

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Pengelolaan Sampah

Sampah didefinisikan sebagai material sisa dari aktivitas manusia dan alam yang sudah tidak digunakan lagi dan dibuang karena dianggap tidak memiliki nilai ekonomi atau fungsional. Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia yang berbentuk padat [15]. Pada umumnya klasifikasi sampah dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu :

1. Sampah organik merupakan limbah yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup, seperti hewan, manusia, dan tumbuhan, yang bisa mengalami proses pembusukan atau pelapukan. Jenis sampah ini tergolong sampah yang ramah lingkungan karena dapat terurai secara alami oleh bakteri dengan cepat. Sampah yang mudah terurai secara alami, seperti sisa makanan, daun, dan limbah pertanian.
2. Sampah anorganik adalah limbah yang berasal dari aktivitas manusia dan sulit terurai oleh bakteri. Proses penguraiannya memerlukan waktu yang sangat lama, bahkan bisa mencapai ratusan tahun. Sampah yang sulit terurai secara alami, seperti plastik, kaca, logam, dan kaleng. [16]
3. Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) adalah sampah yang mengandung zat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan, seperti limbah medis, baterai bekas, dan limbah industri beracun [17].
4. Karakteristik sampah (fisik, kimia, dan biologis)

Karakteristik sampah dapat dibedakan menjadi tiga aspek utama, yaitu fisik, kimia, dan biologis. Karakteristik fisik berkaitan dengan bentuk, ukuran, tekstur, dan komposisi materialnya, seperti ukuran dan bentuk sampah (padat, cair, atau gas), berat jenis (ringan atau berat), kandungan air (kering atau basah), serta kandungan abu yang merupakan sisa pembakaran. Sementara itu, karakteristik kimia merujuk pada komposisi unsur-unsur kimia yang terdapat dalam sampah, seperti kadar karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S). Selain itu, karakteristik biologis berkaitan dengan kandungan mikroorganisme dalam sampah dan kemampuannya mengalami penguraian oleh bakteri atau jamur [18].

5. Timbulan sampah dan faktor-faktor yang mempengaruhinya

Timbulan sampah adalah jumlah sampah yang dihasilkan oleh masyarakat dalam satuan volume atau berat per kapita per hari, atau berdasarkan luas bangunan atau panjang jalan [19]. Timbulan sampah digunakan untuk memprediksi jumlah sampah di masa mendatang, merencanakan layanan pengelolaan sampah, serta menentukan kebutuhan sarana dan prasarana untuk pengelolaannya [20]. Dengan demikian, besaran timbulan sampah tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah penduduk, tetapi juga oleh berbagai faktor lain yang berkaitan dengan karakteristik sosial, ekonomi, dan aktivitas masyarakat. Faktor-faktor tersebut antara lain tingkat kepadatan penduduk, pola konsumsi, tingkat pendapatan, aktivitas ekonomi dan pariwisata, serta ketersediaan, kualitas layanan pengelolaan sampah dan lain lain. Pemahaman terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi timbulan sampah ini menjadi penting sebagai dasar dalam perencanaan sistem pengelolaan sampah yang efektif dan berkelanjutan. Oleh karena itu, faktor-faktor yang mempengaruhi timbulan sampah disajikan secara ringkas pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Faktor yang mempengaruhi timbulan sampah

Faktor	Dampak terhadap Timbulan Sampah
Jumlah, Kepadatan, dan Aktivitas Penduduk	Semakin besar jumlah dan kepadatan penduduk, semakin banyak sampah yang dihasilkan. Seperti pada aktivitas industri, perdagangan, dan pertanian juga meningkatkan jumlah sampah.
Sistem Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah	Metode pengumpulan mempengaruhi jumlah sampah yang terkumpul. Penggunaan truk pemadat meningkatkan jumlah sampah yang dikumpulkan dibandingkan dengan truk biasa.
Pengambilan Bahan yang Dapat Digunakan Kembali	Sampah bernilai ekonomi (kaca, besi, plastik, kertas) sering diambil kembali untuk dijual atau dimanfaatkan, sehingga jumlahnya di tempat pembuangan akhir berkurang.
Faktor Geografi	Daerah pegunungan menghasilkan lebih banyak sampah dari jenis kayu-kayuan, sementara daerah pantai lebih banyak

