

KUAT TEKAN DAN PERUBAHAN BERAT MORTAR ABU SEKAM PADI (RICE HUSK ASH) DI LINGKUNGAN AIR GAMBUT

Meirisa Ednor¹⁾, Monita Olivia²⁾, Iskandar Romey Sitompul³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email: Meirisa.ednor@student.unri.ac.id

Abstract

Peat water potentially damage and attack calcium, reduce the strength and accelerate corrosion of mortar and caused significant degradation in the long term. This study aims to determine resistance acid to cement with using added materials were exposed to acidic water. Two types of hardened cementing materials, such as Ordinary Portland Cement (OPC) and Rice Husk Ash (RHA) will be soaked in regular water and peat water. Cement was replace with 15% of rice husk ash. The acid resistance of cements was test by compressive strength, sorptivity, and porosity. There was a considerable decrease in the compressive strength of mortar OPC after exposure to acid attacks from peat water. This research show mortar with rice husk ash was more resistant in peat water for 91 days.

Keywords: Acid, Cement, Peat Water, Rice Husk Ash, Resistance.

A. PENDAHULUAN

A.1 Latar belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki lahan gambut terbesar di dunia. Penyebaran lahan gambut yang terluas di Sumatera adalah Provinsi Riau dengan 4,044 juta ha (Wibowo, 2009). Lahan gambut terbentuk dari timbunan sisa-sisa tanaman yang telah mati, baik yang sudah lapuk maupun belum. Air gambut yang terdapat pada lahan gambut Provinsi Riau memiliki tingkat keasaman (pH) yang rendah, yang mengakibatkan air tersebut bersifat asam (Ashari, 2011). Lahan gambut memiliki berat isi (*bulk density*) yang rendah sehingga menyebabkan daya menahan atau menyangga beban (*bearing capacity*) menjadi sangat rendah (Agus & Subiksa, 2008).

Pembangunan infrastruktur di lingkungan asam seperti lahan gambut akan menimbulkan permasalahan terhadap konstruksi, salah satunya kerusakan pada beton. Menurut penelitian Satya (2015) menyimpulkan bahwa perendaman mortar OPC di dalam air gambut mengalami penurunan kuat tekan. Hal ini disebabkan oleh reaksi ion-ion sulfat dari asam yang bereaksi sehingga membuat hidrasi dari semen terganggu, hingga menghasilkan reaksi *gypsum*. Ketahanan beton maupun mortar di lingkungan asam dapat dilakukan dengan

penggunaan bahan tambahan pada semen atau disebut *Supplementary Cement Material* (SCM). Penggunaan abu sekam padi merupakan salah satu inovasi dalam memanfaatkan limbah pertanian yang memiliki potensi seperti meningkatkan kekuatan dan ketahanan, mengurangi dampak limbah bahan, dan mengurangi emisi karbon dioksida (Bakri, 2005).

Abu ini dikenal sebagai *Rice Husk Ash* (RHA) yang memiliki kandungan silika reaktif (*amorphous silica*) sekitar 85-90%. Temperatur tungku pembakaran tidak boleh melebihi 850°C sehingga dapat menghasilkan RHA yang terdiri dari silika tidak terkristalisasi (Nugraha & Antoni, 2007). Hal ini telah dijelaskan Ramezianpour (2014) pembakaran dengan suhu 700 °C menghasilkan abu sekam padi dengan reaktivitas pozzolan tinggi.

Kandungan silika yang dominan menunjukkan bahwa abu sekam padi memiliki sifat pozzolanik yang tinggi (Suprasman dan Ermiyati, 2003). Pozzolan yang ditambahkan pada campuran adukan beton dan mortar berguna untuk memperbaiki kelecakan dan membuat beton menjadi lebih kedap air. Penggunaan bahan tambah abu sekam padi (RHA) memiliki potensi pada campuran beton

secara efektif dapat meningkatkan kekuatan, kemampuan kerja dan kedap terhadap air karena memiliki sifat pozzolan (Nagrle *et al.*, 2012).

A.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah.

1. Memperbaiki sifat fisik dan meningkatkan durabilitas mortar abu sekam padi di lingkungan air gambut.
2. Mengkaji perubahan kuat tekan dan porositas mortar abu sekam padi dan mortar OPC setelah perendaman di air gambut pada umur 7, 28, dan 91.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Mortar

Mortar adalah suatu campuran yang terdiri dari semen, agregat halus dan air (SNI 15-2049-2004). Fungsi utama mortar adalah menambah lekatan dan ketahanan ikatan dengan bagian-bagian penyusun suatu konstruksi (Tjokrodimuljo, 1992). Kuat tekan mortar dapat digunakan sebagai rujukan untuk mengetahui kinerja beton. Kuat tekan mortar mempunyai hubungan yang linear terhadap kuat tekan beton, sehingga bila kuat tekan mortar tinggi, maka kuat tekan beton akan tinggi pula (Neville, 1999).

