

## STUDI KARAKTERISTIK DAN POTENSI DAUR ULANG SAMPAH DI BANTARAN SUNGAI CIKAPUNDUNG

### STUDY OF SOLID WASTE CHARACTERISTICS AND RECYCLE POTENTIAL IN CIKAPUNDUNG RIVERBANKS

\*<sup>1</sup>Rosi Nuraeni Yusfi dan <sup>2</sup>Tri Padmi Damanhuri

Departemen Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha 10 Bandung 40132

e-mail : <sup>1</sup>nuraeni\_yusfi@yahoo.com dan <sup>2</sup>tripadmi@gmail.com

**Abstrak:** Sungai Cikapundung menerima sampah setiap hari dari berbagai aktivitas di sepanjang bantarannya sehingga merugikan masyarakat. Bahkan Sungai Citarum sebagai muaranya dinyatakan sebagai sungai terkotor di dunia. Maka sampah yang masuk ke Sungai Cikapundung harus dikelola dengan tepat. Mempertimbangkan kurang efektifnya penanganan sampah dengan kerja bakti dan amanat UU No.18/2008 akan minimasi dan pemanfaatan sampah yang masih bernilai guna, pengelolaan sampah di bantaran Sungai Cikapundung sebaiknya difokuskan pada prinsip minimasi terutama program daur ulang yang melibatkan masyarakat dan sektor informal. Maka diperlukan studi untuk mengetahui potensi daur ulang serta karakteristik kualitatif dan kuantitatif sampah yang akan dikelola. Densitas dan komposisi sampah diukur sesuai metode SNI 19-3964-1995. Kadar air diuji dengan metode ASTM D2216-98. Uji statistik dilakukan untuk menguji korelasi data dan uji homogenitas menggunakan ANOVA satu arah. Hasil pengolahan data menunjukkan estimasi timbulan sampah yang masuk sungai yaitu 21,95 m<sup>3</sup> per hari. Dengan komposisi sampah didominasi oleh sampah anorganik yang berpotensi untuk didaur ulang sebesar 44-73%. 13-21% berupa sampah anorganik yang biasa didaur ulang, 2-10% sampah anorganik yang tidak dapat didaur ulang, 7-23% sampah organik yang sulit dikompos, dan 5-18% yang mudah dikompos. Kadar air material organik pada sampah sungai adalah 86,98% sedangkan material anorganik 62,92% dan densitas sampah sebesar 87,44 kg/m<sup>3</sup>. Uji homogenitas menunjukkan bahwa seluruh data heterogen. Uji korelasi membuktikan bahwa komposisi sampah di sungai dipengaruhi oleh sampah permukiman di bantarannya. Potensi daur ulang sampah adalah 250-403 kg untuk sampah anorganik dan 96-345 kg untuk sampah organik setiap harinya. Dengan potensi ekonomi daur ulang adalah Rp 375.000 -Rp 1.612.000 per hari untuk sampah anorganik dan Rp 960.000 - Rp 3.450.000 per hari untuk sampah organik. Hal ini menunjukkan bahwa program daur ulang sampah di bantaran Sungai Cikapundung akan memberikan manfaat yang sangat besar bagi masyarakat di sekitarnya.

**Kata kunci:** daur ulang, karakteristik sampah, pengomposan, sungai cikapundung

**Abstract:** Cikapundung River receives garbages every day from its riverbanks and harm the society. Citarum River as the estuary even declared as the dirtiest river in the world. Then the waste that goes into the river should be managed. Considering the lack of effective waste management in communal work and mandate of the Act No.18/2008 for solid waste (SW) minimizing and utilizing, the management of SW in Cikapundung riverbanks should focus on recycling program involving society and informal sector. Then it would require a study to determine the recycling potential as well as qualitative and quantitative characteristics of the SW. Density and composition was measured by SNI 19-3964-1995 method. Water content was tested by ASTM D2216-98 method. Statistical tests performed for data correlation test and homogeneity test using one-way ANOVA. The results shows the estimated SW generation in the riverbanks is 21.95 m<sup>3</sup> per day. The composition is dominated by potential recyclable inorganic about 44-73%. 13-21% of the waste are recyclable inorganics, 2-10% non recyclable inorganics, 7-23% potential compostible organics, and 5-18% compostible organics. The water content of organic material is 86.98% while 62.92% for inorganic material, with density of 87.44 kg/m<sup>3</sup>. Homogeneity test showed that the entire data are heterogen. Correlation test proved that the river waste composition is affected by the household waste at the riverbanks. Recycling potential is 250-403 kg for inorganic and 96-345 kg for organic waste each day. With the economic potential of recycling is IDR 375,000 to IDR 1,612,000 per day for inorganic and IDR 960,000 to IDR 3,450,000 per day for the organic waste. By recycling program, garbages in Cikapundung riverbanks will give tremendous benefits for the community.

**Keywords:** cikapundung river, composting, recycle, solid waste characteristic

## PENDAHULUAN

Membuang sampah ke sungai sekilas tampak menyelesaikan masalah. Dengan cepat aliran sungai membawa sampah menghilang dari pandangan. Sungai Cikapundung adalah salah satu sungai yang menerima sampah setiap hari dari berbagai aktivitas di sepanjang bantarannya. Masalah sampah di sungai yang membelah dua Kota Bandung ini pada akhirnya kembali merugikan masyarakat. Di bagian hulunya saja, PDAM Kota Bandung bisa menjangkir 4 meter kubik sampah yang menyumbat intake dalam sehari (Pikiran Rakyat, 2011). Di bagian hilir, sampah yang menghambat saluran air menjadi salah satu penyebab banjir tahunan (Tribun News, 2011). Bahkan Sungai Citarum, sebagai muara yang menerima kiriman sampah dari Sungai Cikapundung dan 20 anak sungai lainnya, dinyatakan sebagai sungai terkontaminasi di dunia berdasarkan penampakan fisiknya (Mail Online, 2007).