	menghasilkan sampah dari hasil laut dan wisatawan.
Waktu (Musiman, Harian, dan Mingguan)	Produksi sampah meningkat pada jam sibuk (08.00–14.00) dan malam hari (setelah 18.00). Hari Minggu dan musim liburan meningkatkan produksi sampah akibat aktivitas rekreasi dan perayaan.
Faktor Sosial Ekonomi	Tingkat ekonomi dan kebiasaan konsumsi masyarakat mempengaruhi jumlah dan jenis sampah yang dihasilkan.
Musim atau Iklim	Musim hujan meningkatkan jumlah sampah akibat air hujan yang membawa sampah tambahan. Musim buah dan panen juga meningkatkan produksi sampah.
Kebiasaan Masyarakat	Gaya hidup dan pola konsumsi tertentu, seperti konsumsi makanan instan, meningkatkan produksi sampah anorganik.
Kemajuan Teknologi	Teknologi modern menghasilkan jenis sampah baru seperti elektronik dan plastik, tetapi juga meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah.
Sumber Sampah	Sampah dari rumah tangga berbeda dengan sampah dari pasar, pariwisata, industri, atau fasilitas publik.

Sumber : [8]

2.2 Teknologi Pengolahan Sampah

Teknologi pengolahan sampah mencakup berbagai kegiatan yang bertujuan untuk mengelola sampah dari awal hingga akhir [21]. Teknologi ini didukung oleh berbagai jenis fasilitas yang memiliki fungsi berbeda sesuai dengan tahapan pengelolaan sampah. Adapun beberapa jenis fasilitas pendukung dalam teknologi pengolahan sampah antara lain yaitu:

1. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan lokasi yang digunakan untuk menampung dan mengolah sampah yang tidak dapat didaur ulang atau dimanfaatkan kembali. TPA berperan sebagai tahap akhir dalam sistem pengelolaan sampah, khususnya untuk menangani residu sampah hasil pemilahan dan pengolahan dari fasilitas sebelumnya, seperti TPS, TPS 3R, dan TPST. Keberadaan TPA sangat penting untuk mencegah pembuangan sampah secara sembarangan yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan masyarakat.

[22]. Dalam praktiknya, TPA tidak hanya berfungsi sebagai tempat penimbunan sampah, tetapi juga dilengkapi dengan sistem pengelolaan yang bertujuan untuk meminimalkan dampak lingkungan, seperti pengendalian lindi (leachate), pengelolaan gas metana, serta penutupan lapisan tanah secara berkala. Penerapan sistem TPA yang baik, seperti konsep sanitary landfill, diharapkan mampu mengurangi pencemaran tanah, air, dan udara, sekaligus mendukung pengelolaan sampah yang lebih ramah lingkungan

2. Tempat Pengolahan Sampah *Reduce-Reuse-Recycle* (TPS 3R).

TPS 3R adalah fasilitas yang digunakan untuk memilah, mengolah, dan mendaur ulang sampah sebelum dikirim ke TPA. Dalam prinsipnya *reduce* adalah mengurangi timbunan sampah, *reuse* yaitu menggunakan kembali barang yang masih layak, lalu *recycle* adalah mendaur ulang sampah menjadi produk baru [23].

3. Fasilitas pengangkutan dan pemrosesan sampah.

Fasilitas pengangkutan dan pemrosesan sampah ini meliputi gerobak sampah, truk pengangkut sampah, dan kontainer sampah [24]. Kemudian untuk fasilitas lain meliputi mesin pencacah sampah, komposter untuk pengolahan sampah organik [25]. Insinerator untuk pembakaran sampah organik, kemudian ada juga bank sampah untuk pengolahan sampah berbasis masyarakat [26].

4. Teknologi yang digunakan dalam pengelolaan sampah.

Pada umumnya teknologi yang digunakan pada sampah organik dan anorganik tentunya berbeda. Sampah organik dapat dilakukan dengan teknologi komposting, biodigester untuk mengolah sebagai biogas, dan vermikompos yang menggunakan cacing tanah dalam penguraian sampah untuk menjadi pupuk organik [25]. Dalam kajian Dinas Lingkungan Hidup Gunungkidul teknologi pengolahan sampah anorganik mencakup berbagai metode yang bertujuan untuk mengurangi limbah dan meningkatkan keberlanjutan. Daur ulang (*Recycling*) merupakan proses pemanfaatan kembali sampah seperti plastik, kertas, kaca, dan logam untuk dibuat menjadi produk baru, sehingga

mengurangi kebutuhan bahan baku alami. Peletisasi plastik adalah metode pengolahan limbah plastik dengan mengubahnya menjadi pelet yang dapat digunakan kembali sebagai bahan baku industri [8]. Selain itu, bank sampah menjadi sistem pengumpulan dan pemilahan sampah anorganik berbasis komunitas yang memungkinkan masyarakat menjual sampah yang masih bernilai ke industri daur ulang [20]. Di sisi lain, teknologi pemusnahan sampah juga memainkan peran penting dalam mengurangi volume limbah. Insinerator adalah teknologi yang membakar sampah pada suhu tinggi untuk mengurangi jumlahnya sekaligus menghasilkan energi panas [27].