B.2 Material Penyusun Mortar Abu Sekam Padi

B.2.1 Semen

Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland adalah suatu bahan pengikat hidrolis (*hydraulic binder*) yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. *Ordinary Portland Cement* (OPC) juga dikenal dengan semen portland tipe I, merupakan perekat hidrolis hasil penggilingan klinker yang terdiri dari oksida-oksida kapur (CaO), silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃) dan besi (Fe₂O₃).

B.2.2 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Secara umum air

yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat beton yang dihasilkan.

B.2.3 Agregat halus

Agregat menempati 70-75% dari total volume beton, maka kualitas agregat sangat mempengaruhi kualitas dari beton yang dihasilkan. Agregat halus atau pasir adalah material yang mempunyai ukuran butiran antara 0,15 sampai 5 mm dan yang dapat lolos dari saringan nomor 4, yaitu saringan yang setiap 1 inci panjang mempunyai 4 lubang.

B.2.4 Abu sekam padi sebagai bahan tambah pada mortar

Abu sekam padi atau biasa dikenal dengan RHA (*Rice Husk Ask*) merupakan hasil pembakaran dari sekam padi (Ramezianpour, 2014). Limbah abu sekam padi ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pengganti semen karena memiliki kandungan silika yang tinggi (Raharja *et al.*, 2013).

Abu sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi umumnya lebih dari 80-85%. Kandungan silika dalam abu sekam padi yang mencapai sekitar 80% dikategorikan sebagai pozzolan reaktif (Raharja *et al.*, 2013). Untuk menghasilkan abu kulit gabah menjadi silika reaktif yang dapat digunakan sebagai material pozzolan dalam beton maupun mortar maka diperlukan kontrol pembakaran yang baik.

Abu sekam padi merupakan bahan pozzolan yang efektif. Kandungan pozzolan abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada semen (Chindaprasirt & Rukzon, 2008). Abu sekam padi yang memiliki bahan pozzolan tersebut dapat bereaksi dengan Ca(OH)₂ yaitu produk hidrasi dari semen portland yang akan membentuk gel kalsium hidrat silikat CSH. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ramezianpour *et al.*, (2014) pemakaian RHA dalam campuran beton sebesar 15% pada umur 90 hari memiliki kuat tekan 5,62 MPa dibandingkan dengan beton kontrol sebesar 4,58 MPa.

C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1 Persiapan Penelitian

Pada tahap ini dilakukan analisis pendahuluan terhadap abu sekam padi (*rice husk ash*) dan analisa material yang digunakan. Analisis yang dilakukan terhadap abu sekam padi adalah analisis kandungan kimia untuk mengetahui karakteristik kimia dari abu sekam tersebut.

Analisis material yang dilakukan terhadap bahan pembuat mortar yaitu agregat halus (pasir) didapat melalui hasil dari pengujian karakteristik agregat halus, yaitu pengujian analisa saringan, pengujian berat volume, pengujian berat jenis, pengujian kadar air, pengujian kadar lumpur, dan pengujian kadar organik agregat halus.

C.2 Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pembuatan mortar abu sekam dengan dimensi 5x5x5cm dengan bahan/material yang bervariasi, yaitu mortar OPC (*Ordinary Portland Cement*) dan mortar abu sekam padi dengan penambahan abu sekam padi sebanyak 15% dari berat semen. Benda uji direndam dalam rendaman air biasa kemudian benda uji akan diuji durabilitasnya berdasarkan umur pengujian, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan dan mortar OPC (*Ordinary Portland Cement*) sebagai kontrol sesuai dengan kebutuhan perencanaan.

Bahan-bahan penyusun mortar abu sekam diperoleh dengan perhitungan berdasarkan SNI 03-6825-2002 dan hasil dari *trial mix* untuk menentukan Faktor Air Semen (FAS) yang digunakan. Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan *mixer*. Air, semen, dan abu sekam padi dimasukkan bergantian kemudian didiamkan selama 30 detik sebelum diaduk dengan kecepatan nomor 1. Kemudian pasir dimasukkan dan *mixer* kembali diputar dengan kecepatan nomor 2 selama 1 menit. Mortar segar dibersihkan dari *mixer* kemudian dicetak ke dalam *mould* yang terbuat dari besi pejal secara bertahap sebanyak tiga lapisan. Setiap lapisan ditumbuk 32 kali lalu diratakan. Benda uji didiamkan selama ± 24 jam sebelum dikeluarkan dari *mould*.

