

# PERILAKU KUAT TEKAN MORTAR SEMEN PASANGAN DENGAN ABU SABUT CANGKANG SAWIT YANG DIOVEN DAN TIDAK DIOVEN

Elhusna<sup>1)</sup>, Agustin Gunawan<sup>2)</sup>, Dofi Hendro Fogi<sup>3)</sup>

<sup>1,2)</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB, Bengkulu, Jl. W.R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp. (0736)344087, email: elhusna@yahoo.co.id

<sup>3)</sup> Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB

## Abstrak

Mortar semen pasangan sebagai perekat unit dinding batu dan plesteran dinding terus meningkat pemakaiannya. Sementara semen adalah sumber daya alam terbatas keberadaannya. Tulisan ini merupakan hasil penelitian terhadap perilaku kuat tekan mortar yang menggunakan abu sabut cangkang sawit (ACS) sebagai bahan tambah semen. ACS yang digunakan adalah ACS lolos saringan nomor 200 dan dibedakan atas ACS yang dioven dan tidak dioven. Mortar yang diteliti memiliki perbandingan semen dan pasir 1:3 dan 1:5. Variasi persentase ACS yang dibuat berada antara 0 sampai 10 dengan kenaikan 2,5%. 200 kubus mortar berdimensi 50 mm dibuat dan didistribusikan kepada setiap perlakuan untuk menjawab tujuan penelitian ini. Ukuran benda uji mengacu pada ASTM C109/C109M-02. Konsistensi dan *workability* mortar diperoleh dengan uji meja sebar yang mengacu pada ASTM C-270. Benda uji dicetak dan direndam di dalam air bersih sejak cetakan dibuka pada umur 24 jam. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan sesuai dengan SNI 03-6825-2002 ketika mortar berumur 28 hari. Hasil uji analisa varian (anova) untuk kuat tekan mortar ACS yang dioven signifikan untuk kuat tekan mortar 1:5 dan tidak signifikan untuk kuat tekan mortar 1:3. Peningkatan kuat tekan mortar 1:5 dengan ACS dioven meningkat sebesar 0,66% pada persentase penambahan ACS 10%. Sebaliknya, hasil uji anava untuk kuat tekan mortar dengan ACS tidak dioven signifikan untuk kuat tekan mortar 1:3 dan tidak signifikan untuk kuat tekan mortar 1:5. Peningkatan 1,54% kuat tekan mortar 1:3 ACS tidak dioven terjadi pada 2,5% penambahan ACS dibandingkan dengan mortar tanpa ACS.

**Kata kunci** : abu sabut cangkang sawit, mortar semen, kuat tekan mortar

## Abstract

*The order of mortar cement which used to bond individual units of masonry and to cover masonry wall keeps increasing. Meanwhile, the natural source of cement is limited. This article is the report of the research of the behaviour of mortar compression strength which used palm oil fibrous shell ash as the additive of cement. The ash used in this research was strained by strainer number 200. The ash discerned to the difference between the oven and unoven one. The proportions of cement and sand that used were 1:3 dan 1:5. The percentages of each of the ash were varied by the increment 2,5% between 0 to 10 %. 200 mortar 50 mm cubes distributed to each cell of samples were used according to ASTM C109/C109M-02. The consistency and the workability of the mortar was done by flow table test according to ASTM C-270. The mortar cubes were cured in water since the mall were gotten off. The compression test was held according to SNI 03-6825-2002 at 28 days of the cubes age. The results of analysis of variance (anova) of the mortar strength which used ovened ash were significant for the strength of the proportion 1:5 and insignificant for the strength of 1:3 of the proportion. The strength of the significant one was inceased 0.66% at the mortar which used 10% ash. The results of the anova of the mortar strength with unovened ash were significant for the mortar proportion 1:3*

and insignificant for the strength of 1:5 mortar proportion. The strength of the significant one was 1,54% higher at mortar with 2,5% ash compared to the one without the ash.

**Keywords:** palm oil fibrous shell ash, mortar cement, mortar compression strength

## PENDAHULUAN

Bangunan gedung struktural dan nonstruktural di Indonesia umumnya berinding batu. Unit dinding batu yang paling sering digunakan adalah bata merah atau batako. Perekat antar unit batu tersebut umumnya adalah mortar. SNI 03-6882-2002 tentang *Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan*, menggunakan istilah mortar semen pasangan untuk jenis mortar pada pekerjaan pasangan dinding batu.