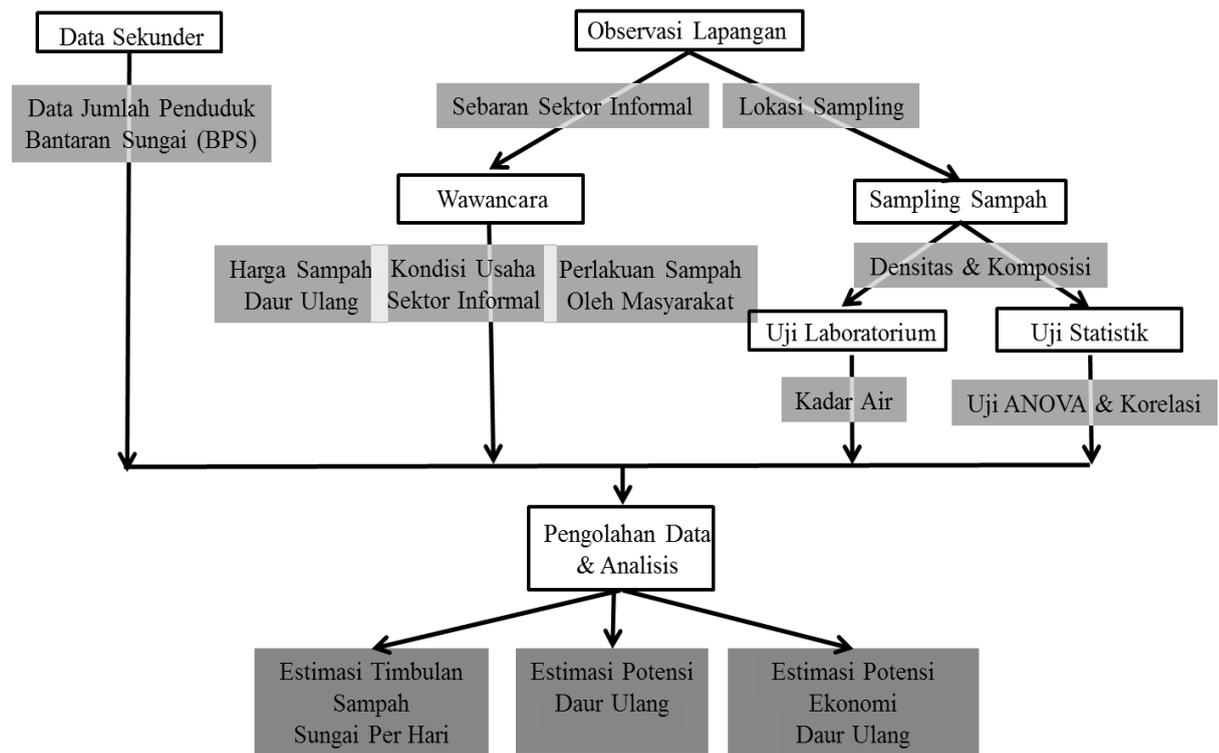
Sampah yang masuk ke Sungai Cikapundung harus dikelola dengan tepat. Menurut Damanhuri dan Padmi (2008), pengelolaan sampah terbagi menjadi dua kelompok utama, yaitu minimasi sampah dan penanganan sampah. Penanganan sampah di Sungai Cikapundung yang sudah mulai dijalankan adalah kerja bakti membersihkan dan mengangkut sampah dari sungai. Namun upaya pembersihan yang dilakukan beberapa kali saja tidak seimbang dengan sampah yang masuk setiap hari. Sementara itu UU Pengelolaan Sampah No. 18/2008 mengamanatkan bahwa pengelolaan sampah harus mengutamakan minimasi sampah sejak dari sumber, pemanfaatan sampah yang masih bernilai guna, dan minimasi sampah yang masuk TPA. Maka pengelolaan sampah di bantaran Sungai Cikapundung sebaiknya mulai mengacu pada prinsip minimasi.

Yang menjadi kendala dalam minimasi sampah adalah masyarakat yang belum terbiasa untuk mengurangi konsumsi produk yang akan menjadi sampah (*reduce*) maupun menggunakan kembali sampahnya (*reuse*). Tetapi masyarakat sudah mengenal daur ulang (*recycle*) untuk sampah seperti botol plastik, kertas, dan sebagainya. Meskipun istilah daur ulang sebenarnya tidak hanya digunakan untuk pemanfaatan sampah anorganik, tetapi juga untuk sampah organik yaitu dengan cara pengomposan. Seperti negara-negara berkembang lainnya, sektor informal memegang peranan penting dalam kegiatan daur ulang di Indonesia (Periatamby *et al.*, 2010; Damanhuri *et al.*, 2010). Sedangkan pengomposan biasa dilakukan sendiri di rumah maupun secara komunal. Oleh karena itu, minimasi sampah di bantaran Sungai Cikapundung sebaiknya difokuskan pada program daur ulang (*recycle*) yang melibatkan masyarakat dan sektor informal.

Untuk mendukung program daur ulang sampah di bantaran Sungai Cikapundung, perlu diketahui potensi daur ulang sampahnya. Apa jenis sampah yang mendominasi di bantaran sungai, pengolahan daur ulang seperti apa yang cocok untuk jenis sampah tersebut, dan mempertimbangkan kegiatan daur ulang yang selama ini sudah dilakukan oleh sektor informal di sekitar bantaran sungai. Tidak semua sampah organik dapat dengan mudah dikompos dan tidak semua sampah anorganik bernilai jual tinggi untuk didaur ulang. Kebiasaan masyarakat dalam memilah sampah juga penting untuk diketahui karena pemilahan merupakan kunci awal kegiatan daur ulang. Selain itu, menurut Papachristou (2009) dalam González (2010), diperlukan studi mengenai karakteristik kualitatif dan kuantitatif sampah seiring dengan meningkatnya alternatif pengolahan sampah. Oleh karena itu, studi ini juga dilakukan untuk memberikan estimasi besar timbulan sampah yang masuk ke Sungai Cikapundung, disertai data komposisi, densitas, dan kadar airnya. Hasil studi ini diharapkan mampu mempromosikan daur ulang dalam sistem pengelolaan sampah di bantaran Sungai Cikapundung.

## METODOLOGI

Seluruh tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**. Data Primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, sampling sampah, uji laboratorium, dan uji statistik. Sedangkan data sekunder diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Kemudian data diolah dan dianalisis untuk menghasilkan estimasi timbulan sampah, potensi daur ulang, dan potensi ekonomi daur ulang sampah di bantaran Sungai Cikapundung.



**Gambar 1** Metodologi

Observasi lapangan dilakukan untuk mengamati persebaran sektor informal serta kondisi fisik dan aktivitas di sepanjang bantaran sungai untuk menentukan lokasi sampling. Setelah mengetahui sebaran sektor informal, dilakukan wawancara kepada sektor informal untuk mengetahui kondisi usahanya serta harga sampah daur ulang yang biasa mereka jual. Dengan jumlah responden 4 orang. Selain itu, wawancara juga dilakukan kepada masyarakat yang tinggal di permukiman padat bantaran sungai untuk mengetahui perlakuan mereka terhadap sampah, meliputi pembuangan sampah ke sungai, pemilahan di sumber, serta ada tidaknya petugas kebersihan setempat. Jumlah responden dalam wawancara ke masyarakat cukup 30 orang dengan prinsip sampling acak sederhana untuk penelitian deskriptif korelasional (Sukmadinata, 2009).

