

TIMBULAN DAN KOMPOSISI SAMPAH DI KAWASAN PERKANTORAN DAN WISMA (Studi Kasus: Werdhapura Village Center, Kota Denpasar, Provinsi Bali)

Made W. Wardiha¹, Pradwi S.A. Putri², Lya M. Setyawati³, dan Muhajirin⁴

^{1,2,4}Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar, ³Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Bandung

*Penulis Korespondensi: Telepon: +62-361-288526; Fax: +62-361-288526;

E-mail: made.wardiha@rocketmail.com

ABSTRAK

Sampah merupakan salah satu masalah yang potensial di Provinsi Bali. Salah satu sumber sampah di kawasan perkotaan terutama Denpasar adalah perkantoran dan wisma. Werdhapura Village Center merupakan salah satu kawasan perkantoran dan wisma di Kota Denpasar. Manajemen Werdhapura belum memiliki pengelolaan sampah yang terintegrasi. Oleh karena itu, perlu dibuat suatu rencana pengelolaan sampah yang dimulai dengan melakukan penelitian mengenai timbulan dan komposisi sampah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui timbulan dan komposisi sampah di Werdhapura dan memperkirakan jumlah sampah yang berpotensi untuk dikelola. Penelitian dimulai dengan survey dan wawancara mengenai sumber sampah dan kondisi eksisting dari pengelolaan sampah di Werdhapura. Survey dilakukan dengan meninjau fasilitas tempat sampah, tempat penampungan sementara, dan sumber-sumber sampah, sedangkan wawancara dilakukan terhadap manajemen Werdhapura. Timbulan dan komposisi sampah dihitung dengan metode SNI 19-3964-1995. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume timbulan sampah sekitar 4,6 m³/hari dan beratnya sekitar 302,3 kg/hari. Komposisi sampah (% berat) yang terbanyak adalah sisa makanan (26,43%), kertas (18,55%), residu (14,64%), dan sampah organik (10,93%). Sekitar 47,51% dari total sampah di Werdhapura berpotensi untuk didaur ulang yaitu sampah organik, sisa makanan, dan sampah kering.

Kata kunci: komposisi, perkantoran dan wisma, sampah, timbulan.

ABSTRACT

Solid waste is one of the potential problems in Bali Province. One of the waste sources in urban areas especially Denpasar is the office and hotel/inn/guesthouse. Werdhapura Village Center is one of the office and hotel areas in Denpasar. Werdhapura management does not have an integrated waste management. Therefore, it should be made an integrated waste management plan started by doing study about waste generation and composition. The purpose of this study is to investigate the generation and waste composition in Werdhapura and estimate the potential amount of waste that can be managed. The study starts from surveys and interviews regarding the waste sources and existing condition of waste management in Werdhapura. The surveys conducted by reviewing the trash facilities, waste temporary site, and the sources of waste, while the interviews conducted to Werdhapura Management. Waste generation and composition measured by using SNI 19-3964-1995 method. The result showed that waste generation is about 4.6 m³/day of volume, and about 302.3 kg/day of weight. Waste composition (%weight) the most is food waste (26.43%), paper (18.55%), residue (14.64%), and organic waste (10.93%). About 47.51% of total waste in Werdhapura was potentially to recycle that is organic waste, food waste, and dry waste.

Keywords: composition, office and guesthouse, waste, generation.

PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu masalah potensial di Provinsi Bali. Volume sampah di

daerah perkotaan di Bali seperti di Kota Denpasar diperkirakan mencapai 1.842 m³/hari, bahkan bisa mencapai 3.368 m³ atau setara dengan 1.852 ton sampah basah atau

650 ton sampah padat kering siap pakai bila ditambah pasokan sampah dari Kabupaten Badung, Gianyar dan Tabanan (Partha, 2010). Salah satu sumber sampah di perkotaan terutama di Denpasar yang berasal dari sektor non permukiman adalah perkantoran dan hotel/penginapan/wisma. Pengelolaan sampah perlu melihat bagaimana aliran sampah terjadi. Aliran sampah dimulai dari sumber sampah baik itu rumah tangga, perkantoran, maupun permukiman, kemudian ke tempat pengumpul sementara (TPS) dan bermuara di tempat pemrosesan akhir (TPA). Pengelolaan yang selama ini dilakukan adalah pengelolaan di TPA, sedangkan masalah utama adalah pada sumber atau penghasil sampah. Oleh karena itu pengelolaan sampah selain dilakukan di TPA juga harus didukung pengelolaan sampah di sumber. Pengelolaan sampah di sumber dimulai dari mengetahui terlebih dahulu timbulan sampah dan komposisi sampah di sumber tersebut.

Werdhapura Village Center atau pusat kawasan Werdhapura merupakan salah satu kawasan perkantoran yang ada di Kota Denpasar dimana kawasan ini juga dilengkapi dengan wisma. Manajemen yang ada di Werdhapura Village Center sudah melakukan pengelolaan dalam hal penyediaan air bersih dan air minum serta sanitasi dengan baik, namun belum ada memiliki pengelolaan sampah yang terpadu. Oleh karena itu perlu dilakukan atau disusun suatu rencana pengelolaan sampah terpadu untuk kawasan perkantoran dan wisma ini yang dimulai dengan melakukan kajian mengenai timbulan dan komposisi sampah yang ada di Werdhapura, sehingga diharapkan konsep yang disusun dapat diterapkan dan nantinya dapat menjadi acuan bagi kantor lain untuk mengelola sampahnya. Namun sebelum menyusun rencana pengelolaan sampah tersebut, perlu dikaji terlebih dahulu mengenai timbulan dan komposisi sampah yang ada di Kawasan Perkantoran dan Wisma Werdhapura karena belum ada kajian mengenai timbulan dan komposisi sampah di kawasan ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui timbulan dan komposisi sampah yang ada di kawasan perkantoran dan wisma Werdhapura Village Center dan memperkirakan jumlah sampah yang berpotensi untuk dikelola. Selanjutnya data mengenai timbulan, komposisi, dan perkiraan potensi sampah yang dapat dikelola di kawasan Werdhapura Village Center ini dapat digunakan sebagai acuan untuk penyusunan rencana pengelolaan sampah di Werdhapura.

METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dimulai dari melakukan survey dan wawancara mengenai sumber sampah dan kondisi eksisting pengelolaan sampah yang dilakukan di Werdhapura Village Center. Survey/observasi dilakukan dengan meninjau fasilitas tempat sampah, tempat pembuangan sampah sementara (TPS), dan sumber-sumber sampah, sedangkan wawancara dilakukan terhadap manajemen Werdhapura Village Center yaitu Balai Informasi Penataan Ruang (BIPR), manajemen kantor-kantor yang ada di Werdhapura yaitu Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar (BPTPT Denpasar), Satuan Kerja Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Bali (PPLP Bali), Satuan Kerja Pengembangan Kinerja Penyediaan Air Minum Bali (PKPAM Bali), Satuan Kerja Penataan Bangunan dan Lingkungan Bali (PBL Bali), petugas-petugas kebersihan di masing-masing kantor dan wisma, pengelola kantin, serta pengelola wisma, ruang pertemuan, dan restoran Wisma Werdhapura. Wawancara dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengelolaan sampah yang dilakukan.

Setelah dilakukan survey dan wawancara, dilakukan pengukuran timbulan dan komposisi sampah dengan mengambil sampel dari kantor (BIPR, BPTPT, PPLP, PKPAM, PBL), kantin, wisma, dapur, restoran, dan ruang terbuka hijau (RTH) atau kebun. Untuk kantor, ruang pertemuan, dan kantin, timbulan diukur dengan mengukur semua sampah yang dihasilkan masing-masing kantor. Sedangkan untuk wisma, karena jumlah kamar banyak, maka diambil sampel dengan cara menghitung dengan Raosoft Sample Size Calculator dengan margin error 10% dan derajat kepercayaan 90% dimana jumlah sampel yang diambil seperti pada Tabel 1. Pengukuran timbulan sampah dilakukan dengan menggunakan metode SNI 19-3964-1995 (Badan Standardisasi Nasional, 1995). Pengukuran dilakukan selama 4 (empat) bulan dari Bulan Mei – Agustus 2012 dimana setiap bulannya pengukuran dilakukan selama 6 hari untuk kantor dan kantin (Senin – Jumat, dan Senin), dan 8 hari untuk wisma, dapur, restoran, RTH (Senin – Senin). Alat yang digunakan dalam pengukuran timbulan adalah kantong plastik untuk membungkus sampah yang akan ditimbang, bak pengukur volume sampah ukuran 40 liter dan 500 liter sesuai SNI 19-3964-1995, timbangan manual dan digital, serta formulir pencatatan data sampah.

Tabel 1. Jumlah sampel pengukuran timbulan sampah untuk wisma

Nama Sampel	Populasi	Sampel
Wisma:		
- Cottage tradisional	2	2
- Cottage executive	2	2
- Cottage suite	3	3
- Standard cottage	8	8
- Family standard	24	18
- Family bungalow I	15	13
- Family bungalow II	4	4
- Siswa standard	46	28

Timbulan sampah dihitung dengan Rumus 1. Timbulan sampah yang sudah diolah ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memperlihatkan mengenai trend atau kecenderungan peningkatan timbulan sampah pada waktu / bulan dilaksanakan pengambilan data sehingga dapat dilihat waktu timbulan sampah maksimum dan minimum. Selain itu diukur dihitung pula densitas sampah dengan menggunakan Rumus 2. Komposisi sampah dihitung dengan memisahkan timbulan sampah sesuai jenisnya yaitu kertas, botol plastik, botol kaca, kertas minyak, tisu, sampah organik, sisa makanan, kantong plastik, kain, karet, logam, kayu, bahan berbahaya dan beracun (B3), dan residu. Setelah itu, jumlah masing-masing jenis diakumulasikan dengan jumlah jenis tersebut pada setiap bulan sampling sehingga diperoleh jumlah sampah total. Komposisi sampah adalah persentase dari jumlah sampah masing-masing jenis dibagi dengan total sampah. Komposisi sampah ini juga ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

$$timbulan_sampah = \frac{jumlah_sampah}{jumlah_hari_sampling} \dots (1)$$

dimana:

timbulan sampah = jumlah sampah per hari dalam kg/hari atau m³/hari;

jumlah sampah = jumlah sampah (dalam kg atau m³) yang terhitung saat dilakukan sampling;

jumlah hari sampling = jumlah hari dilakukannya pengukuran dalam 1 bulan (6 hari untuk kantor, 8 hari untuk wisma werdhapura)

$$\rho = \frac{m}{v} \dots (2)$$

dimana:

ρ = densitas sampah (kg/m³)

m = berat sampah (kg)

v = volume sampah dengan berat sebesar "m" (m³)

Berdasarkan data yang diperoleh, analisis yang dilakukan adalah analisis kesetimbangan

material (*material balance*) untuk melihat potensi daur ulang untuk masing-masing jenis sampah. Kesetimbangan massa sampah ini dihitung dengan mengalikan persentase kemungkinan suatu jenis sampah tersebut untuk didaur ulang dengan jumlah dari jenis sampah tersebut baik dalam satuan kilogram ataupun m³. Jumlah sampah yang dapat didaur ulang dan yang tidak dapat didaur ulang tersebut disusun dalam sebuah bagan kesetimbangan massa sehingga dapat menunjukkan jumlah dan alur dimana sampah tersebut akan diproses.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah di Werdhapura

Berdasarkan hasil survey dan wawancara, Fasilitas tempat sampah yang ada di werdhapura berbeda-beda sesuai manajemennya. Untuk di kamar wisma, masing-masing kamar memiliki satu tempat sampah kecil yang diletakkan di luar kamar. Tempat sampah tersebut berukuran kecil sekitar 8 liter atau ukuran 20x20x20 cm³. Sedangkan untuk ruang pertemuan menggunakan tempat sampah berukuran 120 liter. Di kantor Satker Cipta Karya (PKPAM, PPLP, PBL) tempat sampah yang digunakan adalah tempat sampah ukuran 120 liter, sementara di BPTPT memiliki tempat sampah yang berbeda yaitu tempat sampah terpilah ukuran masing-masing 8 liter dan tempat sampah ukuran 20 liter. Selain tempat sampah, tersedia juga satu TPS untuk di BPTPT dan untuk wisma werdhapura. Kondisi tempat sampah yang ada di Werdhapura Village Center ini sebagian besar tidak terpilah, artinya satu tempat sampah digunakan untuk menampung semua jenis sampah. Walaupun ada tempat sampah yang terbagi tiga jenis yaitu untuk organik (sisa makanan/kue, kulit buah, daun-daunan, *canang* atau sesajen), anorganik (kertas, kotak makanan, gelas dan botol plastik, kaleng), dan residu (kertas tisu, puntung rokok, baterai, kertas minyak), namun sampah yang dibuang di tempat sampah tersebut tetap tercampur. Selain itu tidak ada fasilitas pengangkutan sampah seperti gerobak atau sejenisnya baik yang terpilah maupun tidak. Pengangkutan sampah di werdhapura dilakukan setiap dua hari sekali dimana pengangkutan dilakukan oleh pengangkut sampah dari pihak swasta, bukan dari Dinas Pertamanan. Biaya pengangkutan dibebankan kepada masing-masing manajemen dengan jumlah yang