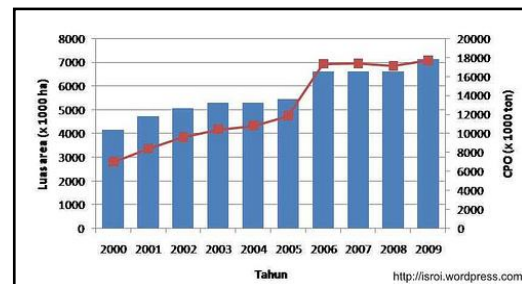
Mortar merupakan campuran pasir, semen dan air dengan perbandingan tertentu (Somayaji, 2001). Perbandingan material pembentuk mortar umumnya dibedakan berdasarkan fungsi dinding yang akan menggunakannya. Dinding yang membutuhkan kedekatan air yang lebih tinggi memiliki perbandingan semen dan pasir yang lebih kecil. Kualitas dinding bata pada akhirnya juga akan ditentukan oleh kualitas mortar semen pasangan yang digunakan.

Peningkatan kualitas mortar menggunakan bahan limbah pertanian merupakan alternatif yang baik untuk dikembangkan. Kebutuhan mortar akan berbanding lurus dengan pertambahan bangunan. Maka peluang material yang bersifat sementasi dari bahan alami khususnya limbah budidaya pertanian semisal kelapa sawit layak dipertimbangkan.

Indonesia merupakan salah satu negara agraris terbesar di dunia yang memiliki kekayaan alam dari sektor perkebunan termasuk perkebunan kelapa sawit. Abu kelapa sawit merupakan salah satu limbah dari sisa pembakaran cangkang dan serabut buah kelapa sawit di dalam dapur atau tungku pembakaran (*boiler*) dengan suhu 7000° - 8000° C. Penanganan limbah abu

sawit sampai saat ini belum dilakukan secara baik (Laksmi, 1999).

Luas area kelapa sawit dan produksi minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil, CPO*) di Indonesia berkembang dengan sangat pesat. Data luas area kelapa sawit dan produksi CPO di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1. limbah cangkang sawit yang berupa abu cangkang sawit akan terjamin kesediaannya seiring meningkatnya produksi minyak sawit mentah (CPO) di Indonesia.



**Gambar 1.** Data Luas Area Kelapa Sawit dan Produksi CPO Indonesia dari Dirjenbun.

Graille, dkk (1985) menyatakan bahwa Abu sawit mengandung unsur silika sekitar 60%. Aitcin (2007) menyatakan material yang bersifat silika dan alumina merupakan material sifat pozzolan. Dalam beton, pozzolan merupakan material bersifat sementasi kedua terbanyak yang yang digunakan.

Tulisan ini merupakan hasil penelitian terhadap pemanfaatan abu sabut cangkang sawit sebagai bahan tambah semen untuk meningkatkan kuat tekan mortar.

## Mortar Abu Cangkang Sawit

Peningkatan kuat tekan mortar sebesar 21,88% pada 15% penambahan abu kelapa sawit sebagai bahan pozzolan dilaporkan oleh Muhardi, dkk, (2004). Lerry, dkk (2012) menyebutkan bahwa penggantian sebagian

semen dengan abu cangkang sawit tanpa penyaringan menyebabkan penurunan kuat tekan beton seiring dengan membesarnya persentase abu yang ditambahkan.

### **Mortar**

Menurut SNI 03-6882-2002, mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland), dan air dengan komposisi tertentu. Adapun macam mortar adalah:

1. Mortar lumpur (*mud mortar*) yaitu mortar dengan bahan perekat tanah.
2. Mortar kapur yaitu mortar dengan bahan perekat kapur.
3. Mortar semen yaitu mortar dengan bahan perekat semen.

SNI 03-6882-2002 membagi mortar atas 4 tipe dengan 2 spesifikasi yaitu spesifikasi berdasarkan proporsi dan berdasarkan sifat. Spesifikasi berdasarkan proporsi dapat menggantikan spesifikasi berdasarkan sifat ketika mortar yang dibuat dengan spesifikasi proporsi memenuhi persyaratan dalam spesifikasi sifat. Mortar dengan spesifikasi proporsi haruslah terdiri dari bahan yang bersifat semen, agregat, dan air. Mortar semen pasangan haruslah menggunakan rasio agregat (pengukuran pada kondisi lembab dan gembur) sebesar 2,25 sampai dengan 3 kali volume bahan bersifat semen.

Kuat tekan mortar semen dipengaruhi oleh jumlah semen dalam campuran, faktor air semen, perbandingan volume semen dan pasir serta karakteristik pasir (Wang dan Salmon, 1994). Lebih lanjut disebutkan bahwa faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pembuatan adukan mortar adalah *compactibility* (pemadatan) dan *workability* (kemudahan pekerjaan). *Compactibility* diperoleh ketika adukan dibuat dengan komposisi yang tepat. *Workability* berkaitan erat dengan konsumsi air dan variasi ukuran pasir (gradasi pasir).

Kedua faktor tersebut meningkat ketika adukan bersifat homogen (seragam).

### **Abu Cangkang Sawit**

Abu cangkang sawit merupakan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit yang mengandung banyak silikat. Abu sawit juga mengandung Kation Anorganik seperti Kalium dan Natrium (Graille, 1985).

