PEMANFAATAN LUMPUR LAPINDO SEBAGAI BATAKO MENGGUNAKAN SEMEN PORTLAND DAN ABU SEKAM PADI DENGAN STABILISASI/SOLIDIFIKASI KANDUNGAN LOGAM Pb

Rinta Suci Lestari[1], Mohammad Razif[2]

[1,2]Jurusan Teknik Lingkungan FTSP Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: rintasucilestari@gmail.com

ABSTRACT

The disaster of Lapindo mud occurring in May 2006 in Sidoarjo has brought great social and environmental effects. Lumpur Lapindo categorized as B3 (Bahan Beracun and Berbahaya or hazardous waste and toxic) as it contains Pb metal 8.46 ppm that exceeds quality standard of PP. No. 101 in 2014 regarding Bahan Berbahaya dan Beracun. This research aimed at utilizing Lapindo mud to produce concrete brick through TCLP and compressive strength of SNI 03-0349-1989. Basically, the resulted concrete brick must be safe for human and environment in the long-term. Therefore, the researcher employed waste stabilization/solidification to alter physical and chemical features of B3 waste by giving additional binding compound so that the movement of B3 compounds can be hampered and construct strong solids. Lapindo mud as the complement of cement and rice husk ash was determined by 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%. The results of TCLP test demonstrated that solidification product without pulverization produced the smallest Pb concentration by 0.34 mg/l within the composition of cement+rice : Lapindo mud by 70 % : 30%. Both results have met the quality standard of PP No. 101 in 2014. The test on compressive strength of the solidification product got the highest result by 155.5 Mpa within the composition cement+rice husk ash : Lapindo mud by 90 % : 10%. In conclusion, the results of compressive strength and TCLP tests fulfilling the quality standard could be used for producing concrete brick with wall plastering.

Keywords: *rice husk ash, Pb metal, Lapindo mud, compressive strength test, TCLP test, concrete brick*

ABSTRAK

Bencana lumpur Lapindo yang terjadi Mei 2006 di Sidoarjo menghasilkan lumpur yang menimbulkan dampak sosial dan lingkungan yang cukup besar. Lumpur Lapindo bersifat B3 dengan kandungan konsentrasi Logam Pb 8,46 ppm yang melebihi baku mutu PP. No. 101. Tahun 2014 tentang Bahan Berbahaya dan Beracun. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan lumpur Lapindo menjadi batako dengan pengujian TCLP dan uji kuat tekan sesuai dengan SNI 03-0349-1989 untuk mendapatkan hasil batako yang aman untuk manusia dan lingkungan dalam jangka panjang. Penelitian ini mengggunakan metode stabilisasi/solidifikasi limbah yang mengubah watak fisik dan kimia limbah B3 dengan cara penambahan senyawa pengikat sehingga pergerakan senyawa-senyawa B3 dapat dihambat dan membentuk padatan yang kuat. Lumpur Lapindo sebagai pelengkap semen dan abu sekam padi ditentukan sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Dari penelitian ini didapatkan hasil uji TCLP pada produk solidifikasi tanpa penumbukan menghasilkan konsentrasi Pb terkecil komposisi (semen+abu sekam) : Lumpur Lapindo 90 %: 10% sebesar 0,34 mg/l yang sudah memenuhi baku mutu PP No. 101 Tahun 2014. Hasil uji kuat tekan produk solidifikasi diperoleh hasil tertinggi 155,5 Mpa dengan komposisi (semen+abu sekam) : Lumpur Lapindo 90 %: 10%. Hasil pengujian kuat tekan dan uji TCLP yang telah memenuhi baku mutu dapat dimanfaatkan untuk batako pasang dinding dengan plasteran.