berbeda-beda. Untuk wisma werdhapura dan BIPR membayar sebanyak Rp. 800.000,00/bulan, sedangkan satker cipta karya membayar Rp. 200.000,00/bulan, dan BPTPT membayar Rp. 100.000,00/bulan. Pengelolaan sampah di werdhapura sebelumnya pernah dilakukan di depo/bangunan pengelolaan sampah yang dibangun oleh satker PPLP di bagian belakang dari kantor BIPR dan lobby hotel. Pengelolaan sampah yang dilakukan adalah pengomposan, dimana di bangunan tersebut masih ada alat pencacah sampah. Namun pelaksanaannya tidak berlangsung lama dan belum dilanjutkan kembali sampai sekarang. Berdasarkan kondisi ini, Werdhapura Village Center sebenarnya dapat membuat suatu sistem pengelolaan sampah terpadu dengan memanfaatkan bangunan pengelolaan sampah yang sudah ada dengan manfaat dapat mengurangi biaya pengangkutan sampah, berkontribusi dalam pengurangan kuantitas sampah yang masuk ke TPA, serta ada kemungkinan tambahan penghasilan yang

diperoleh dari penjualan sampah yang dapat didaur ulang.

Timbulan Sampah di Werdhapura Village Center

Pengukuran timbulan sampah dilakukan terhadap semua kantor di werdhapura yaitu: BPTPT Denpasar, BIPR, Satuan Kerja Cipta Karya yang terdiri dari 4 kantor berbeda dalam satu gedung kantor, dan operasional wisma. Pengukuran timbulan untuk wisma / kamar-kamar yang ada di wisma dengan jumlah kamar yang diambil sampel untuk masing-masing jenis sesuai dengan yang ditampilkan pada Tabel 1. Pengumpulan sampah untuk masing-masing sumber dilakukan oleh petugas kebersihan masing-masing kantor dan wisma, dimana sampah tersebut dikumpulkan ke dalam kantong sampah atau *trash bag* dan diletakkan di lokasi yang sudah ditentukan dan ditandai dengan nama sumber masing-masing sampah. Sampah ini yang kemudian diukur oleh peneliti. Hasil dari pengukuran timbulan sampah ini dapat dilihat pada Tabel 2.

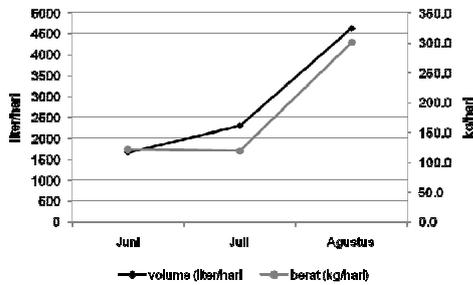
Tabel 2. Hasil Pengukuran Timbulan Sampah di Werdhapura Village Center

Sumber Sampah	Faktor Pemadatan Volume				Volume Timbulan				Berat Timbulan			
					Liter/hari				Kg/hari			
	Mei	Juni	Juli	Agst	Mei	Juni	Juli	Agst	Mei	Juni	Juli	Agst
Kantor + RTH + Lab (BPTPT)	1,17	1,25	1,29	1,31	164,04	88,60	83,90	65,60	6,29	3,47	3,73	3,47
Kantin CK	1,20	1,25			10,00	9,20	9,60	9,60	1,19	1,70	1,44	1,44
Kantor + RTH (Satker CK)			1,12	1,09		309,68	304,17	315,19		12,99	16,73	9,26
BIPR + Operasional Wisma		0,88	0,84	0,80		122,71	61,00	83,25		5,70	3,21	3,74
Ruang Pertemuan		0,82		1,00		387,50		3325,00		30,72		215,63
Wisma Werdhapura Village Center		0,84	0,85	0,84		415,24	549,14	193,83		19,75	26,90	13,34
RTH Werdhapura		0,89	0,89	0,86		450,00	1175,00	579,17		26,18	45,40	39,26
Dapur + Restoran		0,96	0,94	0,92		191,67	128,13	68,20		33,64	22,84	16,17
Total					174,04	1974,6	2310,9	4639,9	7,48	134,2	120,26	302,32

Untuk faktor pemadatan (Fp) secara keseluruhan berkisar antara 0,69 – 1,37. Untuk kantor, Fp berkisar antara 0,8 – 1,37; sedangkan kantin antara 1,2 – 1,25; sementara wisma antara 0,69 – 1,00. Berdasarkan SNI 3242:2008, faktor pemadatan untuk permukiman secara umum sekitar 1,2 sehingga terdapat perbedaan selisih faktor pemadatan antara 0,17 – 0,51. Nilai ini menunjukkan bahwa sampah yang

ada di werdhapura memiliki perbedaan volume yang tidak terlalu besar antara sebelum dipadatkan dengan setelah dipadatkan. Berdasarkan Tabel 2, volume sampah dari Juni – Agustus mengalami peningkatan secara berturut-turut dari sekitar 1,9 m³/hari pada bulan Juni sampai 4,6 m³/hari pada bulan Agustus. Sedangkan dari berat, pada Bulan Juni berat sampah total sekitar 134,2 kg/hari, kemudian menurun menjadi 120,3 kg/hari

pada Bulan Juli untuk kemudian meningkat lagi pada Bulan Agustus menjadi 302,3 kg/hari. Grafik fluktuasi jumlah sampah secara total dari Bulan Juni – Agustus dapat dilihat pada Gambar 1. Sedangkan grafik fluktuasi jumlah sampah berdasarkan sumber dapat dilihat pada Gambar 2.