2.3 Kondisi Eksisting Sampah di Gunungkidul

Mengetahui kondisi eksisting persampahan di Kabupaten Gunungkidul merupakan langkah awal yang penting dalam perencanaan dan pengelolaan sampah yang efektif dan berkelanjutan. Kondisi eksisting mencakup timbulan dan komposisi sampah, sistem pengumpulan dan pengangkutan, ketersediaan sarana dan prasarana, serta pola pengelolaan di tingkat masyarakat dan pemerintah daerah. Tanpa pemahaman yang akurat terhadap kondisi aktual di lapangan, perencanaan pengelolaan sampah berpotensi tidak tepat sasaran dan kurang optimal dalam menjawab permasalahan yang ada.

Karakteristik wilayah Kabupaten Gunungkidul yang terdiri dari kawasan perkotaan, perdesaan, dan destinasi pariwisata menyebabkan variasi jenis dan jumlah sampah yang dihasilkan. Oleh karena itu, analisis kondisi eksisting diperlukan untuk mengidentifikasi sumber utama timbulan sampah serta mengevaluasi kinerja sistem dan teknologi pengolahan sampah yang telah diterapkan, seperti TPS 3R, TPST, dan TPA. Evaluasi ini penting untuk mengetahui efektivitas fasilitas dalam mengurangi timbulan sampah ke TPA serta mengidentifikasi kendala teknis dan operasional yang dihadapi.

Hasil analisis kondisi eksisting persampahan dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam penyusunan kebijakan dan program pengelolaan sampah daerah yang lebih tepat sasaran. Informasi tersebut mendukung penyesuaian program pengurangan sampah dari sumbernya, optimalisasi fasilitas TPS 3R, serta pemilihan teknologi pengolahan sampah yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik wilayah. Dengan demikian, pemahaman kondisi eksisting menjadi landasan penting dalam mewujudkan sistem pengelolaan sampah terpadu yang berwawasan lingkungan, berkelanjutan, dan memberikan manfaat bagi masyarakat Kabupaten Gunungkidul.

2.4 Kondisi Geografis Gunungkidul

Mengetahui kondisi geografis Kabupaten Gunungkidul penting karena karakteristik fisik wilayah sangat mempengaruhi perencanaan dan pelaksanaan pembangunan, termasuk sistem pengelolaan sampah. Gunungkidul memiliki topografi yang bervariasi, didominasi oleh kawasan perbukitan dan karst, serta sebaran permukiman yang relatif menyebar. Kondisi ini mempengaruhi aksesibilitas, pola pengangkutan sampah, penentuan lokasi fasilitas pengolahan, serta efisiensi operasional sistem persampahan.

Selain itu, kondisi geologis dan hidrologis Gunungkidul, khususnya keberadaan kawasan karst dengan daya dukung lingkungan yang terbatas, menuntut pengelolaan sampah yang lebih hati-hati. Kesalahan dalam penempatan atau pengelolaan fasilitas persampahan berpotensi menimbulkan pencemaran air tanah dan kerusakan lingkungan. Oleh karena itu, pemahaman kondisi geografis menjadi dasar penting dalam pemilihan teknologi, penentuan lokasi TPS, TPST, dan TPA, serta perancangan sistem pengelolaan sampah yang aman, efektif, dan berkelanjutan sesuai dengan karakteristik wilayah Kabupaten Gunungkidul.

2.5 Teknologi Dalam Pengelolaan Sampah

Kita perlu mengetahui berbagai teknologi dalam pengelolaan sampah penting karena setiap daerah memiliki karakteristik timbulan dan komposisi sampah yang berbeda, sehingga memerlukan pendekatan teknologi yang sesuai dengan kondisi lokal. Pemahaman terhadap berbagai teknologi memungkinkan pemilihan metode pengolahan sampah yang paling efektif dan efisien, sekaligus mengurangi ketergantungan pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) serta menekan dampak pencemaran lingkungan.

