

KoNTekS 11

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL 11

Sertifikat

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL 11

Meningkatkan Daya Saing Industri Konstruksi Dalam Persaingan
Di Tingkat Global Menuju Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan

26-27 OKTOBER 2017
AUDITORIUM GEDUNG UTAMA LT. 3
UNIVERSITAS TARUMANAGARA
JAKARTA - INDONESIA

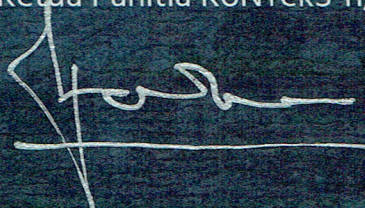
diberikan kepada

Muhammad Syarif

sebagai

Pemakalah

Jakarta, 27 Oktober 2017
Ketua Panitia KoNTekS 11,



Dr. Widodo Kushartomo, S.Si., M.Si.



UNTAR



UAJY



UPH



UNUD



TRISAKTI



UNS



ITENAS

KARAKTERISTIK SAMPAH ORGANIK DAN TANAH MEDITERAN MENJADI SEMEN ORGANIK

Muhammad Syarif¹, Victor Sampebulu², Nasruddin Junus³ dan Hartawan Madeali⁴

¹Mahasiswa Program Doktor Ilmu Arsitektur Universitas Hasanuddin, Jl Malino-Gowa Makassar
Email: muhsyarif00@gmail.com

²Professor, Struktur, Konstruksi dan Material, Dep Arsitektur, Universitas Hasanuddin, Jl Malino-Gowa Makassar
Email: vicsam_ars@yahoo.com

³Doktor, Struktur, Konstruksi dan Material, Dep Arsitektur Universitas Hasanuddin, Jl Malino-Gowa, Makassar
Email: nas_junus@yahoo.com

⁴Doktor, Struktur, Konstruksi dan Material, Dep Arsitektur Universitas Hasanuddin, Jl Malino-Gowa, Makassar
Email: hartawanmadeali@yahoo.com

ABSTRAK

Hasil penelitian ini bertujuan untuk penyelamatan lingkungan, melalui usaha penemuan bahan alternatif terbaru dengan mendaur ulang sampah organik (sampah rumah tangga, sekam padi dan ampas tebu) serta substitusi tanah mediteran menjadi semen organik yaitu semen alternatif selain semen Portland. Hasil uji senyawa kimia semen organik menggunakan metode pengujian laboratorium mengacu pada ASTM C-114 dan SNI 15-2049-2004. Dimana telah diperoleh indikasi menyerupai senyawa kimia semen portland berupa : CaO sebesar 65,36%, SiO₂ 18,84%, Al₂O₃ 6,33%, Fe₂O₃ 2,29%, SO₃ 3,64%, MgO 1,35%, C₃S 66,72%, C₂S 3,98%, C₃A 12,9%, C₄Af 6,97%. Metode pengujian sifat fisis meliputi pengujian waktu ikat awal dan waktu ikat akhir serta nilai konsistensi normal terhadap semen organik, pengujian ini mengacu pada metode ASTM C 191-04 dan C 191-08 serta ASTM C 187-04. Kehalusan butiran semen organik yang lolos pada ayakan 200 mesh sebanyak 59%, lebih halus dari semen portland yaitu 33%. Berat padat semen organik 1224 kg/ltr, lebih ringan dari semen portland yang mencapai 1267 kg/ltr. Waktu ikat awal semen organik adalah 105 menit, lebih lama dari semen portland yaitu pada menit ke 90. Untuk waktu ikat akhir semen organik pada menit ke 330, berada diatas waktu ikat akhir semen portland yaitu pada menit ke 180.

Kata kunci: semen organik, semen portland, tanah mediteran, sampah organik, sekam padi, ampas tebu, waktu ikat.