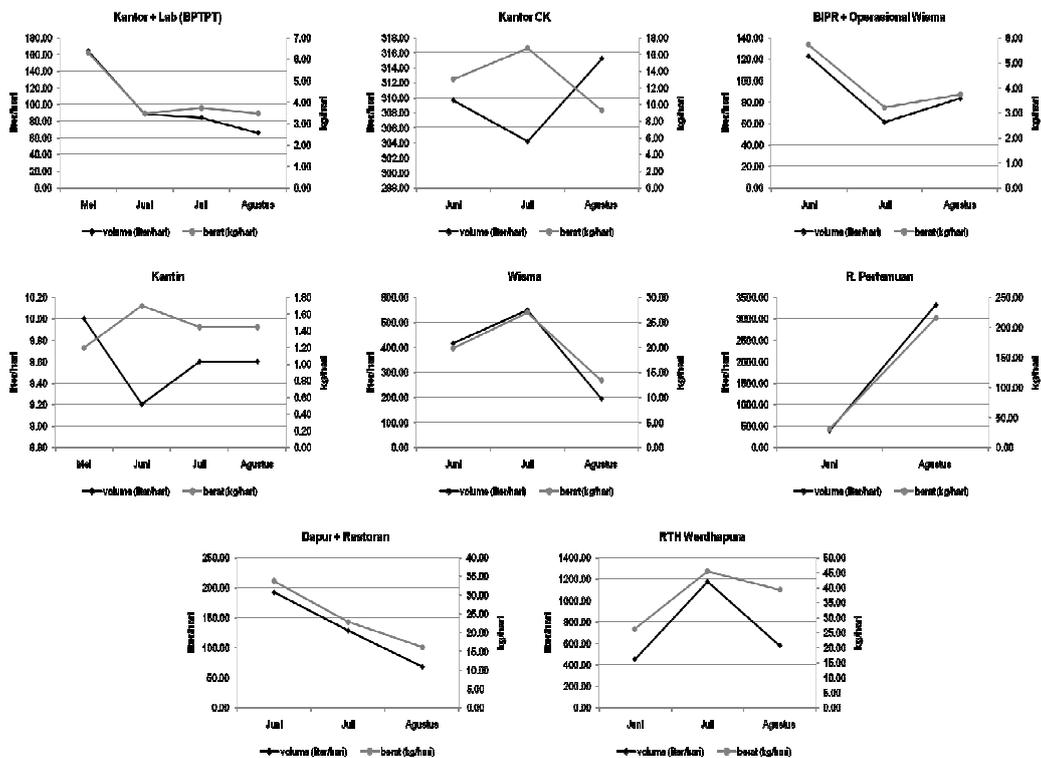


Gambar 1. Timbulan sampah total di Werdhapura Village Center dari Bulan Juni – Agustus 2012

Berdasarkan Gambar 1, peningkatan volume sampah terjadi dari bulan Juni sampai dengan Agustus, namun peningkatan pada Bulan Agustus paling signifikan disebabkan oleh adanya aktivitas di bulan puasa yaitu pada pertengahan Bulan Juli sampai pertengahan Agustus, dimana terjadi peningkatan penyewaan ruangan di Werdhapura atau tempat untuk pelaksanaan buka puasa bersama. Aktivitas ini menghasilkan sampah jenis organik seperti

sisanya makanan dan anorganik seperti kertas/kotak makanan secara signifikan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan timbulan sampah untuk ruang pertemuan dimana terjadi peningkatan signifikan baik volume maupun berat pada Bulan Agustus.

Dari segi pengunjung wisma, berdasarkan hasil wawancara, tingkat kunjungan yang paling tinggi adalah pada bulan Mei dan bulan Desember. Namun karena pada bulan tersebut tidak dilakukan pengukuran sampah untuk wisma, maka analisis akan dilakukan berdasarkan hasil yang diperoleh dengan anggapan bahwa jumlah sampah yang dihasilkan per hari berada pada kisaran jumlah sampah yang diukur. Selain itu, tingkat kunjungan terhadap wisma berdasarkan wawancara dengan petugas wisma, saat ini mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan dengan sebelum tahun 2012. Hal ini disebabkan karena mulai pertengahan tahun 2012, tarif wisma mengalami kenaikan menyesuaikan terhadap Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2012. Hal ini menyebabkan hasil pengukuran timbulan sampah pada tahun 2012 akan berbeda dengan kondisi sebelumnya, namun bisa dijadikan sebagai acuan untuk perkiraan timbulan sampah tahun berikutnya.



Gambar 2. Fluktuasi Timbulan Sampah Menurut Sumber

Densitas Sampah

Densitas atau massa jenis sampah yaitu membandingkan antara berat sampah dengan volume sampah tersebut. Densitas sampah dihitung dan disusun berdasarkan jenis-jenis atau komposisi sampah. Pembagian jenis atau komposisi sampah didasarkan pada jenis sampah apa saja yang dapat didaur ulang dan yang tidak serta berdasarkan pula pada beberapa referensi (Tabel 3). Jenis sampah yang ada di Werdhapura yang dapat didaur ulang diantaranya botol plastik, kertas, kantong plastik, atau botol kaca, sedangkan sampah yang tidak dapat didaur ulang dikumpulkan ke dalam jenis sampah residu seperti plastik pembungkus makanan, kotak dan puntung rokok, dan sebagainya. Sampah organik seperti daun, sampah tissue, dan sisa makanan dipisahkan karena jumlahnya cukup banyak. Selain dari pengamatan langsung, penggolongan jenis sampah juga didasarkan pada referensi.