Selain itu, pemahaman teknologi pengelolaan sampah berperan dalam meningkatkan efisiensi operasional dan keberlanjutan sistem pengelolaan sampah. Setiap teknologi memiliki kelebihan, keterbatasan, serta kebutuhan sarana dan biaya yang berbeda. Dengan mengetahui karakteristik tersebut, perencanaan, implementasi, dan evaluasi pengelolaan sampah dapat dilakukan secara lebih tepat. Beberapa teknologi yang dapat diterapkan dalam pengelolaan sampah meliputi *Refuse-Derived Fuel* (RDF), yaitu teknologi yang mengolah sampah anorganik bernilai kalor tinggi menjadi bahan bakar alternatif sebagai sumber energi. Selain itu, terdapat teknologi biokonversi maggot, yang memanfaatkan larva lalat *Black Soldier Fly* untuk mengurai sampah organik sehingga menghasilkan kompos dan pakan ternak alami. Teknologi eco enzim juga

dikembangkan dengan memanfaatkan limbah organik untuk menghasilkan cairan ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai pupuk cair atau bahan pembersih alami. Komposting menjadi teknologi yang umum diterapkan, baik pada skala individu maupun komunal, melalui proses alami atau dengan bantuan mikroorganisme dan cacing untuk menghasilkan pupuk organik. Selanjutnya, daur ulang (*recycling*) dilakukan dengan memanfaatkan kembali material anorganik seperti plastik, logam, kaca, dan kertas agar dapat digunakan kembali. Teknologi pemadatan dan pencacahan digunakan untuk mengurangi volume sampah melalui proses mekanis sehingga lebih efisien dalam pengangkutan dan pengolahan lanjutan. Selain itu, terdapat bio-gasifikasi, yaitu pemanfaatan gas metan yang dihasilkan dari sampah di TPA sebagai sumber energi

2.6 Manajemen Teknologi Pengolahan Sampah

Pengertian dan ruang lingkup manajemen konstruksi. Manajemen konstruksi adalah proses pengelolaan, pengaturan, dan pengendalian seluruh tahapan proyek konstruksi dari awal hingga selesai. Secara lebih spesifik, manajemen konstruksi mencakup perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi berbagai sumber daya, untuk mencapai tujuan proyek konstruksi yang telah ditetapkan [28].

Indikator keberhasilan proyek konstruksi (biaya, waktu, dan kualitas). Keberhasilan proyek konstruksi diukur berdasarkan tiga indikator utama, yaitu biaya, waktu, dan kualitas. Dari segi biaya, proyek dianggap sukses jika dapat diselesaikan sesuai anggaran, dengan efisiensi penggunaan dana, pengendalian biaya, serta nilai keuntungan yang optimal. Dari aspek waktu, ketepatan penyelesaian sesuai jadwal, efisiensi dalam setiap tahapan, serta kemampuan mengatasi keterlambatan menjadi faktor penting. Selain ketiga faktor utama ini inovasi teknologi, serta kepuasan pelanggan juga sering digunakan untuk menilai kesuksesan proyek konstruksi.

Dampak negatif pengelolaan sampah jika tidak dikelola dengan baik. Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, di antaranya:

- (1) Dampak terhadap lingkungan. Pengelolaan sampah yang tidak tepat dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Cairan yang merembes dari timbunan sampah dapat mencemari drainase atau sungai, sehingga berdampak pada kualitas air. Selain itu, pembakaran sampah juga dapat menyebabkan pencemaran udara;
- (2) Dampak terhadap kondisi sosial ekonomi. Keberadaan tempat pembuangan akhir (TPA) sering kali menimbulkan ketidaknyamanan bagi masyarakat sekitar. Banyak

orang merasa terganggu karena TPA dapat mengurangi nilai estetika lingkungan dan menimbulkan berbagai dampak sosial lainnya;

(3) Dampak terhadap kesehatan. Lokasi dan pengelolaan sampah yang tidak memadai dapat menyebabkan pencemaran udara serta menimbulkan bau tidak sedap. Selain itu, tempat pembuangan sampah yang tidak dikelola dengan baik menjadi sarang bagi berbagai organisme yang dapat menyebarkan penyakit [29].