Benda uji khusus pengujian durabilitas mortar OPC dan mortar abu sekam padi direndam dengan air biasa selama 28 hari lalu direndam dalam larutan yang bersifat asam, yaitu air gambut. Sedangkan mortar OPC dan mortar abu sekam padi dalam rendaman air

biasa direndam selama umur pengujian yang telah direncanakan. Lama rendaman kedua jenis mortar ini adalah 7, 28, dan 91.

C.3 Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian mortar abu sekam sesuai umur rencana yaitu 7, 28, dan 91. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan untuk mengetahui ketahanan. Setiap variasi memiliki 5 buah benda uji, kemudian data kuat tekan diolah dengan merata-ratakan kelima hasil benda uji tersebut.



Gambar 1. Pengujian kuat tekan mortar

D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

D.1 Analisis Karakteristik Abu Sekam Padi

Tabel 1. Komposisi kimia abu sekam

| Parameter | % Berat |
|--|---------|
| Silikon dioksida (SiO_2) | 88,96 |
| Aluminium oksida (Al_2O_3) | 1,48 |
| Feroksida (Fe_2O_3) | 0,24 |
| Kalsium oksida (CaO) | 1,31 |
| Magnesium oksida (MgO) | 0,68 |
| Natrium oksida (Na_2O) | 0,07 |
| Pottasium oksida (K_2O) | 1,18 |
| Sulfur trioksid (SO_3) | 0,44 |
| Kadar air | 2,32 |

Sumber: Balai Riset dan Standarisasi Industri Padang

Dari tabel 1 diketahui bahwa abu sekam padi dari Air Tiris memiliki kandungan silika yang sangat tinggi, yaitu sebesar 88,96% dan baik digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen. Kandungan kimia abu sekam ini memperlihatkan bahwa abu sekam telah memenuhi syarat kimia pozzolan, sehingga dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan mortar.

D.2 Analisis Propertis Pasir

Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus diperoleh modulus kehalusan butiran sebesar 2,22. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi modulus kehalusan butiran agregat halus yaitu 1,5-3,8.

Kadar lumpur agregat halus sebesar 2.34%, dan nilai ini memenuhi standar spesifikasi kadar lumpur yaitu < 5%.

Hasil pemeriksaan kadar organik yang diperoleh adalah warna nomor 3. Warna ini memenuhi standar spesifikasi kadar organik agregat halus yaitu tidak boleh lebih dari warna nomor 2.

Kadar air agregat halus sebesar 0,20% dan nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi kadar air agregat yaitu 3-5%. Hasil pemeriksaan berat jenis dan berat volume dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan berat jenis dan berat volume

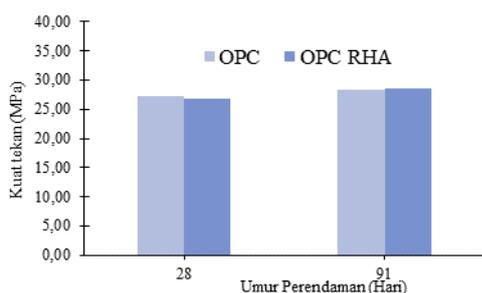
| Analisis | Kondisi SSD | |
|------------------|-------------|--------------------|
| Berat jenis | 2,60 | kg/dm ³ |
| Berat isi padat | 1,67 | kg/dm ³ |
| Berat isi gembur | 1,51 | kg/dm ³ |

Hasil pemeriksaan terhadap berat jenis dan berat volume pasir telah memenuhi standar spesifikasi SNI 03-1970-1990 (berat jenis) dan SNI 03-4804-1998 (berat volume).

E. HASIL PENGUJIAN MORTAR OPC DAN MORTAR ABU SEKAM PADI

E.1 Kuat Tekan

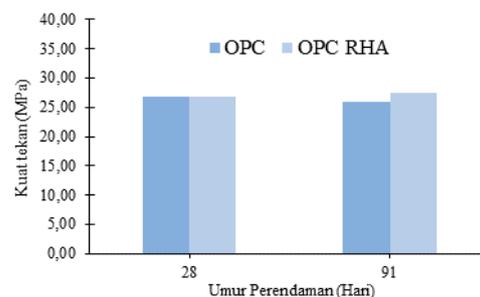
Perubahan kuat tekan mortar OPC dan mortar abu sekam padi umur 28 dan 91 dalam rendaman air biasa dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hasil kuat tekan mortar rendaman air biasa