Tabel 3. Tipe atau jenis sampah berdasarkan referensi

Referensi	Sumber sampah	Tipe/jenis sampah
Thcobanoglous (1993:41); dan Damanhuri (2010:7)	Sampah perkantoran	Kertas, kardus, plastik, kayu, sisa makanan, kaca, logam, limbah berbahaya dan beracun, dan sebagainya
Jana (2006)	Sampah pasar (Pasar Badung)	Sampah organik, plastik, kertas dan karton, sisa potongan

Referensi	Sumber sampah	Tipe/jenis sampah
Kurniawan (2010)		kain Sampah organik (Sampah yang mudah membusuk, sampah yang sulit membusuk) Sampah anorganik (Barang lapak, residu, B3)
Kustiasih (2011)	Sampah kota (Banjar)	Sampah organik, anorganik, residu+B3
Astari (2010)	Sampah kawasan (Kecamatan Wonocolo, Surabaya)	Sampah basah, plastik, kertas, logam, gelas/kaca, kayu, karet, kain, lain-lain
Ruslinda (2007)	Sampah kota (Bukittinggi)	Sampah organik (sampah makanan, kertas, plastik, tekstil, karet, sampah halaman, kayu) Sampah anorganik (kaca, kaleng, logam, dan lain-lain)
Suryanto (2005)	Sampah kota (Depok)	Sayur mayur, kayu, daun-daunan, kaca, plastik, aluminium, kertas, besi, kardus, lain-lain
Meilany (2011)	Sampah perkantoran (Puslitbang Permukiman)	Organik, anorganik, RTH

Berdasarkan pengamatan langsung mengenai tipe atau jenis sampah di Werdhapura dan berdasarkan referensi, maka densitas sampah dibagi berdasarkan jenisnya seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Massa jenis sampah di Werdhapura Village Center

Jenis Sampah	Massa Jenis Sampah (kg / m ³)							Rata-rata
	Kantor			Werdhapura				
	BPTPT	PLP	PKPAM	PBL	R. Pertemuan	Kamar	Dapur	
Botol Plastik	16,75	19,00			13,32	6,54	20,00	15,12
Residu	33,22	14,08			32,28	57,53	76,57	42,74
Kertas Minyak	16,86			15,80	27,40	10,25		17,58
Sisa Makanan	214,00	156,00			782,80	116,50	231,76	300,21
Tissue	61,00	36,00			127,50	114,63	71,00	82,03
Daun	34,00	107,71	28,57		73,00	18,00		52,26
Kertas	16,82	17,47		12,07	27,30	16,00		17,93
Kantong Plastik	7,33	3,44			44,82	6,38	20,00	16,40
B3	54,33						45,00	49,67
Botol Kaca	933,33							933,33
RTH	45,65					74,62		60,14
Kayu (sampah lab)	36,61							36,61

Densitas sampah ini nantinya digunakan untuk mengkonversi data komposisi sampah dalam satuan % berat menjadi % volume. Densitas sampah ini merupakan nilai densitas sampah untuk masing-masing jenis sampah. Sedangkan densitas sampah tercampur dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Densitas sampah tercampur di Werdhapura

Waktu Sampling (Bulan-)	Volume (m ³)	Berat (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)
Mei	0,941	38,732	41,169
Juni	8,298	598,839	72,165
Juli	11,271	648,490	57,535
Agustus	9,581	636,286	66,409
Total	30,092	1922,347	63,883

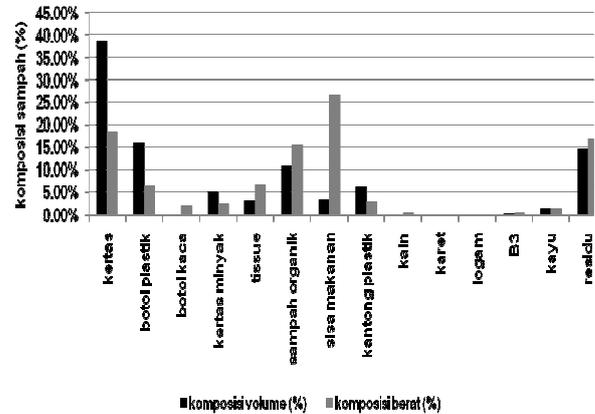
Komposisi Sampah

Komposisi sampah berdasarkan hasil pengukuran terlihat pada Tabel 6 dan ditampilkan dalam % volume dan % berat. Gambar 3 memperlihatkan grafik komposisi sampah berdasarkan % volume dan % berat. Berdasarkan Tabel 6, komposisi sampah dari % volume, komposisi sampah yang paling banyak adalah sampah kertas (38,46%), botol plastik (15,88%), residu (14,64%), dan sampah organik (10,93%). Sedangkan komposisi sampah (% berat) yang paling banyak adalah sisa makanan (26,43%), kertas (18,55%) baik berupa kertas HVS, koran, ataupun kotak makanan, residu (16,83%), dan sampah organik (15,36%) seperti daun, janur, serta sampah dari RTH.

Tabel 6. Komposisi sampah

Jenis Sampah	Komposisi Volume (%)	Komposisi Berat (%)
Kertas	38,46%	18,55%
Botol plastik	15,88%	6,46%
Botol kaca	0,08%	1,97%
Kertas minyak	5,08%	2,40%
Tissue	3,05%	6,72%
Sampah organik	10,93%	15,36%
Sisa makanan	3,27%	26,43%
Kantong plastik	6,22%	2,74%
Kain	0,17%	0,42%
Karet	0,17%	0,09%
Logam	0,17%	0,01%
B3	0,39%	0,53%

Jenis Sampah	Komposisi Volume (%)	Komposisi Berat (%)
Kayu	1,50%	1,48%
Residu	14,64%	16,83%



Gambar 3. Komposisi sampah dalam % volume (kiri) dan dalam % berat (kanan)

Jenis sampah yang digolongkan ke dalam residu diantaranya seperti puntung rokok, plastik pembungkus makanan, tetrapack, styrofoam, tutup botol, kotak rokok, serta jenis sampah lain yang tidak dapat diolah baik dengan cara dikomposkan, didaurulang, digunakan kembali, atau dengan cara lain sehingga jenis sampah ini harus dibuang ke TPA.

Komposisi sampah di werdhapura jika dikategorikan ke dalam sampah organik, anorganik, dan residu adalah sebesar 41,79 sampah organik, 41,37% anorganik, dan 16,84% residu. Jika dibandingkan dengan Tabel 3 untuk jenis sampah perkantoran (Puslitbang Permukiman) dimana sampah organik sebesar 8,81% dan anorganik sebesar 25,94% atau komposisi sampah kota (Bukittinggi) dimana organik sebesar 70,97% dan anorganik 29,03%, perbedaan komposisi sampah di Werdhapura cukup jauh. Selain karena memang kondisi tiap lokasi akan berbeda dan menghasilkan komposisi sampah yang berbeda, Werdhapura merupakan kawasan perkantoran dan wisma sehingga akan berbeda jenis sampah yang dihasilkan dengan kawasan yang hanya terdiri dari perkantoran saja atau wisma saja apalagi dengan sampah kota.