2.7 Research Gap

Penelitian-penelitian sebelumnya mengenai teknologi dalam pengelolaan sampah telah memberikan wawasan mendalam tentang berbagai strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efektivitas dalam sistem pengolahan sampah [30]. Beberapa studi kasus menunjukkan bahwa pembangunan teknologi pengolahan sampah di daerah yang sama, tetapi pada waktu yang berbeda, mengalami perubahan baik dari segi kebijakan maupun teknologi yang digunakan. Perbandingan teknologi yang diterapkan dalam setiap teknologi pengelolaan sampah juga menjadi aspek penting dalam menilai keberhasilan dan efisiensi fasilitas pengolahan sampah. Namun, dalam implementasinya, terdapat berbagai tantangan dan hambatan yang dihadapi, khususnya di Kabupaten Gunungkidul, mulai dari keterbatasan pengetahuan masyarakat dalam mengelola sampah, kurangnya partisipasi masyarakat, hingga kendala teknis dalam operasional pengelolaan sampah .

Contoh kasus terkait pengelolaan sampah di Pantai Mesra dan Sepanjang, disebutkan bahwa fasilitas fisik seperti pewadahan dan pengangkutan memang tersedia, namun pengelolaan secara teknologi belum dilakukan secara sistematis. Dalam Pengolahan lanjutan seperti komposting atau daur ulang masih bergantung pada proses manual dan belum memanfaatkan alat atau sistem digital yang mendukung efisiensi [31].

Kasus lain di Desa Semanu menyebutkan keberadaan TPS-3R yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Hambatan utama berasal dari manajemen yang belum berjalan efektif serta rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pemilahan sampah. Namun, tidak ada upaya dalam mengembangkan atau merekomendasikan penggunaan teknologi tepat guna untuk mendukung sistem pengelolaan tersebut, seperti penggunaan mesin pencacah, sistem pengering, atau aplikasi digital yang memudahkan pelaporan dan manajemen volume sampah [32]. Hal serupa juga terlihat di Dusun Jeruk Legi, yang hanya menekankan pada edukasi bahaya pembakaran sampah tanpa menyentuh solusi teknologi sebagai alternatif pengolahan [26].

Pada studi di Pantai Pulang Sawal, tidak ditemukan adanya pemanfaatan teknologi dalam pengelolaan sampah di kawasan wisata, padahal sektor pariwisata memiliki potensi besar dalam mengadopsi teknologi ramah lingkungan dan sistem monitoring berbasis aplikasi [33]. Lebih jauh studi terkait pengelolaan sampah di kampus UNY Gunungkidul, belum tampak adanya inovasi teknologi yang diperkenalkan atau diusulkan, meskipun komunitas akademik seharusnya menjadi pelopor penggunaan sistem digital dalam mendukung kebiasaan memilah dan mengelola sampah [34].

Meskipun berbagai studi seperti yang telah dilakukan terkait pengelolaan sampah di Kabupaten Gunungkidul, aspek pemanfaatan teknologi dalam pengelolaan sampah masih menjadi celah besar yang belum tergarap secara optimal. Dari beberapa penelitian yang dikaji, terlihat bahwa pendekatan teknologi yang digunakan masih sangat konvensional dan terbatas pada sarana fisik dasar seperti tempat sampah terpilah, TPS-3R (Tempat Pengolahan Sampah *Reduce, Reuse, Recycle*), serta sistem bank sampah [35].

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat kesenjangan penelitian yang cukup mencolok dalam hal penerapan teknologi dalam sistem pengelolaan sampah di Kabupaten Gunungkidul. Teknologi belum digunakan secara strategis, baik dalam bentuk alat bantu teknis (mesin daur ulang, komposter otomatis) maupun dalam sistem manajemen informasi (aplikasi pelaporan, sistem insentif digital). Padahal, penerapan teknologi tersebut sangat potensial untuk meningkatkan efisiensi dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah. Celah ini menunjukkan perlunya penelitian lanjutan yang secara khusus mengkaji dan mengembangkan inovasi teknologi tepat guna yang sesuai bagi karakteristik masyarakat di Kabupaten Gunungkidul. Definisi teknologi yang tepat guna yang akan digunakan di Kabupaten Gunungkidul adalah teknologi pengolahan yang dirancang sesuai dengan kondisi geografis, sosial, dan ekonomi daerah, mudah dioperasikan dan dipelihara oleh masyarakat lokal, serta memiliki biaya investasi dan operasional yang terjangkau. Teknologi ini menekankan pada efisiensi pengolahan, pengurangan dampak lingkungan, serta pemanfaatan sampah sebagai sumber daya yang bernilai guna, seperti kompos, pakan, atau energi. Dengan karakteristik tersebut, teknologi tepat guna diharapkan mampu mendukung pengelolaan sampah yang berkelanjutan, mengurangi beban TPA, dan meningkatkan peran serta masyarakat dalam pengelolaan sampah di Kabupaten Gunungkidul.