Kata kunci: Abu Sekam Padi, Logam Pb, Lumpur Lapindo, Uji Kuat Tekan, Uji TCLP, Batako

PENDAHULUAN

Banjir lumpur panas Sidoarjo atau lumpur Lapindo merupakan peristiwa menyemburnya lumpur panas di lokasi pengeboran PT Lapindo Brantas di Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, sejak tanggal 27 Mei 2006 (Usman, dkk , 2006). Lumpur Lapindo diketahui mengandung logam berat logam berat Pb sebesar 17,8 ppm (UNDAC,

2006). Pb selalu menunjukkan nilai yang melebihi baku mutu dibanding logam berat lainnya. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan lumpur Lapindo yaitu dengan metode Stabilisasi/Solidifikasi (S/S) dengan menggunakan semen dan abu sekam padi.

Stabilisasi/solidifikasi (S/S) merupakan proses secara fisik dan kimiawi yang melibatkan pencampuran limbah dengan zat pengikat untuk mereduksi kontaminan baik secara fisik dan kimia. (Trihadiningrum, 2016). Solidifikasi Lumpur Lapindo diarahkan pada pembuatan batako agar dapat bermanfaat ekonomis dan merupakan sumber bahan baku yang berlimpah, sekaligus memberi manfaat sosial bagi masyarakat di sekitar semburan Lumpur Lapindo dan serta aman untuk lingkungan (Ganjar S, dkk. 2016).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan komposisi optimum semen dan abu sekam padi untuk solidifikasi lumpur Lapindo dan mengetahui hasil uji TCLP logam Pb produk S/S dengan campuran semen dan abu sekam padi serta mengetahui produk solidifikasi menjamin hasil solidifikasi aman untuk lingkungan dalam jangka Panjang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui komposisi produk S/S yang sesuai untuk mengolah dan memanfaatkan lumpur Lapindo yang aman untuk lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesive (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen merupakan bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulis (*hydraulic cements*). Semen Portland bersifat fleksibel dan adaptatif, sehingga biaya perawatannya rendah. Namun, penggunaan semen Portland berdampak terhadap lingkungan. Produksi semen Portland secara global menghasilkan emisi CO2 sebesar tujuh persen atau sebesar 2,1 x 109 ton per tahun (Celik, K, dkk.2014). Untuk mengurangi emisi CO2, pembuatan semen dicampur dengan mineral lain seperti *slag*, pozzolan alam, pasir, dan kapur (Ghrici, dkk. 2007). Pada dasarnya semen *portland* terdiri dari 4 unsur yang penting, yaitu:

1. Trikalsium Silikat (Ca3SiO5 atau 3CaO.SiO2), disingkat C3S
2. Dikalsium Silikat (Ca2SiO4 atau 2CaO.SiO2), disingkat C2S
3. Trikalsium Aluminat (Ca3Al2O6 atau 3CaO.Al2O3), disingkat C3A
4. Tetrakalsium Aluminoferrit (Ca4Al2Fe10 atau 4CaO.Al2O3Fe2O3), disingkat C4AF
5. Gypsum (CaSO4.2H2O)

Timbal (Pb) adalah salah satu jenis logam berat yang sering juga disebut dengan istilah timah hitam. Timbal (Pb) merupakan logam yang bersifat neurotoksin yang dapat masuk dan terakumulasi dalam tubuh manusia ataupun hewan, sehingga bahayanya terhadap tubuh semakin meningkat (Kusnoputranto, 2006). Pb biasanya dianggap sebagai racun yang bersifat akumulatif dan akumulasinya tergantung levelnya (Underwood dan Shuttle1999).

Solidifikasi berbasis pozzolan merupakan teknologi S/S secara kimia. Pozzolan adalah bahan alam atau buatan yang sebagian besar kandungannya terdiri atas unsur-unsur silika dan alumina atau keduanya. Abu sekam padi telah digunakan sebagai bahan pozzolan reaktif yang sangat tinggi untuk meningkatkan mikrostruktur pada daerah transisi interfase antara pasta semen dan agregat beton yang memiliki kekuatan tinggi. Penggunaan abu sekam padi pada komposit semen dapat memberikan beberapa keuntungan seperti meningkatkan kekuatan dan ketahanan, mengurangi biaya bahan, mengurangi dampak lingkungan limbah bahan, mengurangi emisi karbon dioksida serta dapat menerap kandungan bahan organic karena mngandung natrium silikat (Bui dkk., 2005).