Kesetimbangan Massa Sampah

Kesetimbangan massa sampah dibuat untuk melihat potensi daur ulang untuk masing-masing jenis sampah. Berdasarkan

penelitian Purnama (2003), diperoleh persentase daur ulang untuk masing-masing jenis sampah dimana hasil ini diperoleh dari penelitian dan wawancara dengan pemulung dan pengrajin rumah tangga (Tabel 7). Berdasarkan persentase tersebut, diperoleh jumlah sampah yang dapat didaur ulang serta residu yang dihasilkan dan perlu dibuang ke TPA seperti terlihat pada Tabel 8. Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah sampah yang masuk diambil dari nilai volume sampah dan berat sampah total maksimum yaitu pada bulan agustus sebesar 4.639,9 liter/hari atau 4,64 m³/hari dan 302,32 kg/hari (Tabel 2).

Tabel 7. Persentase sampah yang dapat didaur ulang dari jenis-jenis sampah di Kawasan Perumnas Monang-Maning, Denpasar

Komponen	% Daur Ulang
Sampah Basah	69
Kain	25
Kertas	50
Plastik	50
Logam	80
Kaca	65
Aluminium	100
Kayu	10
Foam	-
Karet	25

Sumber: Purnama, 2003

Pada Tabel 8, terdapat beberapa jenis sampah yang berbeda dengan jenis sampah dari referensi (Purnama, 2003) yaitu botol plastik, kertas minyak, tissue, B3, dan residu. Untuk jenis sampah tersebut, peneliti memberikan asumsi tersendiri mengenai persentase potensi daur ulang. Botol plastik diasumsikan 100% dapat didaur ulang karena jenis sampah ini murni botol plastik yang dapat dijual di lapak barang bekas. Sedangkan B3 dan residu diasumsikan seluruhnya tidak dapat didaur ulang karena sampai saat ini penanganan B3 di Bali belum ada secara spesifik, sementara residu adalah sampah yang tidak memiliki potensi daur ulang karena

tidak termasuk ke jenis sampah yang diterima di lapak-lapak barang bekas. Sedangkan untuk kertas minyak dan tissue, dianggap tidak bisa didaur ulang berdasarkan hasil penelitian bahwa kertas pembungkus makanan tidak dapat didaur ulang karena adanya lapisan plastik serta kertas tissue dapat didaur ulang menjadi kertas tissue kembali namun sangat jarang yang didaur ulang kembali, karena sifatnya yang mudah hancur (Wahyono, 2001).

Hasil perhitungan pada Tabel 8 menunjukkan bahwa sampah organik yang dapat diolah menjadi kompos adalah 32,05 kg/hari, sedangkan sisa makanan yang bisa dimanfaatkan adalah sekitar 55,14 kg/hari. Sisa makanan ini bisa dikomposkan dengan komposter tanam atau dapat diberikan kepada peternak sebagai makanan ternak. Jumlah total sampah kering yang dapat didaur ulang adalah 56,45 kg/hari atau 18,67% dari total sampah per hari. Jumlah total residu yang harus dibuang ke TPA adalah 158,68 kg/hari atau 52,49% dari total sampah per hari. Selanjutnya dari hasil ini dibuat kesetimbangan massa sampah seperti pada Gambar 4. Dari Gambar 4, total sampah yang masuk terdiri dari 41,80% sampah basah dan 58,20% sampah kering. Sampah yang masih dapat dimanfaatkan adalah sebesar 69% dari sampah basah dan 32,08% dari sampah kering. Sedangkan residu yang harus dibuang ke tempat pemrosesan akhir (TPA) sebanyak 31% sampah basah dan 67,92% sampah kering. Sampah basah yang masih dapat dimanfaatkan dapat digunakan sebagai bahan kompos dan makanan ternak dimana di Bali yang masyarakatnya banyak memelihara ternak sapi dan babi, maka sampah basah seperti sisa makanan dapat digunakan sebagai makanan ternak. Sedangkan untuk sampah kering yang dapat dimanfaatkan biasanya berupa barang lapak atau barang bekas yang dapat didaur ulang. Sampah ini dapat dijual ke Bandar lapak yang banyak terdapat di Kota Denpasar dan dekat Werdhapura Village Center.

Tabel 8. Potensi daur ulang sampah berdasarkan komposisi sampah di Werdhapura

Komponen	% Berat	Berat Sampah (kg)	% Daur Ulang	Daur Ulang (kg)	Residu (kg)
Kertas	18,55%	56,09	50% (*)	28,04	28,04
Botol plastik	6,46%	19,52	100% (**)	19,52	0,00
Botol kaca	1,97%	5,96	65% (*)	3,87	2,09
Kertas minyak	2,40%	7,26	0% (***)	0,00	7,26
Tissue	6,72%	20,31	0% (***)	0,00	20,31
Sampah organik	15,36%	46,45	69% (*)	32,05	14,40
Sisa makanan	26,43%	79,91	69% (*)	55,14	24,77
Kantong plastik	2,74%	8,30	50% (*)	4,15	4,15
Kain	0,42%	1,28	25% (*)	0,32	0,96
Karet	0,09%	0,26	25% (*)	0,07	0,20

Komponen	% Berat	Berat Sampah (kg)	% Daur Ulang	Daur Ulang (kg)	Residu (kg)
Logam	0,01%	0,03	80% (*)	0,03	0,01
B3	0,53%	1,59	0% (**)	0,00	1,59
Kayu	1,48%	4,46	10% (*)	0,45	4,02
Residu	16,83%	50,88	0% (**)	0,00	50,88
Jumlah		302,32		143,64	158,68
Persentase				47,51%	52,49%

Keterangan:

(*) = Purnama, 2003

(**) = asumsi

(***) = Wahyono, 2001

Berdasarkan hasil survey dan wawancara mengenai kondisi eksisting pengelolaan sampah di Werdhapura Village Center dimana pengelolaannya hanya pengumpulan sampah dan selanjutnya langsung dibuang ke TPA, seharusnya manajemen dapat membuat suatu sistem pengelolaan sampah terpadu. Beberapa pertimbangan yang menguatkan alasan bahwa di Werdhapura harus dibuat sistem pengelolaan sampah terpadu yaitu:

- Mengurangi biaya pengangkutan sampah
Kondisi saat ini masing-masing manajemen mengeluarkan biaya setiap bulannya untuk pengangkutan sampah, dan yang membayar paling tinggi adalah manajemen Werdhapura karena memang volume sampahnya paling besar. Dengan kondisi itu, apabila ada pengelolaan sampah terpadu dimana sampah yang dapat didaur ulang sebanyak 47,51% atau sampah yang masuk ke TPA menjadi berkurang sebesar 47,51%, maka biaya yang dikeluarkan pun otomatis akan berkurang menyesuaikan dengan volume sampah yang akan diangkut yang otomatis mengurangi rit pengangkutan sampah;
- Dapat dijadikan penghasilan tambahan
Jumlah sampah kering yang dapat didaur ulang sebanyak 56,45 kg/hari. Sampah sebanyak ini akan dapat digunakan sebagai penghasilan tambahan bagi petugas pengelola sampah. Hal ini terbukti pada saat dilakukan pengukuran timbulan sampah dimana dilakukan juga pemilahan sampah kering seperti botol plastik, beberapa petugas kebersihan di Werdhapura ingin mengambil sampah yang dipilah untuk mereka jual;
- Dapat memenuhi kebutuhan pupuk untuk kebun di Werdhapura

Berdasarkan hasil wawancara dengan petugas kebersihan taman Werdhapura, ternyata untuk pemupukan tanaman yang ada di kebun di Werdhapura yang luasnya mencapai 1,5 hektar, mereka membeli pupuk kompos dari luar. Oleh karena itu, jika sampah daun atau RTH bisa dimanfaatkan menjadi

kompos dimana potensinya adalah 16 kg kompos per hari, maka selain mengurangi biaya pembelian kompos, kompos juga dapat dijual kepada petani sehingga mendatangkan penghasilan tambahan;

- Berkontribusi pada pengurangan sampah yang masuk ke TPA

Sampah yang masuk ke TPA Suwung-Denpasar pada tahun 2003 sekitar 1.842 m³/hari (Partha, 2010) atau pada tahun 2006 rata-rata mencapai 2.423 m³/hari (Wardi, 2011). Total volume sampah di Werdhapura memang hanya sekitar 4,6 m³/hari, sehingga tidak terlihat signifikan. Namun hal ini merupakan kontribusi yang baik karena selain akan mengurangi jumlah sampah yang masuk ke TPA, salah satu penyebab rendahnya kualitas sistem sanitasi masyarakat salah satunya adalah pengelolaan sampah yang tidak berkelanjutan, sehingga dampaknya akan lebih luas (Buenrostro, 2003). Selain itu Werdhapura merupakan pusat informasi publik mengenai teknologi atau kegiatan bidang pekerjaan umum, sehingga apabila pengelolaan sampah dilaksanakan dengan baik, maka dapat dijadikan contoh bagi kawasan perkantoran yang lain;

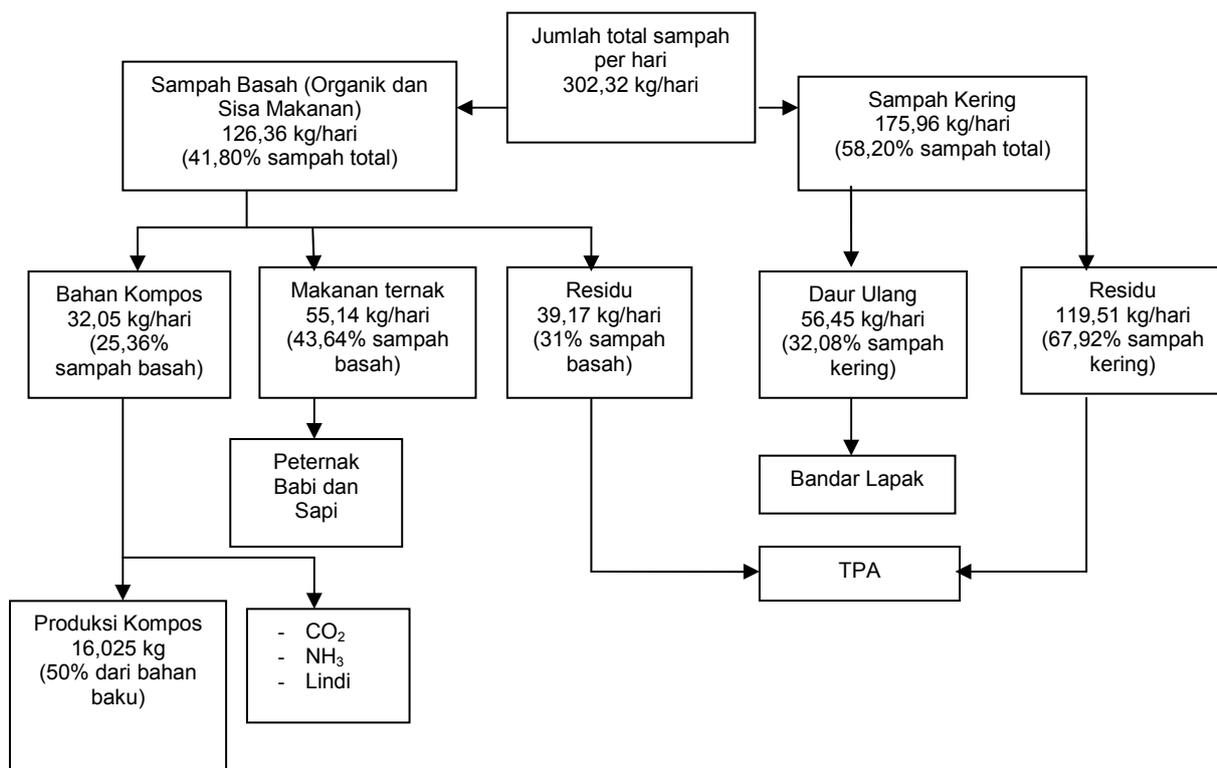
- Pemanfaatan sarana yang belum termanfaatkan

Di Werdhapura terdapat depo pengelolaan sampah yang saat ini tidak termanfaatkan. Pengelolaan sampah dapat dilakukan di depo tersebut sehingga mengurangi biaya pembangunan atau tidak perlu memakai lahan lain karena sudah ada sarana untuk pengelolaan sampah tersebut.