Pengambilan sampel dilakukan secara langsung dari bantaran sungai dan secara tidak langsung dari warga permukiman di sepanjang bantaran sungai. Pengukuran tidak langsung dilakukan sebagai pendekatan untuk mengetahui besar timbulan sampah yang masuk sungai. Mengingat sulitnya mengukur besar timbulan sampah yang masuk ke sungai secara langsung dan tepat untuk suatu lokasi karena sampah selalu berpindah terbawa arus. Seluruh sampah yang masuk sungai harus ditahan sebelum sampah hanyut dan dikumpulkan selama sehari penuh jika ingin memperoleh data timbulan per hari. Oleh karena itu, dengan pertimbangan waktu dan biaya, data besar timbulan sampah dalam studi ini diperoleh melalui pengukuran tidak langsung dari warga yang biasa membuang sampah ke sungai. Lokasi sampling sampah sungai dipilih dengan pertimbangan kondisi geografis dan sumber timbulan sampahnya. Secara geografis, sampel diambil dari bagian hulu, tengah, dan hilir sungai. Berdasarkan sumber timbulannya, sampel sebaiknya diambil di lokasi yang berpotensi paling besar untuk dicemari sampah. Sebuah studi di Sungai Asata, Nigeria yang menyatakan bahwa sampah yang dibuang dekat sungai paling banyak ditemukan di area permukiman (Chima, 2009). Ternyata hasil observasi pun menunjukkan bahwa bantaran sungai di area permukiman merupakan lokasi yang paling banyak dicemari sampah. Lokasi sampling dalam batas wilayah studi ditunjukkan oleh **Gambar 2**. Wilayah studi ini adalah bantaran Sungai Cikapundung yang melalui Kota Bandung saja karena diharapkan penanganan sampah dilakukan pada skala kota.



**Gambar 2** Lokasi sampling dalam batas wilayah studi

Berdasarkan wilayah pelayanan PD Kebersihan Kota Bandung, keempat lokasi sampling masuk dalam wilayah pelayanan Utara dan Selatan. Detail lokasi sampling dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1** Detail lokasi sampling

No.	Lokasi	Keterangan	Foto
1	Jl. Siliwangi, Kelurahan Lebak Siliwangi, Kecamatan Coblong, Wilayah Pelayanan Bandung Utara	Bagian hulu sungai, merupakan daerah permukiman padat	
2	Jl. Cikapundung Timur, Kelurahan Braga, Kecamatan Sumur Bandung, Wilayah Pelayanan Bandung Selatan	Bagian tengah sungai, dikelilingi pusat perbelanjaan dan fasilitas umum	
3	Jl. Karapitan, Kelurahan Burangrang, Kecamatan Lengkong, Wilayah Pelayanan Bandung Selatan	Bagian tengah sungai, merupakan kawasan pasar Ancol dan TPS	
4	Jl. Sukaati, Kelurahan Mengger, Kecamatan Bandung Kidul, Wilayah Pelayanan Bandung Selatan	Bagian hilir sungai, merupakan daerah permukiman padat	

Metode sampling dan pengukuran timbunan sampah mengikuti SNI 19-3964-1995 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbunan dan Komposisi Sampah Perkotaan. Untuk sampling sampah non permukiman, sampah dikumpulkan secara langsung dari titik-titik penumpukan sampah di bantaran sungai hingga memenuhi kotak sampling 40 liter. Jumlah sampelnya adalah masing-masing 5 sampel dari 4 lokasi sampling. Sehingga total ada 20 sampel. Sedangkan untuk sampah permukiman, diambil dari 3 rumah warga yang mengaku selalu membuang sampah ke sungai, berdasarkan hasil wawancara. Yaitu diambil total 8 sampel dari 3 rumah warga, namun hanya diolah 7 data. Uji laboratorium dilakukan di laboratorium Buangan Padat dan B3 ITB untuk mengetahui kadar air sampah. Metode yang digunakan mengikuti standard ASTM D2216-98, mengenai penetapan kadar air tanah dan batuan, yang juga dapat disesuaikan untuk sampah. Yaitu kadar air diperoleh dengan pemanasan sampel sampah pada suhu  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu ini seluruh kandungan air telah menguap dengan sempurna namun tidak serta menguapkan kandungan volatil dalam sampah.

Uji statistik dilakukan dengan bantuan *data analysis toolpak* pada Microsoft Excel untuk mengetahui homogenitas data yang diperoleh dan korelasi karakteristik antara hasil sampling sampah non-permukiman dengan sampah permukiman. Uji homogenitas yang digunakan adalah uji ANOVA satu arah dengan level signifikansi 95 % ( $\alpha = 5\%$ ). Hipotesis yang diuji yaitu  $H_0$  berarti  $\mu_1 = \mu_2$  (data homogen) dan  $H_1$  berarti  $\mu_1 \neq \mu_2$  (data heterogen).  $H_0$  ditolak jika nilai  $F$  hitung  $> F$  crit dan  $H_0$  diterima jika sebaliknya. Sedangkan pada uji korelasi, semakin angka korelasi mendekati angka 1 maka ada korelasi positif antara kedua data yang diuji.

Data jumlah penduduk di bantaran sungai diperoleh dari pengolahan data sensus penduduk BPS Kota Bandung. Dalam studi ini ditetapkan bahwa penduduk bantaran sungai adalah warga yang jarak tempat tinggalnya dengan badan sungai kurang dari 50 meter sisi kanan dan kiri. Data penduduk diolah bersama data persentase masyarakat yang membuang sampah ke sungai akan menghasilkan estimasi timbulan sampah sungai per hari. Kemudian data timbulan sampah tersebut diolah dengan data komposisi sampah dan harga jual sampah daur ulang akan menghasilkan estimasi potensi daur ulang beserta potensi ekonominya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik sampah sungai