Metode stabilisasi/solidifikasi adalah cara yang sering dilakukan untuk mengolah limbah padat industri yang beracun agar tidak terlepas ke lingkungan. Limbah yang dapat disolidifikasi dapat berupa lumpur dan tanah yang terkontaminasi logam beracun, zat organik, dan residu dari insinerator. Bahan pengikat yang sering digunakan adalah kapur dan semen Portland, karena harganya murah dan dapat mengikat limbah dengan baik.(Nindyapuspa, 2018).

Karakteristik yang diharapkan dimiliki oleh produk stabilisasi diantaranya (Trihadiningrum, 2016) :

1) Stabil.
2) Mampu menahan beban.
3) Toleran terhadap kondisi basah dan kering yang silih berganti.
4) Permeabilitas rendah.
5) Tidak menghasilkan lindi yang berkualitas buruk.

METODE

Bahan yang diigunakan dalam penelitian ini yaitu, lumpur Lapindo dalam kondisi kering setelah di oven dengan suhu 100o C, abu sekam padi kondisi kering, semen Portland Tipe 1 dengan merk Semen Gresik yang masing-masing bahan lulus ayakan 50 mesh, dan air. Untuk ekstraksi logam menggunakan asam asetat. Alat yang digunakan dalam pembuatan batu bata pejal ini adalah cetakan berukuran 20 cm x 10 cm x 8 cm, yang memiliki massa ±2000 gram per cetakan yang di timbang menggunakan timbangan**.**

Variabel yang diggunakan dalam penelitian ini adalah variasi komposisi semen PC, abu sekam padi, dan lumpur lapindo. Variasi semen : abu sekam padi yang digunakan yaitu 75:25. Parameter uji yang ditentukan dalam penelitian ini adalah uji TCLP logam Pb dan uji kuat tekan. Variasi perbandingan komposisi semen , abu sekam padi dan lumpur Lapindo dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Variasi perbandingan komposisi semen, abu sekam padi, dan lumpur Lapindo 75:25

Nama sampel uji	Komposisi Semen : abu sekam (75:25 %)	Lumpur Lapindo (% berat)
Komposisi A	90	10
Komposisi B	80	20
Komposisi C	70	30
Komposisi D	60	40
KOmposisi E	50	50

Semua produk solidifikasi dicetak dengan menggunakan cetakan berukuran 20 cm x 10 cm x 8 cm, yang memiliki massa 2000 gram per cetakan. Perawatan (*curing*) dilakukan dengan meletakkan Batako pada suhu kamar dan dibasai dengan air setiap satu kali seminggu setelah produk berumur 7 hari untuk menjaga kelembapan. *Curing* dilakukan selama 28 hari. Uji TCLP logam Pb dilakukan untuk menentukan apakah produk S/S berkurang konsentrasi Pb nya atau tidak. Apabila dari hasil uji didapatkan konsentrasi zat yang beracun pada limbah melebihi ambang batas yang ditentukan menurut PP Nomor 101 Tahun 2014, maka limbah tersebut termasuk dalam limbah B3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Karakteristik Lumpur Lapindo

Sebelum dilakukan metode solidifikasi, lumpur Lapindo yang telah di persiapkan di uji nilai Pb awalnya terlebih dahulu. Hal ini di lakukan untuk membandingkan kosentrasi Pb yang terkandung di dalam lumpur Lapindo yang telah di solidifikasi dengan semen dan abu sekam padi. Lumpur Lapindo di uji nilai Pb nya di laboraturium BARISTAND. Berdasarkan uji yang dilakukan dapat diketahui kandungan logam Timbal (Pb) dalam lumpur Lapindo adalah 8,46 mg/kg, masih berada diatas nilai ambang batas baku mutu, berdasarkan PP Nomor 101 Tahun 2014.