1. PENDAHULUAN

Penelitian ini berorientasi terhadap daur ulang sampah dan pemanfaatan limbah yang tidak memberikan banyak kontribusi dalam kehidupan masyarakat selama ini. Kebutuhan bahan bangunan perlu disikapi dengan melakukan penelitian untuk pemanfaatan dan penemuan bahan bangunan yang mampu menjadi bahan alternatif. Kajian ekperimental yang telah dilakukan serangkaian dengan hal tersebut adalah mensubstitusi tanah mediteran dengan limbah melalui sistim daur ulang sampah organik yaitu limbah sampah rumah tangga, limbah sekam padi dan limbah ampas tebu menjadi semen organik, yaitu semen alternatif terbaru selain semen Portland.

Meningkatnya produksi sampah maka secara berangsur-angsur memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan penduduk (Waryono, 2009). Tingginya volume sampah sehingga dipandang perlu untuk melakukan pengelolaan (Suarna, 2008). Kota makassar telah memproduksi sampah sebesar 4.000 m³ per hari (Oktovianus, 2015). Sampah dari hari kehari semakin meningkat produksinya sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat (Umar, 2009). Dengan melalui proses pembakaran, sampah organik akan menjadi abu yang mengandung unsur SiO₂ sebanyak 23%-46%, Al₂O₃ sebanyak 13%-29% dan CaO sebanyak 12%-31% (Priyatna, 2009). Dalam mempermudah penguraian sampah organik dan anorganik maka peran masyarakat sangat dibutuhkan (Wompere, 2012).

Abu sekam padi meskipun tidak dapat digolongkan sebagai matriks semen karena tidak mengandung C₃S dan C₂S tetapi dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen untuk menghasilkan CSH sekunder dalam pembuatan komposit semen (Bakri, 2009).

Abu ampas tebu yang didapat dengan mengatur secara sempurna pembakarannya akan mengandung silikat *amorphous* yang sangat tinggi, yaitu sekitar 88,9% sampai 96,7% (Wibowo dkk, 2006).

Dari hasil hidrasi campuran baggase ash dengan semen portland dapat diperoleh setting time yang bertambah (Haryono dkk, 2005). Penggunaan fly ash jenuh merupakan salah satu cara untuk mengurangi pengupuan tinggi dalam proses hidrasi terhadap kepadatan semen dalam beton (Victor Sampebulu, 2012).

Tanah mediteran adalah tanah yang sifatnya tidak subur dan yang terbentuk dari pelapukan batu kapur yang memiliki kandungan kalsium dan magnesium, jenis tanah mediteren tidak banyak memberi keuntungan untuk pertanian namun jenis tanah ini sangat baik digunakan untuk bahan bangunan. (Maria Sanico, 2012).

2. METODE PENELITIAN

Metode pengujian eksperimental ini dilakukan terhadap konsentrat semen organik dan terhadap konsentrat bahan utama pembentuk semen organik, melalui pengujian laboratorium kimia untuk mengetahui unsur kimianya serta pada laboratorium struktur dan bahan untuk mengetahui sifat fisisnya.

Pada laboratorium kimia pengujian analisis unsur kimianya adalah untuk mengkaji senyawa CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, SO₃, MgO, Loi, Na₂O, K₂O, C₃S, C₂S, C₃A dan C₄Af. Metode pengujian unsur kimia mengacu pada ASTM C-114 dan SNI 15-2049-2004. Metode pengujian sifat fisis yang yang dilaksanakan pada laboratorium struktur dan bahan meliputi pengujian waktu ikat awal dan waktu ikat akhir serta nilai konsistensi normal terhadap semen organik, pengujian ini mengacu pada ASTM C 191-04 dan C 191-08 serta ASTM C 187-04. Untuk melihat kelayakan semen organik maka sampel pengujian yang dilakukan juga meliputi uji senyawa kimia terhadap tanah mediteran, sampah organik yaitu sampah rumah tangga, limbah ampas tebu dan limbah sekam padi. Perbandingan yang digunakan didalam pengujian eksperimental ini adalah semen portland.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sifat kimia