Pengambilan sampel sampah secara langsung dari sungai dilakukan sebanyak 5 kali pada bulan April, Mei, Juli, Desember 2011 dan Januari 2012 untuk masing-masing titik sampling. Yaitu di Jl. Siliwangi, Jl. Cikapundung Timur, Jl. Karapitan, dan Jl. Sukaati. Sehingga total terdapat 20 data sampel sampah sungai. Secara umum komponen sampah yang diperoleh dari hasil sampling dikelompokkan menjadi sampah organik dan anorganik. Sampah organik dibagi lagi menjadi dua kelompok karena tidak semua sampah organik dalam praktiknya mudah dikompos. Kertas dan kayu dipisahkan dari sampah organik untuk memudahkan pengertian umum bahwa sampah organik adalah sampah yang mudah membusuk (Damanhuri & Padmi, 2008). Botol dan gelas plastik kemasan dipisahkan dari jenis plastik lainnya karena harga jualnya dalam daur ulang relatif lebih tinggi dibandingkan plastik lain. Sedangkan sampah lain-lain adalah sampah yang sangat jarang ditemukan selama sampling, seperti sisa rokok dan baterai yang merupakan sampah B3. Pengelompokkan komponen sampah yang diperoleh selama sampling beserta kategori daur ulangnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2** Pengelompokkan komponen sampah dan kategori daur ulangnya

Komponen sampah	Kategori daur ulang		
	Mudah dikompos	Sulit dikompos	Tidak dapat dikompos
<b>Sampah organik</b>			
Sampah organik yang mudah membusuk (makanan, sayuran, buah, dedaunan, dsb)	x		
Sampah organik yang lama membusuk (kulit telur, kulit kerang, tulang, kulit durian, kulit semangka, ranting sampah kebun, dsb)		x	
<b>Sampah anorganik</b>	Biasa didaur	Berpotensi didaur	Tidak dapat didaur
Sampah khusus (pembalut, diaper)			x
Styrofoam (box makanan, pelindung elektronik)		x	
Kayu (tripleks, kayu bangunan, dsb)		x	
Tekstil (pakaian, sepatu, tas, dsb)		x	
Kertas (HVS, kertas minyak, tisu, kemasan, kardus, koran, karton, dsb)	x		
Botol dan gelas plastik kemasan air minum	x		
Plastik lain (plastik bening, kantong plastik, kemasan produk, mainan, dsb)		x	
Logam (kaleng, besi, tutup botol, dsb)	x		
Kaca (peralatan makan, beling, botol, bohlam, dsb)	x		
Karet (sandal, ban, dsb)		x	
Kulit (tas, sepatu, dsb)		x	
Sampah lain-lain (baterai, sisa rokok, dsb)		x	

Saat pengambilan sampel, setiap komponen sampah diukur berat basahanya. Dari 5 sampel di setiap lokasi kemudian dihitung rerata beratnya. Komposisi komponen sampah tersebut merupakan persentase rerata berat komponen dalam total rerata berat sampel. Hasil perhitungan rerata berat dan komposisi sampah sungai ditunjukkan oleh **Tabel 3**.

**Tabel 3** Rerata berat dan komposisi sampah sungai

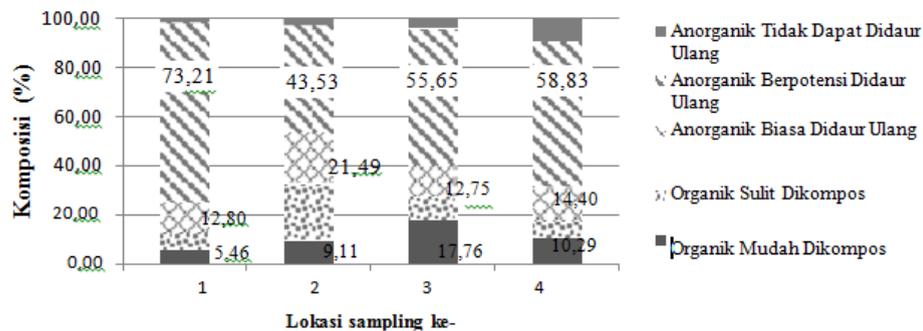
Komponen sampah	Lokasi 1			Lokasi 2			Lokasi 3			Lokasi 4		
	Rerata berat (kg)	Rerata berat	Standard deviasi	Rerata berat (kg)	Rerata berat	Standard deviasi	Rerata berat (kg)	Rerata berat	Standard deviasi	Rerata berat (kg)	Rerata berat	Standard deviasi
Organik mudah dikompos	0,169	5,46	0,20	0,372	9,11	0,34	0,539	17,76	0,29	0,193	10,29	0,17
Organik sulit dikompos	0,217	7,01	0,13	0,943	23,08	0,75	0,295	9,72	0,31	0,128	6,83	0,14
Sampah Khusus Styrofoam	0,047	1,52	0,08	0,114	2,79	0,10	0,125	4,12	0,15	0,181	9,65	0,16
Kayu	0,05	1,62	0,05	0,07	1,71	0,03	0,072	2,37	0,05	0,043	2,29	0,04
Tekstil	0,328	10,60	0,26	0,14	3,43	0,06	0,135	4,45	0,18	0,118	6,29	0,08
Kertas	0,728	23,53	0,83	0,4	9,79	0,59	0,442	14,56	0,30	0,175	9,33	0,15
Botol dan Gelas	0,226	7,30	0,08	0,51	12,48	0,71	0,285	9,39	0,26	0,152	8,11	0,08
Plastik	0,113	3,65	0,10	0,092	2,25	0,12	0,054	1,78	0,01	0,085	4,53	0,06
Plastik Lain	1,01	32,64	0,87	0,866	21,20	0,47	1	32,95	0,45	0,559	29,81	0,30
Logam	0,021	0,68	0,03	0,038	0,93	0,04	0,008	0,26	0,02	0,004	0,21	0,01
Kaca	0,036	1,16	0,07	0,238	5,83	0,18	0,04	1,32	0,09	0,029	1,55	0,05
Karet	0,149	4,82	0,14	0,16	3,92	0,06	0,015	0,49	0,03	0,161	8,59	0,20
Kulit	0	0,00	0,00	0,13	3,18	0,20	0,025	0,82	0,06	0,01	0,53	0,02
Lain-lain	0	0,00	0,00	0,012	0,29	0,03	0	0,00	0,00	0,037	1,97	0,05
<b>Total</b>	<b>3,094</b>	<b>100</b>		<b>4,085</b>	<b>100</b>		<b>3,035</b>	<b>100</b>		<b>1,875</b>	<b>100</b>	

Berdasarkan **Tabel 3**, diketahui bahwa rerata berat sampah di lokasi sampling kedua adalah yang terbesar dibandingkan dengan lokasi lainnya, yaitu 4,085 kg dengan komposisi terbesar adalah sampah organik yang sulit dikompos 23,08%. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh musim buah yang dikonsumsi masyarakat yang menghasilkan sampah-sampah seperti kulit durian, kelapa, dan kulit buah lainnya yang keras. Rerata berat sampah di lokasi 1 dan 3 hampir sama, yaitu 3,094 kg dan 3,035 kg. Keduanya didominasi oleh jenis sampah plastik lain, yaitu sekitar 33%. Sedangkan rerata berat sampah di hilir menjadi yang paling rendah, yaitu 1,88 kg dan juga didominasi sampah plastik lain sebesar 29,81%. Hal ini memperlihatkan adanya kemiripan pola konsumsi masyarakat di permukiman padat di daerah hulu, tengah, maupun hilir sungai tersebut terhadap jenis sampah plastik lain seperti plastik bening, kantong plastik, kemasan produk, mainan, dan sebagainya.