2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan pada penelitian ini dilakukan berdasarkan variasi campuran komposisi yang telah di tentukan, waktu pengerasan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu selama 28 hari dikarenakan semakin bertambahnya umur beton, maka akan meningkatkan nilai kuat tekannya. Pada umur awal nilai kuat tekan beton akan naik secara cepat (*linier*) dan mencapai maksimum pada umur 28 hari, dari setelah itu kenaaikannya akan mengecil (Munir, 2008). Berikut ini merupakan gambar proses sebelum dilakukan uji kuat tekan pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.



Gambar 1. Pencetakan Batako Hari Pertama



Gambar 2. Proses Perawatan Batako



Gambar 3. Hasil Batako Setelah Proses *Curing* 28 Hari



Gambar 4. Uji Kuat Tekan Batako

Pada Gambar 1 merupakan hasil pencetakan batako hari pertama setelah keluar dari cetakan, Saat proses pencampuran komposisi, akan terjadi reaksi kimia antara senyawa semen dengan air. Reaksi selanjutnya adalah interaksi antar senyawa tersebut, masing-masing saling mengikat, membentuk struktur baru yang kuat biasa disebut pasta, mortar, dan beton. Saat air ditambahkan dalam semen, setiap senyawa-senyawa tersebut mengalami reaksi hidrasi dan mempunyai andil masing-masing dalam proses pembentukan *concentrate*. proses hidrasi merupakan proses dimana komposisi kimia segmen saling berinteraksi dengan air (Mulyono, 2015). Gambar 2 yaitu perawatan (*Curing)* batako selama 28 hari yang bertujuan untuk menjaga kelembapan beton, karena jika beton cepan mengering maka dapat terjadi retak pada permukaanya. Kekuatan beton akan berkurang sebagai akibat dari keretakan yang dialami oleh beton dan juga dapat berakibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh..

Gambar 3 merupakan hasil batako setelah dilakukan proses *curing* selama 28 hari, yang kemudian akan dilakukan pengujian kuat tekan. Dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa pengujian kuat tekan batako dilakukan dengan cara meletakkan batako pada bidang datar kemudian ditekan sampai batako hancur, lalu di catat berapa kg/cm2 kekuatan yang didapatkan saat batako di hancurkan.

ISSN (print) : 2715-4513
ISSN (online): 2715-4599



Gambar 5. Hasil Uji Kuat Tekan

Dari Gambar 5 di atas dapat diketahui bahwa nilai uji kuat tekan pada semua sampel lolos uji kuat tekan sesuai dengan SNI 03-0349-1989 dengan kategori :

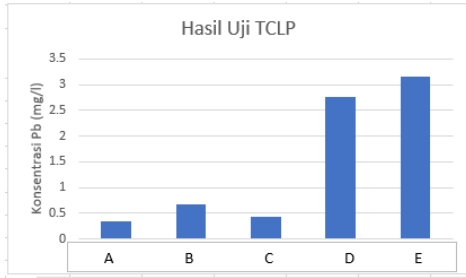
a. Pada sampel D dan E termasuk dalam beton mutu B1 yang dapat digunakan untuk kontruksi yang memikul beban dibawah atap.
b. Sedangkan sampel C, B dan A merupakan mutu beton B2 yang dapat digunakan untuk kontruksi yang memikul beban dan bisa diigunakan untuk kontruksi yang tidak terlindungi untuk di luar atap.

Pada Gambar 5 dapat menunjukkan bahwa hasil dari uji kuat tekan B mengalami penurunan yaitu 113,5 Mpa sedangkan Kuat tekan C naik dengan nilai 115 Mpa yang menunjukkan nilai grafik tidak linier sesuai dengan peneletian sebelumnya yang menunjukan bahwa CaO merupakan kandungan kimia yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan kandungan SiO2 yang berfungsi sebagai bahan pengisi. Jadi yang lebih dominan mempengaruhi menurunnya kuat tekan adalah menurunnya kandungan CaO, walaupun kandungan SiO2 ditingkatkan. Hal ini bisa terjadi karena dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu, adanya kandungan organik yang meningkat di dalam lumpur ketika dilakukan proses pencampuran karena kandungan organik dalam suatu bahan campuran dapat mempengaruhi uji kualitas kuat tekann karena mengganggu proses hidrasi semen, mengurangi kekuatan produk karena terbentuknya struktur kristal yang bersifat lebih amorf (Trihadiningrum,2016).