Pengujian unsur kimia dimaksudkan untuk mengetahui kandungan senyawa kimia dengan memperbandingkan kandungan senyawa kimia yang ada pada semen portland. Hasil analisis sifat kimia konsentrat semen organik sebagai semen alternatif sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 1. Pedoman yang digunakan di dalam penujian ini adalah ASTM C114 dan SNI 15-2049-2004 kedua acuan tersebut merupakan acuan normatif yang dipandang sangat relevan dalam proses pengujian senyawa kimia semen. Pada tabel 2 merupakan kandungan unsur kimia semen portland menurut SNI 15-2049-2004. Tabel 3 menunjukkan unsur kimia semen portland menurut ASTM C114. Bahan utama pembentuk semen organik adalah sebagaimana yang ditunjukkan dari hasil pengujian unsur kimia konsentrat bahan utama yaitu pada tabel 4,5,6 dan 7 dimana menguraikan: Tabel 4 menunjukkan hasil uji senyawa kimia konsentrat sampah organik yang dalam hal ini adalah sampah rumah tangga, tabel 5 merupakan hasil uji senyawa kimia konsentrat tanah mediteran dan pada tabel 6 serta tabel 7 masing-masing adalah hasil uji senyawa kimia konsentrat abu sekam padi dan abu ampas tebu (blotong).

Tabel 1. Unsur kimia konsentrat semen organik

Parameter	Satuan	Hasil
C ₃ S	%	66,72
C ₂ S	%	3,98
C ₃ A	%	12,9
C ₄ AF	%	6,9
LOI	%	24,5
Ash Analysis		
SiO ₂	%	18,84
Al ₂ O ₃	%	6,33
Fe ₂ O ₃	%	2,29
CaO	%	65,36
SO ₃	%	3,64
Na ₂ O+K ₂ O	%	1,01
MgO	%	1,35

Tabel 2. Unsur kimia semen portland menurut SNI 15-2049-2004

Parameter	Satuan	Hasil
C ₃ S	%	35-55
C ₂ S	%	15-35
C ₃ A	%	7-15
C ₄ AF	%	5-10
LOI	%	5
Ash Analysis		
SiO ₂	%	20
Al ₂ O ₃	%	6
Fe ₂ O ₃	%	6
CaO	%	65
SO ₃	%	4
Na ₂ O+K ₂ O	%	-
MgO	%	6

Tabel 3. Unsur kimia semen portland menurut ASTM C14

Parameter	Satuan	Hasil
C ₃ S	%	50-70
C ₂ S	%	15-30
C ₃ A	%	5-10
C ₄ AF	%	5-15
LOI	%	1,58
Ash Analysis		
SiO ₂	%	20,6
Al ₂ O ₃	%	5,07
Fe ₂ O ₃	%	2,9
CaO	%	63,9
SO ₃	%	2,53
Na ₂ O+K ₂ O	%	0,88
MgO	%	1,53

Tabel 4. Unsur kimia konsentrat sampah organik (sampah rumah tangga)

Parameter	Satuan	Hasil
Ash Analysis		
SiO ₂	%	32,56
Al ₂ O ₃	%	4,37
Fe ₂ O ₃	%	2,79
CaO	%	19,53
SO ₃	%	0,05
Na ₂ O	%	0,15
K ₂ O	%	2,27
MN ⁰	%	0,08
MgO	%	3,72
TiO ₃	%	0,1
P ₂ O ₅	%	0,8
HP	%	26,94

Tabel 5. Unsur kimia konsentrat tanah mediteran

Parameter	Satuan	Hasil
Ash Analysis		
SiO ₂	%	13,11
Al ₂ O ₃	%	13,71
Fe ₂ O ₃	%	1,18
CaO	%	40,93
SO ₃	%	1,12
Na ₂ O+K ₂ O	%	0,06
MgO	%	0,04

Tabel 6. Unsur kimia abu sekam padi

Parameter	Satuan	Hasil
Ash Analysis		
SiO ₂	%	71,27
Al ₂ O ₃	%	0,91
Fe ₂ O ₃	%	2,34
CaO	%	2,04
Na ₂ O	%	0,21
K ₂ O	%	0,60
MgO	%	1,11
HP	%	21,51