Menarik untuk diamati bahwa komposisi sampah organik – hasil penjumlahan persentase rerata berat sampah organik yang mudah dikompos dengan yang sulit dikompos – pada **Tabel 3** hanya terdapat sekitar 12-32%. Sementara komposisi sampah organik biasanya mencapai 60% pada sampah rumah tangga. Hal ini mungkin dikarenakan sampah organik seperti sisa makanan, sisa nasi, dan sebagainya lebih mudah mengendap di dasar sungai atau terurai. Sedangkan yang terhanyut atau tersangkut di bantaran sungai tinggal berupa sampah-sampah organik yang lebih ringan, seperti sayuran, daun pembungkus makanan, buah, dsb.

Berdasarkan data pada **Tabel 3**, komposisi sampah juga dapat disajikan setelah komponen sampah dapat dikelompokkan berdasarkan kategori daur ulangnya. Komposisi tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3**. Gambar tersebut menunjukkan bahwa sampah sungai lebih didominasi oleh sampah anorganik yang berpotensi untuk didaur ulang, yaitu sebesar 44-73%. Sampah anorganik yang sudah biasa didaur ulang seperti botol dan gelas plastik, kertas, logam, dan sebagainya ada 13-21%. Sedangkan sampah anorganik yang tidak dapat didaur ulang seperti diapers ada sekitar 2-10%. Untuk jenis sampah organik, yang sulit dikompos lebih besar dibandingkan yang mudah dikompos yaitu sekitar 7-23%

dibandingkan 5-18%. Hal ini berarti jika saja sampah anorganik yang biasa didaur ulang ditambah sampah organik yang mudah dikompos tersebut diangkut dari sungai kemudian diproses dengan daur ulang dan pengomposan, maka akan mengurangi 18-39% sampah yang masuk ke TPA. Sebuah studi bahkan menyatakan bahwa efisiensi daur ulang dan komposting dapat menghemat 57,7% dari biaya landfilling (Agunwamba, 1998 dalam Ogwueleka, 2009).



**Gambar 3** Komposisi sampah berdasarkan potensi daur ulangnya

Dengan diketahuinya jenis sampah anorganik yang berpotensi untuk didaur ulang sebagai jenis sampah yang mendominasi sampah sungai, menjadi perhatian khusus untuk ditangani. Akan sangat baik jika sampah-sampah tersebut dimanfaatkan kembali sehingga mengurangi beban TPA jika sampah-sampah tersebut diangkut dari sungai. Sebagai contoh, sampah seperti styrofoam saat ini sudah dicoba untuk menjadi tempat menyemai bibit padi di daerah Bantul, Yogyakarta (Liputan 6, 2012). Limbah kayu juga dapat dimanfaatkan kembali sebagai briket arang (Bahri, 2007), kayu bakar, dan bahan pendukung industri kerajinan. Sampah karet dan kulit juga dapat menjadi bahan baku industri kerajinan. Sampah organik yang sulit dikompos juga tidak dapat dibiarkan berada di sungai. Namun sampah jenis ini dapat mengurangi efektivitas komposting jika dicampur dengan sampah organik yang mudah dikompos karena memerlukan waktu yang lebih lama untuk membusuk. Maka paling tidak sampah jenis ini dapat membantu pembusukan jika diangkut dari sungai ke TPA.

Untuk perhitungan densitas, digunakan data sampel yang diambil pada bulan Januari 2012 di setiap lokasi sampling. Data hasil perhitungan densitas ditunjukkan oleh **Tabel 4**. Dari data tersebut diketahui bahwa rerata densitas sampah sungai adalah  $87,44 \text{ kg/m}^3$ .

**Tabel 4** Densitas sampah

Lokasi	Berat (kg)	Volume ( $\text{m}^3$ )	Densitas ( $\text{kg/m}^3$ )
1	3,61	0,04	90,25
2	5,765	0,04	144,125
3	2,175	0,04	54,375
4	2,44	0,04	61
<b>Rerata</b>			<b>87,44</b>

### Kadar air sampah sungai

Hasil pengujian kadar air dapat dilihat di **Tabel 5**. Tabel tersebut menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar air sampah di bantaran Sungai Cikapundung untuk material organik adalah 86,98% sedangkan untuk material anorganik 62,92%. Terdapat kemiripan karakteristik sampah dari sungai dengan sampah di TPS Kota Bandung yang sampah makanannya memiliki kadar air 88,33% sedangkan sampah anorganiknya memiliki kadar air 0,13-50,65% (Damanhuri *et al.*, 2010). Tingginya kadar air sampah sungai dipengaruhi oleh kondisi lokasi yang basah. Dengan nilai kadar air yang cukup tinggi, jika sampah tersebut akan didaur ulang membutuhkan proses pengeringan atau pemanasan terlebih dahulu sebelum diolah. Beberapa perusahaan daur ulang mensyaratkan sampah dalam keadaan kering karena berat sampah mempengaruhi harga jualnya. Untuk dilakukan pengomposan sampah organik, kadar air tersebut melebihi kondisi optimum untuk pengomposan aerobik yang berkisar

antara 50-60%. Maka penyesuaian dapat dilakukan dengan penambahan dedak atau bahan penyerap air lainnya dengan dosis 5% dari bahan yang akan diolah (Tchobanoglous *et al.*,2003).

**Tabel 5** Kadar air sampah sungai (%)

Jenis sampah	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4	Rata-rata
Organik	89,39	90,33	76,87	91,33	86,98
Anorganik	71,76	64,49	62,38	53,18	62,95

### Karakteristik sampah permukiman

Dari 3 rumah penduduk diperoleh 8 sampel sampah yang kemudian diambil hanya 7 data yang diolah untuk mendapatkan data yang mendekati nilai timbulan sampah di bantaran sungai. Hasil pengolahan data dapat dilihat pada **Tabel 6**. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa rerata timbulan sampah yang biasa dibuang ke sungai adalah 1,58 kg setiap harinya dari satu rumah (KK) dengan komposisi sampah organik sekitar 60%.