3. Hasil Pengujian TCLP

Setelah dilakukan prngujian kuat tekan, selanjutnya yaitu dilakukan uji TCLP produk S/S tersebut diekstraksi menggunakan asam asetat. Setelah diekstraksi, dilakukan uji TCLP Cu menggunakan AAS. Uji TCLP Cu dilakukan di laboratorium Teknologi Air dan Konsultasi Industri, Departemen Teknik Kima-ITS.

Hasil uji TCLP menunjukkan bahwa terjadi perubahan konsentrasi Pb setelah dilakukan solidifikasi. Solidifikasi lumpur Lapindo menggunakan semen Portland dan abu sekam padi dapat mnurunkan nilai Pb yang terlindi. Logam Pb yang terkandung di dalam lumpur Lapindo berhasil terperangkap dalam matriks semen dan abu sekam padi. Hasil uji TCLP dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Uji TCLP

Dari lima komposisi di atas Sampel A, B, C dan D sudah memenuhi baku mutu TCLP sedangkan nilai hasil TCLP sampel lain masih di atas nilai baku mutu TCLP-A. Nilai uji TCLP pada sampel ini yang paling rendah terdapat pada sampel A dengan nilai 0,34 mg/l. Grafik menununjukkan kenaikan pada sampel uji A-E menandakan semakin banyak lumpur Lapindo yang di gunakan dalam campuran semakin meningkat nilai TCLP Pb yang terdapat dalam sampel. Pada sampel C2 grafik menunjukkan penurunan tidak linier bisa disebabkan karena kesalahan saat melakukan pengujian TCLP atau mungkin kurang sterilnya alat yang digunakan pada proses ekstraksi larutan atau alat yang digunakan saat tes di laboraturium.

Logam Pb dalam bentuk ion ketika bereaksi dengan ion karbonat dalam semen akan membentuk endapan putih campuran timbal karbonat dan timbal hidroksida. Logam-logam berat pencemar yang terkandung di dalam limbah akan di dipadatkan secara mekanis didalam suatu padatan (beton) yang melindungi limbah dari pengaruh luar, sehingga kontaminan pencemar yang ada pada beton menurun dan aman bagi lingkungan sekitar. (Munir, 2008). Dengan reaksi sebagai berikut:

Pb^{2+} (aq) + 3 CO3 2-(aq) + H2O (aq) ➡ Pb(OH)2 (s) + Pb(CO3)2 (s) + CO2 (g)

(Moerdwiyono, 1998 *dalam* Anastasia, 2010).

4. Pemanfaatan Lumpur Lapindo

Batako pada umumnya digunakan pada area outdoor tetapi masih dilapisi oleh semen atau di plaster di bagian luar, sehingga paparan terhadap kondisi lingkungan (suhu, cuaca) dan tekanan jauh lebih rendah apa bila dibandingkan dengan *paving block.* Oleh karena itu pemakaian batako yang sudah memenuhi TCLP dapat dimanfaatkan sebai pasang batako untuk perumda dengan syarat batako harus di lapisi dengan plasteran agar terlindung dari suhu dan cuaca. Hal ini dilakukan bertujuan agar apabila produk produk terjadi retakan atau pecah serta terjadi hujan pada penggunaan jangka panjang.

Pemakaian Produk Batako ini harus dilakukan dengan hati-hati, misalnya dilakukan dengan memplaster permukaan batako, hal ini bertujuan untuk menghindari terlepasnya logam berat yang sudah tersolidifikasi apabila produk solidifikasi pecah dalam produk serta dapat mencemari air tanah jika dipakai sebagai paving yang menerima beban kendaraan. dampak yang ditimbulkan bila logam Pb mencemari air tanah yang dikonsumsi manusia dari air sumur dapat terjadi akumulasi logam berat Pb pada tubuh manusia yang terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan anemia, kemandulan, penyakit ginjal, kerusakan syaraf dan kematian (Darmono, 2001).