Pada pengujian kuat tekan mortar OPC maupun mortar abu sekam padi mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur rendaman. Kuat tekan umur awal 28 hari mortar OPC memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan mortar abu sekam padi. Hal ini dipengaruhi oleh reaksi *pozzolanik*

yang terkandung dalam abu sekam padi. Reaksi *pozzolanik* ini mengakibatkan lambatnya pembentukan CSH yaitu hasil hidrasi yang mempengaruhi kekuatan semen sehingga pengaruhnya lebih terhadap kekuatan akhir dari beton maupun mortar (Nugraha & Antoni, 2007). Tetapi, pada umur 91 hari mortar abu sekam padi mengalami peningkatan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan mortar OPC. Hal ini terjadi akibat reaksi *pozzolanik* yang telah bereaksi dan proses hidrasi yang berjalan baik, proses ini memperbaiki pori beton maupun mortar yang semakin kecil seiring bertambahnya umur mortar dan menyebabkan ikatan antar agregat di dalam mortar semakin rapat sesuai dengan penelitian Satya (2015).



Gambar 4. Hasil kuat tekan mortar rendaman air gambut

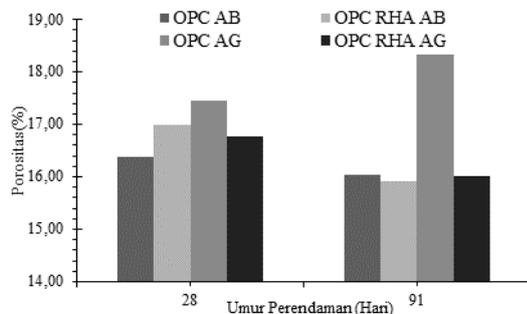
Semen portland mempunyai ketahanan yang rendah terhadap asam (Hewlett & Hewlett, 2004). Gambar 4 menunjukkan hasil kuat tekan kedua jenis mortar setelah direndam dalam air gambut hingga umur 120 hari. Mortar OPC mengalami penurunan kuat tekan akibat serangan asam dari air gambut, berbeda dengan kuat tekan mortar abu sekam padi yang mengalami peningkatan setelah direndam dalam air gambut. Penurunan kuat tekan yang terjadi pada mortar OPC terjadi akibat reaksi kimia antara mortar dengan lingkungan asam tersebut. Lingkungan asam merusak beton maupun mortar dengan cara mengurai Ca(OH)₂ pada pasta semen, menghancurkan struktur kristal dan menyisakan residu tidak bermanfaat pada kekuatan mortar (Olivia, 2015). Kemudian secara bertahap kerusakan ini menimbulkan penurunan kuat tekan mortar sehingga masa layan struktur mortar maupun beton dapat berkurang (Zivica, 2006).

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi berpengaruh dalam peningkatan ketahanan mortar di lingkungan asam. Unsur SiO₂ yang terkandung dalam RHA dapat mereduksi kapur bebas

Ca(OH)₂ yang dihasilkan dari proses hidrasi. Unsur SiO₂ tersebut akan bereaksi dengan kapur bebas dan air yang akan membentuk senyawa kalsium hidrat yang lebih stabil dan tidak membahayakan mortar. Penelitian yang dilakukan oleh Mindrasari *et al.*, (2014) menunjukkan bahwa tingginya kandungan SiO₂ pada abu sekam padi dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah setelah curing di lingkungan agresif.

E.2 Porositas

Pengujian porositas ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan volume pori dengan volume total mortar. Pengujian porositas ini diuji pada umur 28 dan 91 setelah mortar OPC dan mortar abu sekam padi mengalami perendaman di dalam air biasa dan air gambut.



Gambar 5. Grafik hasil pengujian porositas dalam rendaman air biasa maupun air gambut

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian porositas untuk kedua jenis mortar dalam rendaman air biasa dan air gambut. Terlihat perbedaan untuk mortar OPC dalam rendaman air biasa dan terpapar air gambut, untuk air biasa nilai porositas OPC menurun seiring bertambahnya umur rendaman sedangkan untuk rendaman air gambut memiliki nilai yang meningkat. Hal ini terjadi karena proses hidrasi semen tidak berjalan dengan baik. Proses hidrasi semen dalam mortar telah terganggu akibat adanya serangan asam yang berasal dari air gambut, hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan (Satya, 2015 ; Hutapea, 2014). Berbeda dengan mortar abu sekam padi untuk rendaman air biasa maupun air gambut abu sekam padi memiliki nilai porositas yang menurun hingga umur 91 hari, hal ini disebabkan oleh reaksi pozzolan yang dapat menurangi pori-pori mortar dalam jangka panjang. Hasil ini dapat membuktikan bahwa abu sekam padi merupakan SCM yang

memiliki peran untuk meningkatkan kinerja fisik mortar.