**Tabel 6** Data timbulan sampah permukiman di bantaran sungai

Komponen sampah	Lokasi 1			Lokasi 2			Lokasi 3			Lokasi 4		
	Rerata berat (kg)	Rerata berat	Standard deviasi	Rerata berat (kg)	Rerata berat	Standard deviasi	Rerata berat (kg)	Rerata berat	Standard deviasi	Rerata berat (kg)	Rerata berat	Standard deviasi
Organik mudah dikompos	0,169	5,46	0,20	0,372	9,11	0,34	0,539	17,76	0,29	0,193	10,29	0,17
Organik sulit dikompos	0,217	7,01	0,13	0,943	23,08	0,75	0,295	9,72	0,31	0,128	6,83	0,14
Sampah khusus Styrofoam	0,047	1,52	0,08	0,114	2,79	0,10	0,125	4,12	0,15	0,181	9,65	0,16
Kayu	0,328	10,60	0,26	0,14	3,43	0,06	0,135	4,45	0,18	0,118	6,29	0,08
Tekstil	0,728	23,53	0,83	0,4	9,79	0,59	0,442	14,56	0,30	0,175	9,33	0,15
Kertas	0,226	7,30	0,08	0,51	12,48	0,71	0,285	9,39	0,26	0,152	8,11	0,08
Botol dan gelas plastik	0,113	3,65	0,10	0,092	2,25	0,12	0,054	1,78	0,01	0,085	4,53	0,06
Plastik lain	1,01	32,64	0,87	0,866	21,20	0,47	1	32,95	0,45	0,559	29,81	0,30
Logam	0,021	0,68	0,03	0,038	0,93	0,04	0,008	0,26	0,02	0,004	0,21	0,01
Kaca	0,036	1,16	0,07	0,238	5,83	0,18	0,04	1,32	0,09	0,029	1,55	0,05
Karet	0,149	4,82	0,14	0,16	3,92	0,06	0,015	0,49	0,03	0,161	8,59	0,20
Kulit	0	0,00	0,00	0,13	3,18	0,20	0,025	0,82	0,06	0,01	0,53	0,02
Lain-lain	0	0,00	0,00	0,012	0,29	0,03	0	0,00	0,00	0,037	1,97	0,05
<b>Total</b>	<b>3,094</b>	<b>100</b>		<b>4,085</b>	<b>100</b>		<b>3,035</b>	<b>100</b>		<b>1,875</b>	<b>100</b>	

### Homogenitas dan korelasi data

Untuk menguji homogenitas data, dilakukan uji ANOVA satu arah karena data hanya memiliki satuvariabel, yaitu banyaknya jumlah sampling untuk setiap komponen sampah. Homogenitas data dapat diketahui dengan menganalisis nilai simpangan (SS), nilai F, dan F crit. Hasil analisis uji ANOVA dapat dilihat dalam **Tabel 7**. Tabel tersebut menunjukkan bahwa data di seluruh lokasi tidak homogen, diindikasikan dari nilai F selalu lebih besar dibandingkan dengan F crit. Heterogenitas sampah tersebut kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor seperti kuatnya arus air yang menghanyutkan sampah, jenis sampah, musim, adanya sebagian sampah yang sudah diambil pemulung, dan sebagainya.

**Tabel 7** Hasil analisis uji ANOVA

Lokasi	Simpangan dalam kelompok	Simpangan antar kelompok	F	F crit	Hasil
1	6,51	5,71	3,78	1,90	F>F crit
2	7,40	5,76	3,35	1,90	F>F crit
3	2,46	5,20	9,11	1,90	F>F crit
4	0,98	1,26	5,55	1,90	F>F crit

Uji korelasi untuk komposisi sampah di empat lokasi sampling dan permukiman ditunjukkan dalam **Tabel 8**. Diketahui bahwa nilai korelasi tertinggi adalah antara sampah sungai di lokasi 3 dengan sampah sungai di lokasi 4, yaitu 0,9. Sedangkan korelasi tertinggi antara sampah permukiman dengan sampah sungai adalah dengan lokasi 2, yaitu 0,79. Hal ini menunjukkan bahwa sampah di lokasi 2, yaitu Jl. Cikapundung Timur, sangat dipengaruhi oleh masyarakat permukiman, meskipun pada lokasi ini dikelilingi oleh pusat perbelanjaan namun sebelumnya aliran sungai melewati permukiman padat seperti daerah Taman Sari dan Braga. Secara umum, korelasi antar sampah sungai dengan permukiman menunjukkan nilai positif yang membuktikan bahwa sampah permukiman memang menjadi sumber sampah di bantaran sungai.

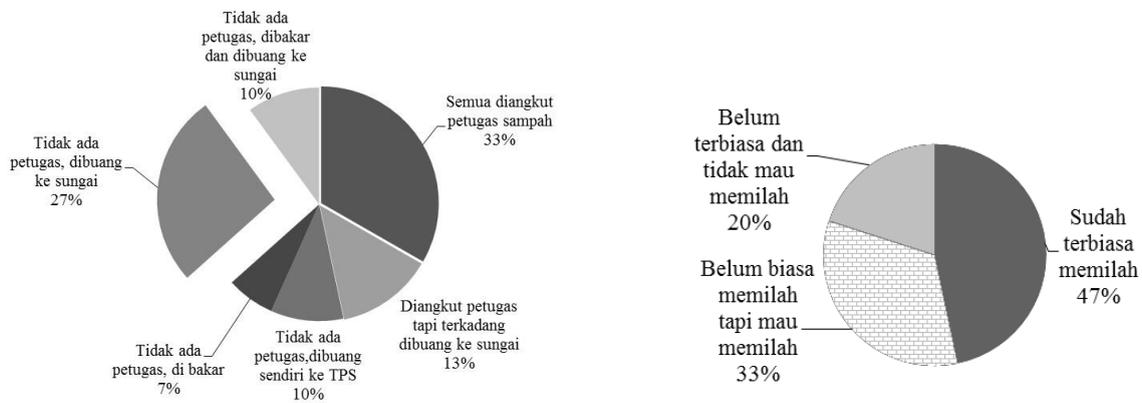
**Tabel 8** Uji korelasi data sampah sungai dan permukiman