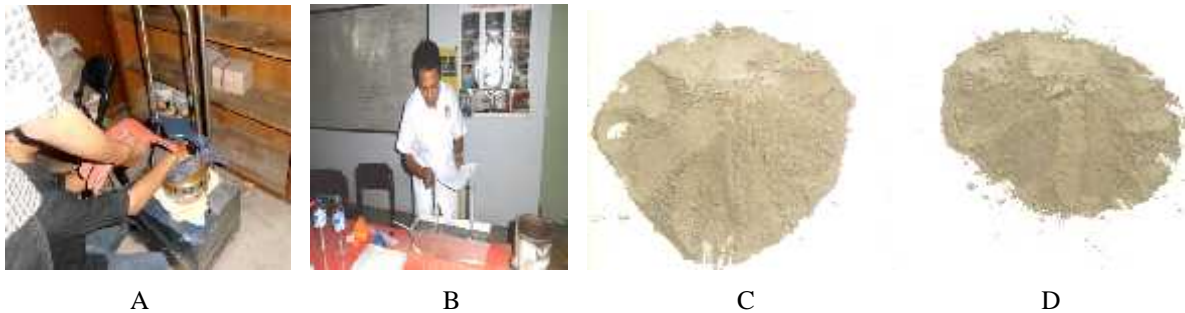
Tabel 7. Unsur kimia abu ampas tebu (blotong)

Parameter	Satuan	Hasil
Ash Analysis		
SiO ₂	%	38,06
Al ₂ O ₃	%	3,67
Fe ₂ O ₃	%	4,04
CaO	%	12,88
SO ₃	%	0,01
Na ₂ O	%	0,08
K ₂ O	%	0,49
MN ⁰	%	0,62
MgO	%	1,47
TiO ₃	%	0,11
P ₂ O ₅	%	1,12

Kehalusan butiran

Semakin halus semen, maka permukaan butirannya akan semakin luas sehingga persenyawaannya dengan air akan semakin cepat dan membutuhkan air dalam jumlah yang besar pula. Nilai kegemburan/kehalusan bahan untuk semen organik yang lolos pada ayakan 200 mesh sebanyak 59 % dengan berat padat 1224 kg/ltr sedang untuk semen portland sebanyak 33% dengan berat padat 1267 kg/ltr.

Gambar 1 A adalah proses pengujian kehalusan semen organik. Gambar 1 B merupakan proses pengukuran berat jenis semen organik, sedang gambar 1 C adalah konsentrat semen organik yang telah melalui hasil uji senyawa kimia. Dan pada gambar 1 D adalah semen portland yang dijadikan sebagai pembandingan dalam pengujian sifat fisis.



Gambar 1. Proses pengujian kehalusan semen organik (A)
Proses pengukuran berat jenis semen organik (B)
Konsentrat semen organik (C).
Semen portland (D)

Gambar 2 merupakan silinder beton yang dibuat dari konsentrat semen organik dan semen portland. Pada gambar tersebut juga menunjukkan proses pengukuran suhu dan berat benda uji.



Gambar 2. Pengukuran suhu beton silinder dengan semen organik (A)
Pengukuran berat beton silinder dengan semen organik (B)
Silinder beton semen organik hasil uji tarik belah (C)
Silinder beton semen portland hasil uji tarik belah (D)

Waktu ikat

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, terhitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen, hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 3. Waktu ikat semen dibedakan menjadi 2 yaitu :

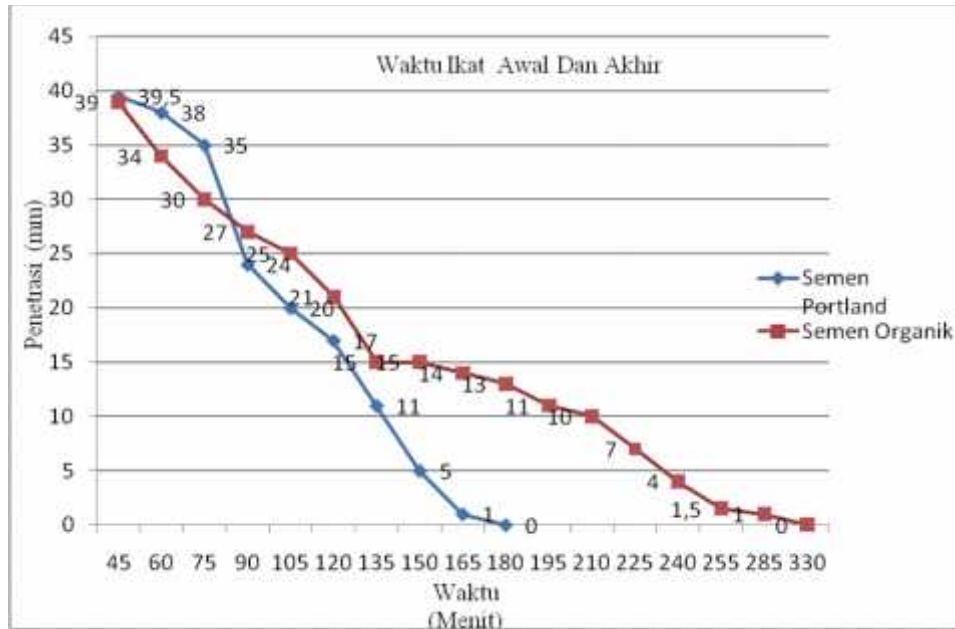
waktu pengikatan awal (*initial setting*)

