3R Kampung Injeuman, Desa Cibodas. *Serambi Engineering*, 7(4).
- Jakimiuk, A., Matsui, Y., Podlasek, A., Koda, E., Goli, V. S. N. S., Voběrková, S., Singh, D. N., & Vaverková, M. D. (2023). Closing the loop: A case study on pathways for promoting sustainable waste management on university campuses. *Science of The Total Environment*, 892, 164349. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164349>
- Kumdokrub, T., Carson, S., & You, F. (2023). Cornell university campus metabolism and circular economy using a living laboratory approach to study major resource and material flows. *Journal of Cleaner Production*, 421, 138469. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138469>
- Mutajaridah, B. S., Azmiyati, U., & Rancak, G. T. (2020). Analisis Timbulan Dan Karakteristik Sampah Kegiatan Akademik Di Universitas Nahdlatul Ulama Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan*, 4(3).
- Nursetyowati, P., Jachryandestama, R., Hartono, G., Fanya, A., Vabiano, A., Safira, S., & Dewi, K. K. (2023). Implementasi Desain Tempat Sampah Ergonomis di PT Pacific Place Mall. *Indonesia Journal for Social Responsibility*, 5(2).
- Nursetyowati, P., & Sari, D. A. P. (2023). *Pemilahan Sampah Menuju Zero Waste: Sebuah Aksi Kecil Untuk Perubahan Besar*. Dee Publisher.
- Ridhosari, B., & Rahman, A. (2020). Carbon footprint assessment at Universitas Pertamina from the scope of electricity, transportation, and waste generation: Toward a green campus and promotion of environmental sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 246, 119172. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119172>
- Ruslinda, Y. (2014). PENGELOLAAN SAMPAH KERING LAYAK JUAL DENGAN SISTEM BANK SAMPAH DI KAMPUS UNIVERSITAS ANDALAS PADANG. *Jurnal Dampak*, 11(2).
- Saputra, S., & Mulasari, S. A. (2017). Pengetahuan, Sikap, dan Perilaku Pengelolaan Sampah pada Karyawan di Kampus. *Jurnal Fakultas Kesehatan Masyarakat*, 11(1), 22–27.
- Sima, M., Grigorescu, I., Bălțeanu, D., & Nikolova, M. (2022). A comparative analysis of campus greening practices at universities in Romania and Bulgaria: Sharing the same challenges? *Journal of Cleaner Production*, 373, 133822. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133822>
- Simangunsong, T. L. (2017). Pengelolaan Sampah Kampus untuk Mewujudkan Kampus Berkelanjutan (Sustainability Campus). *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 1(1), 59–63. <https://doi.org/10.21070/prozima.v1i1.707>
- Singhirunnusorn, W., Donlakorn, K., & Kaewhanin, W. (2017). Household Recycling Behaviours and Attitudes toward Waste Bank Project: Mahasarakham Municipality. *Journal of ASIAN Behavioural Studies*, 2(5), 17–26. <https://doi.org/10.21834/jabs.v2i5.215>
- Sukma, P., Srinok, K., Papong, S., & Supakata, N. (2022). Chula model for sustainable municipal solid waste management in university canteens. *Heliyon*, 8(10), e10975. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10975>
- 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. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2015-0175>
- Ugwu, C. O., Ozoegwu, C. G., & Ozor, P. A. (2020). Solid waste quantification and characterization in university of Nigeria, Nsukka campus, and recommendations for sustainable management. *Heliyon*, 6(6), e04255. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04255>
- Yuliandari, P., Suroso, E., & Anungputri, P. S. (2019). Studi Timbulan Dan Komposisi Sampah Di Kampus Universitas Lampung. *Journal of Tropical Upland Resource*, 1(1).
- Yusuf, R., & Fajri, I. (2022). Differences in behavior, engagement and environmental knowledge on waste management for science and social students through the campus program. *Heliyon*, 8(2), e08912. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08912>
- Zen, I. S., Subramaniam, D., Sulaiman, H., Saleh, A. L., Omar, W., & Salim, M. R. (2016). Institutionalize waste minimization governance towards campus sustainability: A case study of Green Office initiatives in Universiti Teknologi Malaysia. *Journal of Cleaner Production*, 135, 1407–1422. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.053>
- Zhang, H., Li, S., Wei, D., He, J., Chen, J., Sun, C., Vuppaladadiyam, A. K., & Duan, H. (2021). Characteristics, environmental impact, and reduction strategies of food waste generated by young adults: Case study on university canteens in Wuhan, China. *Journal of Cleaner Production*, 321, 128877. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128877>