KESIMPULAN

Uji TCLP pada produk solidifikasi tanpa penumbukan menghasilkan konsentrasi Pb terkecil komposisi (semen+abu sekam) : lumpur Lapindo 90 %: 10% sebesar 0,34 mg/l yang sudah memenuhi baku mutu PP No. 101 Tahun 2014, Pengujian kuat tekan produk solidifikasi diperoleh hasil tertinggi 155,5 Mpa dengan komposisi (semen+abu sekam) : lumpur Lapindo 90 %: 10% yang dapat digunakan untuk bangunan memikul beban dan untuk di atas, Dari hasil pengujian TCLP dan Kuat Tekan, lumpur lapindo dapat dimanfaatkan untuk batako pasang dinding dengan plasteran

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anastasia R. 2010. "Distribusi Logam Berat di Perairan Natuna*"*. Jakarta

[2] Bui, D. D., Hu, J. & Stroeven. 2005. *"*Particle Size Effect on the Strength of Rice Husk Ash Blended Gap-Graded Portland Cement Concentrate. Cemen & Concrete Composite*"*. 27 : 375-366

[3] Celik, K., Jackson, M.D., Mancio, M., Meral, C., Emwas, A.H., Mehta, P.K., dan Monteiro, P.J.M. (2014), "*High-volume Natural Volcanic Pozzolan and Limestone Powder as Partial Replacements for Portland Cement in Self-compacting and Sustainable Concrete*", *Cement & Concrete Composites*, Vol. 45, hal. 136– 147

[4] Darmono, 2001. "Lingkungan Hidup dan Pencemaran*",* University Press, Jakarta

[5] Ghrici, M., Kenai, S., dan Said-Mansour, M. (2007), "Mechanical Properties and Durability of Mortar and Concrete Containing Natural Pozzolana and Limestone Blended Cements, Cement & Concrete Composites", Vol. 29, hal. 542–549.

[6] Kusnoputrannto, H. 2006. "Toksikologi Lingkungan, Logam Toksik dan Berbahaya. FKM-UI Press dan Pusat Penelitian Sumber Daya Manusia dan Lingkungan*".* Jakarta

[7] Mulyono R.M., Desrina D. & Legowo H. 2000. "Pemanfaatan Limbah Lumpur Berminyak Melalui Proses Stabilisasi/Solidifikasi Dengan Semen Untuk Pembuatan Bata Beton Berlubang*"*. Universitas Brawijaya. Malang.

[8] Munir, M. 2008. *"*Pemanfaatan Abu Batubara (Fly Ash) Untuk Hollow BlockY ang Bermutu dan Aman Bagi Lingkungan*".* Tesis Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.

[9] Nindyapuspa, A dan Taty A. 2018. "Penurunan Kadar Cu Dalam Proses Solidifikasi Limbah Oli Bekas menggunakan Semen Portland dan Bentonit". Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Surabaya

[10] Samudro G, Aji F & Hadiwidodo, dkk.2016 . *"*Penentuan Campuran Lumpur Lapindo Sebagai Substitusi Pasir dan Semen Dalam Pembuatan Paving Block Ramah Lingkungan*".* Universitas Diponegoro. Semarang

[11] Trihadininngrum Y. & Dian E. 2016. "Kajian Teknologi dan Mekanisme Stabilisasi/Solidifikasi untuk Penolahan Limbah B3. FTSP". Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya

[12] Underwood, E.J dan N.F Suttle. 1999. *"*The Mineral Nutrition of Lifestok*". CABI Publishing.* London England. Hal 185-2012.

[13] United Nation Disaster Assessment and Coordination, 2006*, "*Environment Assessment Hot Mud Flow East Java, Indonesia**,** UNEP/OCHA Environment Unit*". Switzerland.*

[14] Usman, E., Salahuddin, M., Ranawijaya DAS. & Hutagaol, J. P., 2006*, "*Paper Pendukung, Simposium Nasional: Pembuangan Lumpur Porong-Sidoarjo ke Laut? Surabaya". Surabaya