	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4	Permukima
Lokasi 1	1				
Lokasi 2	0,648708	1			
Lokasi 3	0,866158	0,766953	1		
Lokasi 4	0,849602	0,666238	0,90687	1	
Permukiman	0,307069	0,78914	0,669411	0,50391	1

#### Perlakuan masyarakat terhadap sampah

Untuk memastikan bahwa sumber pencemaran sampah di sungai berasal dari masyarakat di sepanjang bantaran sungai, dilakukan wawancara kepada 30 orang responden yang terdiri dari 70% perempuan dan 30% laki-laki. Secara administratif, responden berasal dari 16 RT, 11 RW, dan 9 Kelurahan dalam 6 Kecamatan dari 7 Kecamatan yang dilalui aliran Sungai Cikapundung. Berdasarkan hasil wawancara, dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah anggota keluarga yang tinggal dalam satu rumah adalah 5 orang. Diketahui pula cara masyarakat menangani sampahnya yang dapat dilihat pada **Gambar 4**. Diperkirakan bahwa tingkat pelayanan sampah yang berjalan di tingkat RT/RW di bantaran sungai hanya mencapai 46%, terlihat dari jawaban 33% responden yang sampahnya terangkut seluruhnya oleh petugas sampah dan 13% diangkut oleh petugas namun terkadang masih dibuang ke sungai jika sedang hujan, saat petugas terlambat mengangkut sampah, atau pada malam hari.

Tidak adanya petugas sampah di kawasan RT/RW menyebabkan sampah ditangani secara tidak tepat. Hanya 10% responden yang mau membuang sendiri sampahnya langsung ke TPS terdekat. Sementara 27% responden mengaku selalu membuang sampah ke sungai karena tidak ada fasilitas lain atau dianggap paling murah dan cepat dan 10% responden menangani sampahnya dengan dibakar maupun dibuang ke sungai. Hal ini berarti ada 37% penduduk bantaran sungai yang berpotensi membuang sampah ke sungai setiap harinya. Sisanya 7% responden selalu membakar sampahnya. Dari **Gambar 4** juga dapat diketahui bahwa 47% masyarakat sudah terbiasa memilah sampah tersebut, meskipun masih terbatas pada sampah jenis botol air minum kemasan dan kardus. Diantara mereka ada yang sengaja mengumpulkannya untuk dijual kepada pemulung yang biasa berkeliling permukiman. Ada juga yang memberikannya secara cuma-cuma kepada pemulung.



**Gambar 4** Kondisi penanganan sampah (kiri) dan pemilahan sampah (kanan)

Menarik bahwa 33% responden yang belum terbiasa memilah sampah menyatakan bersedia memilah sampahnya, yaitu memisahkan wadah untuk sampah basah (dapur) dengan sampah kering sejak dari sumber. Namun sebagian besar mereka mensyaratkan bahwa pemilahan tersebut harus didukung fasilitas dari pemerintah dan adanya himbauan atau peraturan yang memang mengharuskan mereka memilah sampah. Jika tidak, sebagian keberatan untuk memilah sampah karena alasan waktu dan tidak praktis. Hal ini perlu diperhatikan dalam merencanakan program daur ulang yang memerlukan partisipasi aktif masyarakat. Diperlukan pendekatan lebih lanjut untuk memotivasi masyarakat dalam mengelola sampahnya dengan baik.

### Peran Sektor Informal

Dari observasi lapangan, ditemukan 7 buah lapak dan 3 buah bandar yang tempat usahanya berada di bantaran sungai. Berdasarkan hasil wawancara kepada 3 orang responden dari sektor informal, diketahui bahwa selain mencari sampah dengan berkeliling dari permukiman, jalan, fasilitas umum, dan tempat-tempat perbelanjaan, para pemulung juga mencari sampah dari bantaran sungai. Sekitar 200-300 kg sampah daur ulang mampu dikumpulkan oleh setiap orang dalam waktu satu minggu. Sampah yang dikumpulkan pemulung di lapak selanjutnya diangkut ke bandar atau dari bandar ke bandar yang lebih besar, sebanyak satu hingga dua kali per pekan. Kisaran harga jual sampah yang biasa didaur ulang berdasarkan hasil wawancara dapat dilihat pada **Tabel 9**.

**Tabel 9** Harga jual sampah untuk daur ulang

Jenis barang	Harga (Rp / kg)
Gelas Plastik Kemasan	3.000
Botol Plastik Kemasan	1.500-4000
Plastik Bening	800-1.000
Kertas Dupleks	300-400
Kardus	700-800
Kertas Arsip	1.000
Kaleng	700-1.200
Besi	3.000
Aluminium	10.000
Kuningan	30.000
Tembaga	40.000
Botol beling	400

### Estimasi timbulan, potensi daur ulang, dan potensi ekonomi sampah

Hasil pengolahan data angka sementara hasil sensus penduduk Tahun 2010 menunjukkan kepadatan penduduk di 7 Kecamatan yang dilalui Sungai Cikapundung adalah 10.593 jiwa per km<sup>2</sup> (BPS, 2010). Sedangkan luas area permukiman yang dianggap berpengaruh terhadap pembuangan sampah ke sungai adalah panjang sungai 15,5 km dikali dengan 50 meter jarak dari sisi kanan dan 50 meter jarak dari sisi kiri sungai, yaitu seluas

1,55 km<sup>2</sup>. Maka jumlah penduduk bantaran sungai adalah kepadatan penduduk dikalikan luas area yang berpengaruh, yaitu sekitar 16.420 jiwa atau 3283 KK jika dalam 1 KK terdapat 5 anggota keluarga.

Berdasarkan data kondisi masyarakat, diperkirakan 37% penduduk bantaran Sungai Cikapundung berpotensi membuang sampah ke sungai setiap hari karena tidak adanya pelayanan sampah tingkat RT/RW. Sementara dari hasil sampling sampah permukiman, timbulan sampah yang dibuang ke sungai adalah 1,58 kg. Maka estimasi timbulan sampah yang masuk sungai dapat dihitung dari 37% penduduk dari 3283 KK dikalikan 1,58 kg per KK, hasilnya adalah 1919,242 kg per hari. Jika dinyatakan dalam satuan volume dengan densitas 87,44 kg/m<sup>3</sup> maka sampah yang masuk sungai adalah sebesar 21,95 m<sup>3</sup> per hari. Berdasarkan komposisinya, diperkirakan dari 1919,242 kg sampah yang masuk sungai per hari, potensi daur ulang sampah anorganik yang biasa di daur ulang adalah 13-21% atau 250-403 kg. Karena jenis sampah anorganik yang biasa didaur ulang didominasi oleh botol sampah dan gelas plastik yang biasa dijual dengan kisaran harga Rp 1.500-Rp 4.000 per kg. Maka estimasi potensi ekonominya dapat dihitung dari potensi daur ulang dikali dengan harga, yaitu Rp 375.000 hingga Rp 1.612.000 per hari. Sementara potensi pengomposan untuk sampah organik yang mudah dikompos adalah 5-18% dari 1919,242 kg sampah yang masuk sungai per hari, atau sekitar 96-345 kg. Jika pupuk kompos dihargai Rp 10.000 per kilonya (Bisnis UKM, 2010) maka potensi ekonomi sampah organik untuk pengomposan adalah Rp 960.000 hingga Rp 3.450.000 per harinya.