Pengujian waktu pengikatan awal (*initial setting*) semen portland diuji dengan metode jarum vicat diameter 1 mm yang menembus pasta semen sedalam 24 mm terjadi pada menit ke-90 setelah jarum tersebut dilepaskan. Kadar air yang digunakan untuk pengujian pengikatan adalah kadar air konsistensi normal (25 %).

Waktu ikat awal semen organik dengan metode jarum vicat diameter 1 mm yang menembus pasta semen sedalam 25 mm berlangsung pada menit ke-105 setelah jarum tersebut dilepaskan. Kadar air yang digunakan untuk pengujian pengikatan awal semen organik adalah kadar air konsistensi normal (37 %). Menurut standar ASTM C-191-08, waktu pengikatan awal tidak boleh kurang dari 45 menit.

Waktu pengikatan akhir (final setting).

Pengujian waktu pengikatan akhir (*final setting*) semen portland berada pada menit ke 180, sedang untuk semen organik berada pada menit ke 330. Menurut standar SNI 03-6827-2002 waktu pengikatan akhir tidak boleh lebih dari 375 menit.



Gambar 3. Grafik waktu ikat awal dan akhir

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian senyawa kimia konsentrat semen organik telah diperoleh indikasi yang menyerupai sifat senyawa kimia semen portland yang dalam hal ini digunakan sebagai sampel pembandingan. Adapun hasil pengujian sifat fisis yang dimiliki semen organik berdasarkan kajian empiris adalah mendekati acuan normatif pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan ASTM.

Untuk memperoleh pendekatan kelayakan yang lebih maksimal terhadap semen organik sebagai semen alternatif maka dipandang perlu untuk melakukan kajian eksperimental lanjutan agar kualitas semen organik dapat sesuai yang diharapkan berdasarkan acuan American Standard Testing And Material (ASTM) dan Standar Nasional Indonesia (SNI).

5. DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Material/ASTM. (2007). *Designation C 114-07, "Standard Test Methods For of Chemical Analysis of Hydraulic-Cement"*. P1-32, Current Edition Approved, July 15, 2007. Published August 2007.
- American Society for Testing and Material/ASTM. (2006). *Designation C 187-04 Standard Test Normal Consistency Of Hydraulic Cement*. Copyright ASTM, PA19428-2959 United states.
- American Society for Testing and Material/ASTM. (2008). *Designation C 191-04, "Standard Test Methods For Time Of Setting Of Hydraulic Cement by Vicat Needle"*. P 1-10, Current Edition Approved, June 1, 2008. Published July 2008. Annual book Of ASTM Standards, Vol 14.01
- American Society for Testing and Material/ASTM. (2008). *Designation C 191-08, "Standard Test Methods For Time Of Setting Of Hydraulic Cement by Vicat Needle"*. P 1-8, Current Edition Approved, June 1, 2008. Published July 2008. Annual book Of ASTM Standards, Vol 14.01
- Bakri. (2009). *Komponen Kimia Dan Fisik Abu Sekam Padi Sebagai SCM Untuk Pembuatan Komposit Semen. (Chemical and Physical Component of Rice Husk Ash as SCM for Cement Composite Manufacture)*. ISSN 14127784. Vol 5, No 1 thn 2009.
- Hanehara Shunsuke, Iwata University. (2011). *Eco-Cement and Eco-Concrete Environmentally Compatible Cement and Concrete Technology*. COE Workshop on "Material Science in 21st Century for the Construction