Rekomendasi sistem pengelolaan sampah yang dapat diterapkan diantaranya menyusun tempat pengelolaan sampah dengan prinsip 3R (TPS 3R) sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 atau menyusun pengelolaan sampah dengan konsep MRF/Material Recovery Facilities (Purnama, 2003). Dalam konsep TPS 3R atau MRF ini disusun komponen-komponen yang diperlukan dalam pengelolaan sampah seperti

lahan sortir, lahan penyimpanan sampah kering, area penerimaan sampah, kebutuhan tenaga pelaksana, kebutuhan peralatan, sampai dengan perhitungan atau analisis finansial. Analisis finansial ini dimaksudkan untuk melihat seberapa besar program pengelolaan sampah ini dapat memberikan penghasilan atau pendapatan, karena memang sampah juga memiliki nilai ekonomis seperti salah satunya sampah kertas yang dapat dimanfaatkan hingga 70% untuk didaur ulang (Wahyono, 2001). Contoh lain, sampah di Kota Depok yang dalam sehari menghasilkan 69.344,8 kg sampah organik

dan 144.155,2 kg sampah anorganik diperkirakan memiliki nilai ekonomis hingga Rp. 187.951.800,00 setiap harinya (Suryanto, 2005). Beberapa contoh tersebut menunjukkan bahwa sampah dapat dikelola dan menghasilkan nilai ekonomis bagi pengelolanya sehingga penghasil sampah dalam hal ini manajemen kawasan perkantoran dan wisma Werdhapura dapat melakukan pengelolaan sampah terpadu di dalam kawasan Werdhapura dengan mencontoh sistem pengelolaan sampah yang sudah ada sebelumnya.



Gambar 4. Keseimbangan Massa Sampah

KESIMPULAN

Timbulan sampah di kawasan perkantoran dan wisma Werdhapura Village Center dari Juni – Agustus mengalami peningkatan volume sampah secara berturut-turut dari sekitar 1,9 m³/hari pada bulan Juni sampai 4,6 m³/hari pada bulan Agustus. Sedangkan dari berat, pada Bulan Juni berat sampah total sekitar 134,2 kg/hari, kemudian menurun menjadi 120,3 kg/hari pada Bulan Juli untuk kemudian meningkat lagi pada Bulan Agustus menjadi 302,3 kg/hari. Berdasarkan komposisinya, komposisi sampah (% berat) yang paling banyak adalah sisa makanan

(26,43%), kemudian selanjutnya kertas (18,55%), residu (16,83%), dan sampah organik (15,36%). Sedangkan komposisi sampah dari % volume yang paling banyak adalah sampah kertas (38,46%), botol plastik (15,88%), residu (14,64%), dan sampah organik (10,93%). Dari total sampah di Werdhapura, sebanyak 47,51% berpotensi untuk didaur ulang dimana sampah tersebut terdiri dari sampah organik yang dapat diolah menjadi kompos, sisa makanan, serta sampah kering yang dapat didaur ulang seperti kertas, botol plastik, logam, botol kaca, kantong plastik, dan lainnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai PTPT Denpasar - Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman - Kementerian Pekerjaan Umum, dalam hal penggunaan data hasil penelitian tahun 2012 serta kepada Bapak Gede Herry Purnama dan Ibu Ni Made Utami Dwipayanti selaku narasumber dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astari, S. D. dan IDAA Warmadewanthi, 2010. Kajian Model Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat di Kecamatan Wonocolo Kota Surabaya. Surabaya. Seminar Nasional Manajemen Teknologi XI, Program Studi MMT-ITS, Surabaya. 6 Pebruari 2010.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. SNI 3242:2008: Pengelolaan sampah di permukiman.
- Badan Standardisasi Nasional. 1995. SNI 19-3964-1995: Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan.
- Buenrostro, O. dan G. Bocco, (2003) "Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives", *Journal Resources, Conservation and Recycling*, 39, hal.251-263.
- Damanhuri, E., dan T. Padmi, 2010. Pengelolaan Sampah. Diktat Kuliah TL-3104. Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Jana, I W., N.K. Mardani, dan I W. B. Suyasa, (2006) "Analisis Karakteristik Sampah dan Limbah Cair Pasar Badung dalam Upaya Pemilihan Sistem Pengelolaannya", *Jurnal Ecotrophic*, 1, hal.1-10.
- Kurniawan, E.. 2010. Transformasi Pengelolaan Sampah. [Online] [Diakses tanggal 1 Maret 2012].
- Kustiasih, T. dan L. Meilany, 2011. Pengembangan Teknologi dan Manajemen Persampahan dan Drainase Berwawasan Lingkungan. Bandung. Kolokium 2011 Hasil Litbang Bidang Permukiman, Pusat Litbang Permukiman, Bandung. 4 Mei 2011.
- Meilany, L., T. Kustiasih, dan S. Darwati. 2011. Pengembangan Pengelolaan Sampah Kawasan Perkantoran Terpadu Berbasis 3R. Bandung. Kolokium 2011 Hasil Litbang Bidang Permukiman, Pusat Litbang Permukiman, Bandung. 4 Mei 2011.
- Partha, C.G.I., (2010) "Penggunaan Sampah Organik Sebagai pembangkit Listrik di TPA Suwung-Denpasar". *Jurnal Teknologi Elektro*, 9, hal.152 – 158.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012. 2012. Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
- Purnama, I G. H., 2003. Studi Perancangan Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu (IPST) di Kecamatan Denpasar Barat Kota Denpasar (Studi Kasus TPS Perumnas Monang-Maning). Tesis. Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Ruslinda, Y. dan S. Indah, 2007. Satuan Timbulan, Komposisi dan Karakteristik Sampah Non Domestik Kota Bukittinggi. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas, Sumatera Barat.
- Suryanto, D. A. dan D. Susilowati, 2005. Kajian Potensi Ekonomis dengan Penerapan 3R (Reduce, Reuse, Recycle) pada Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kota Depok. Jakarta. Seminar Nasional PESAT, Universitas Gunadarma, Jakarta. 23-24 Agustus 2005.
- Tchobanoglous, G., H. Theisen, and S.A. Vigil, 1993. Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill, Inc.
- Wahyono, S., (2001) "Pengelolaan Sampah Kertas di Indonesia". *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2, hal.276-280.
- Wardi, I N., (2011) "Pengelolaan Sampah Berbasis Sosial Budaya: Upaya Mengatasi Masalah Lingkungan di Bali". *Jurnal Bumi Lestari*, 11, hal.167-177.