Hasil perhitungan estimasi timbulan sampah, potensi daur ulang, dan potensi ekonominya memperlihatkan bahwa jika sampah sungai mau dikelola dengan baik oleh masyarakat, ada potensi manfaat yang sangat besar bagi masyarakat itu sendiri. Selain mengurangi ancaman bahaya banjir dan mengurangi pencemaran sungai, program daur ulang akan memberikan nilai ekonomi bagi masyarakat di bantaran Sungai Cikapundung.

## KESIMPULAN

Karakteristik kuantitatif sampah di bantaran Sungai Cikapundung dinyatakan oleh estimasi timbulan sampah yang masuk sungai yaitu 1919,242 kg atau 21,95 m<sup>3</sup> per hari. Sedangkan karakteristik kualitatif sampahnya ditunjukkan dengan komposisi sampah yang didominasi oleh sampah anorganik yang berpotensi untuk didaur ulang, sebesar 44-73%. 13-21% berupa sampah anorganik yang sudah biasa didaur ulang. 2-10% berupa sampah anorganik yang tidak dapat didaur ulang seperti diapers. Dan untuk jenis sampah organik, yang sulit dikompos lebih besar dibandingkan yang mudah dikompos yaitu sekitar 7-23% dibandingkan 5-18%. Selain itu karakteristik kualitatif sampah sungai ditunjukkan dengan kadar air material organik 86,98%, kadar air material anorganik 62,92%, dan densitas sampah 87,44 kg/m<sup>3</sup>. Uji homogenitas menunjukkan bahwa seluruh data heterogen. Sedangkan uji korelasi membuktikan bahwa sampah sungai dipengaruhi oleh sampah permukiman.

Dari 1919,242 kg per hari estimasi timbulan sampah yang masuk sungai, potensi daur ulang sampah adalah 250-403 kg untuk sampah anorganik dan 96-345 kg untuk sampah organik setiap harinya. Dengan potensi ekonomi antara Rp 375.000 - Rp 1.612.000 per hari untuk daur ulang sampah anorganik dan Rp 960.000 - Rp 3.450.000 per hari untuk pengomposan. Hal ini menunjukkan bahwa sampah di bantaran Sungai Cikapundung tidak hanya menyimpan masalah tetapi juga memiliki potensi ekonomi yang sangat bermanfaat bagi masyarakat di sekitarnya jika diolah dengan baik, salah satunya dengan daur ulang. Untuk memperoleh data timbulan dan perhitungan nilai ekonomi yang lebih tepat, disarankan melakukan penelitian lebih lanjut yang disertai pengangkutan sampah secara berkala dari sungai menggunakan truk angkut.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D2216-98. *Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.*
- Bahri, S. (2007). *Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu Untuk Pembuatan Briket Arang Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan di Nanggroe Aceh Darussalam.* Laporan Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Bisnis UKM. (2010). *Potensi Bisnis Pupuk Kompos Organik*. Diakses 8 Februari 2012 dari <http://bisnisukm.com/potensi-bisnis-pupuk-kompos-organik.html>.
- BPS. (2010). *Hasil Sensus Penduduk: Data Agregat Per Kecamatan Kota Bandung (Angka Sementara)*. Badan Pusat Statistik. Bandung
- Chima, G. N., C. E. Ogbonna, Immaculata U. Nwankwo, *Effects of Urban Waste on The Quality of Asata River in Enugu, South Eastern Nigeria*, Global Journal of Environmental Sciences, Vol. 8, No.1, pp.31-39, 2009.
- Damanhuri, E., Handoko, W., Padmi, T. (2010). *Municipal Solid Waste Management in Indonesia. Municipal Solid Waste Management in Asia and The Pacific Islands*, Penerbit ITB, Bandung.
- Damanhuri, E., Padmi, T. (2008). *Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah*. Departemen Teknik Lingkungan ITB. Bandung.
- González, P. T., Vega, C. A., Virgen, Q.A., Benítez, S. O. (2010). *Household Solid Waste Characteristics and Management in Rural Communities*. The Open Waste Management Journal. Vol. 3: 167-173.
- Liputan 6. (2012). *Tanam Bibit Padi di Styrofoam*. Diakses tanggal 7 Februari 2012 dari <http://berita.liputan6.com/read/371308/tanam-bibit-padi-di-styrofoam>.
- Mail Online. (2007). *Is This The World's Most Polluted River?*. Diakses tanggal 9 Desember 2011 dari <http://www.dailymail.co.uk/news/article-460077/Is-worlds-polluted-river.html>.
- Ogwueleka, T. Ch. (2009). *Municipal Solid Waste Characteristics and Management in Nigeria*, Journal Environ Health Sci. Eng. Vol. 6, No. 3 pp. 173-180.
- Periatamby, A., Fauziah, S. H., Khidzir, K. M. (2010). *Sustainable 3R Practice in the Asia and Pacific Regions: the Callenges and Issues. Municipal Solid Waste Management in Asia and The Pacific Islands*. Penerbit ITB. Bandung.
- Pikiran Rakyat. (2011). *Sumber Air PDAM Bandung Dipenuhi Sampah*. Diakses tanggal 4 Februari 2012 dari <http://www.pikiran-rakyat.com/node/169071>.
- SNI 19-2454-2002 tentang *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Diakses tanggal 10 Desember 2010 dari <http://sisni.bsn.go.id>.
- Sukmadinata, N. S. (2009). *Metode Penelitian Pendidikan*. PT Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. A. (1993). *Integrated Solid Waste Management-Engineering Principles and Management Issues*, Mc Graw Hill, Inc., United States.
- Tribun News. (2011). *Warga Bandung! Waspada! Sungai Meluap*. Diakses tanggal 4 Februari 2012 dari <http://m.tribunnews.com/2011/11/01/warga-bandung-waspada-sungai-meluap>.
- Undang-undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2008 tentang *Pengelolaan Sampah*.