F. SIMPULAN DAN SARAN

F.1 Simpulan

Dua jenis semen yang digunakan dalam penelitian ini untuk mempelajari ketahanan mortar terhadap asam dari air gambut. Mortar OPC memiliki kuat tekan yang menurun saat terpapar oleh air gambut hal ini disebabkan pembentukan *ettringite* sebagai produk reaksi asam dan kalsium yang terdapat dalam OPC. Tetapi, untuk mortar abu sekam padi memiliki ketahanan yang lebih baik dibandingkan mortar OPC saat direndam dalam air gambut dengan hasil kuat tekan yang meningkat hingga umur 91 hari. Dan mortar abu sekam padi dapat meningkatkan daya tahan semen OPC di lingkungan asam.

F.2 Saran

Berdasarkan hasil pengalaman penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium maka dapat dikemukakan saran yang mungkin dapat dipergunakan untuk penelitian lanjutan yaitu.

1. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk berbagai macam fas, variasi abu sekam padi dan reaksi kimia yang terjadi pada mortar dengan bahan tambah abu sekam padi.
2. Agregat yang akan digunakan sebagai material benda uji harus selalu dijaga agar saat proses pembuatan sampel agregat tersebut selalu sama spesifikasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., & Subiksa, I. G. M. (2008). Lahan Gambut : Potensi Untuk Pertanian Dan Aspek Lingkungan. *Bogor : Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 2–41.
- Bakri. (2005). Komponen Kimia dan Fisik Abu Sekam Padi Sebagai SCM Untuk Pembuatan Komposit Semen. *Makassar: Universitas Hasanuddin*, 5(1), 9–14.
- Chindaprasirt, P., & Rukzon, S. (2008). Strength , porosity and corrosion resistance of ternary blend Portland cement , rice husk ash and fly ash mortar. *Thailand: Faculty of Engineering, Khon Kaen University*, 22, 1601–1606. <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.06.010>

- Hewlett, P. C., & Hewlett, P. C. (2004). *Lea's Chemistry of Cement And Concrete*.
- Hutapea, U. (2014). Ketahanan Mortar Di Lingkungan Asam Dengan Berbagai Tipe Semen. *Pekanbaru: Universitas Riau*.
- Mindrasari, P., Sambowo, K. A., & Basuki, A. (2014). Pengaruh Curing Air Laut Pada Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Belah Dan Modulus Of Rupture. *Surakarta: Universitas Sebelas Maret*, 391–399.
- Nagrare, S. D., Hajare, H., & Modak, P. R. (2012). Utilization Of Rice Husk Ash. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 2(4), 1–5.
- Neville, A. . (1999). *Properties of concrete*.
- Nugraha, P., & Antoni. (2007). *Teknologi Beton Dari Material Pembuatan Ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi offset.
- Raharja, S., As'ad, S., & Sunarmasto. (2013). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi. *Universitas Sebelas Maret*, 1(4), 503–510.
- Ramezaniapour, A. A. (2014). *Cement Replacement Materials*. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-36721-2>
- Satya, Y. S. D. (2015). Durabilitas Mortar Geopolimer Campuran Abu Terbang (FA) Dan Abu Sawit (POFA) Di Lingkungan Gambut. *Pekanbaru: Universitas Riau*.
- SNI 03-1970-1990. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus. *Bandung: Badan Standardisasi Nasional*, 1–17.
- SNI 03-4804-1998. (1998). Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat. *Bandung: Badan Standardisasi Nasional*, 1–6.
- SNI 03-6825-2002. (2002). Standar Nasional Indonesia Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 1–9.
- SNI 15-2049-2004. (2004). Semen Portland. *Bandung: Badan Standardisasi Nasional*, 1–132.
- Suprasman dan Ermiyati. (2003). Kuat Tekan Mortar Dengan Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen. *Pekanbaru: Universitas Riau*, 1–9.
- Tjokrodimuljo, I. K. (2009). *Buku Ajar Teknologi Beton*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Wibowo, A. (2009). Peran Lahan Gambut Dalam Perubahan Iklim Global. *Bogor: Universitas Balitbang Kehutanan*, 19–28.
- Zivica, V. (2006). Deterioration of Cement-Based Materials Due to The Action of Organic Compounds. *Construction and Building Materials*. <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.02.011>