- Industry -Durability, Repair and Recycling of Concrete Structures" date 05-08-2011, (Workshop on "Material)
- Haryono Sri & Luky Primantary. (2005). *Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu (Baggase Ash) Sebagai Bahan Subtitusi Semen Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Dan Durabilitas Beton Pada Lingkungan Agresif*. Majalah Ilmiah Kopertis Wilayah VI Volume XV No 23, pp 43-55.
- Kurtis Kimberly, (2010). *Tests on Portland Cement*. School of Civil Engineering Georgia Institute of Technology Atlanta, Georgia. (book, page 1-27).
- Lin Kae Long, Lin Chung Yin, (2004). *Hydration Properties of Eco-Cement Pastes from Waste Sludge Ash Clinkers*. Journal of the Air & Waste Management Association Association; Dec 2004; 54, 12; Public Health Database page. 1534. ISSN 1047-3289.
- Sanico Maria, 2012. "Tanah Mediteran" <http://laptopchep.blogspot.co.id/2012/01/tanah-mediteran.html> (20 januari 2012).
- Oktovianus, (2015). *Pengelolaan Sampah di Kota Makassar Dengan Bank Sampah*. <http://artikel-opiniku.blogspot.co.id/2015/08/pengelolaan-sampah-di-kota-makassar.html>.
- Priyatna dalam Edi Hartono. (2009). *Penggunaan Campuran Abu Sampah Organik dan Limbah Karbit sebagai Bahan Pengganti Semen pada Mortar*. Universitas Sumatra Utara Vol. 12, No.1, 86-91.
- Sampebulu' Victor. (2012). "Influence Of High Temperature On The Workability Of Fresh Ready-Mixed Concrete" ITB Engineering, Vol. 44, No. 1, 2012, 21-32 ISSN 1978-3051.
- Sampebulu' Victor. (2012). "Increase on Strenghts of Hot Weather Concrete by Self-Curing of Wet Porous Agregat" Civil Engineering Dimension, Vol. 14, No. 2, September 2012, 92-99 ISSN 1410-9530.
- Standar Nasional Indonesia, SNI 03-6827-2002. *Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland Dengan Menggunakan Alat Vicat*.
- Standar Nasional Indonesia,(2004). SNI 15-2049-2004. *Komponen Kimia Semen Portland*.
- Suarna, I Wayan.(2011). "Model Penanggulangan Masalah Sampah Perkotaan dan Pedesaan". Pusat Penelitian Ilmiah Lingkungan Hidup Universitas Udayana. Dies Natalis 2008 Universitas Udayana, diakses dari <http://www.dies.unud.ac.id/wp>
- Umar, Ibnu.(2009). "Pengelolaan Sampah Secara Terpadu Diwilayah Perkotaan". Artikel Nasional, diakses dari;<https://uwityangyoyo.wordpress.com/2009/04/05/pengelolaan-sampah-secara-terpadu-di-wilayah-perkotaan>.
- Winter B Nicholas. (2014). "Understanding Cement, Low Concrete Strenght, Ten Potential Cement-Related Causes" Copyright WHD Microanalysis Consultan Ltd. United Kingdom.
- Waryono,Tarsoen. (2009) "Konsepsi Penanganan Sampah Perkotaan Secara Terpadu Berkelanjutan". Kumpulan Makalah periode 1987-2008, <https://staff.blog.ui.ac.id/tarsoen.waryono/files/2009/12/46-konsepsi-penanganan-sampah-perkotaan>.
- Wibowo, Nurwadi dkk. (2006). "Pengembangan Alat Pengolah Limbah Abu Ampas Tebu". Vol 6 No 2, pp 124-136.
- Wompere Marten. (2012). "Butuh Regulasi Pengelolaan Sampah". Diakses dari <http://www.jurnas.com/halaman/16/2012-01-13/195452>. 13 januari 2012.