Pembakaran ulang abu cangkang sawit yang sudah dibakar di pabrik dimaksudkan untuk mengoptimalkan silika yang dihasilkan dan mendapatkan silika berstruktur amorf yang lebih mudah dilebur (Nuryono, dkk, 2004).

Menurut Nugraha dan Antoni (2007) silika reaktif abu sekam padi dapat digunakan sebagai material pozzolan dalam beton. Silika reaktif merupakan silika yang tidak terkristalisasi. Silika ini dihasilkan dari pembakaran dengan dengan temperatur tungku pembakaran tidak melebihi 800° C. Pembakaran sekam padi pada suhu lebih dari 850° C dilaporkan menghasilkan abu yang sudah terkristalisasi menjadi arang dan tidak reaktif lagi sehingga tidak mempunyai sifat pozzolan.

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan abu sabut cangkang sawit dari sisa pembakaran pada tungku pembakaran di Pabrik CPO Daerah Giri Mulya Unit VI Bengkulu Utara. Sebagian besar abu tersebut merupakan abu dari sabut dan cangkang terluar dari kelapa sawit.

Abu sabut cangkang sawit (ACS) selanjutnya dibedakan atas 2 perlakuan yaitu yang dioven dan tidak dioven. ACS yang digunakan adalah ACS yang lolos saringan nomor 200. Variasi persentase penambahan ACS setiap perlakuan sebesar 0; 2,5; 5,0; 7,5; dan 10 dari berat semen. Masing-masing variasi (Tabel 1) terdiri dari 10 benda uji kubus ukuran 50 mm dengan umur pengujian tekan 28 hari.

**Tabel 1.** Jumlah Benda Uji setiap Perlakuan

Uraian Perbandingan Semen dan Pasir	Persentase ACS				
	0	2,5	5,0	7,5	10
ACS tanpa oven					
1:3	10	10	10	10	10
1:5	10	10	10	10	10
ACS yang dioven					
1:3	10	10	10	10	10
1:5	10	10	10	10	10

### Persiapan Abu Sabut Cangkang Sawit

Abu sabut cangkang sawit (ACS) yang digunakan memiliki kadar air sebesar 9,05% dan modulus halus butir sebesar 0,598. Gradasi ACS yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 2. ACS yang digunakan pada seluruh perlakuan adalah ACS yang lolos saringan No. 200.

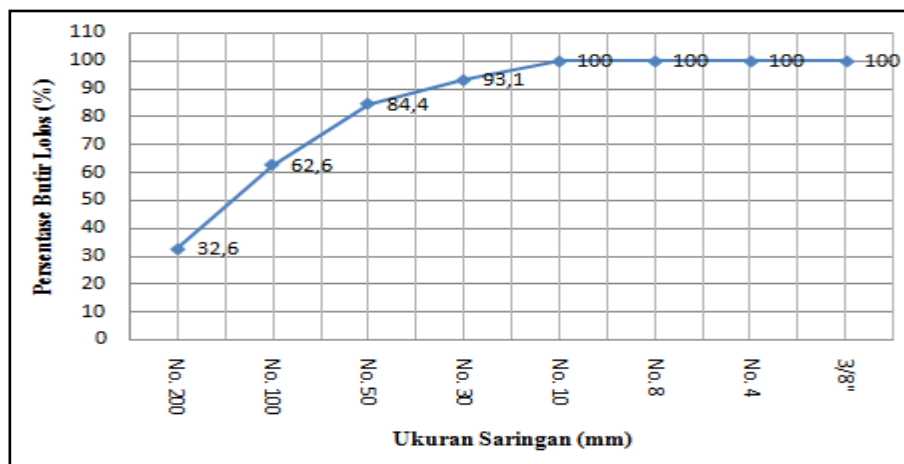
#### *Abu sabut cangkang sawit oven*

Abu sabut cangkang sawit (ACS) dalam penelitian ini dioven dengan suhu 150° C

selama lebih kurang 3 jam. Pembakaran selama 3 jam dirasakan cukup setelah melihat bahwa tidak ada perbedaan berat dan kadar air abu yang dioven selama 3 jam dibandingkan dengan abu yang dioven selama 24 jam.

#### *Abu cangkang sawit tanpa oven*

ACS yang didapat dari pabrik diangin-anginkan hingga dapat disaring dengan ayakan nomor 200.



**Gambar 2.** Grafik Analisa Saringan Abu Cangkang Sawit

### Persiapan Pasir dan Semen

Pasir yang digunakan pada penelitian ini merupakan pasir gunung dengan karakteristik seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I. Pemeriksaan semen dilakukan secara visual meliputi kondisi kemasan yang baik dan butiran semen yang halus dan tidak menggumpal ketika kemasan dibuka.

**Tabel 2.** Karakteristik Pasir yang Digunakan

No	Karakteristik Pasir	Nilai
1	Kadar Air (%)	5,15
2	Kadar Lumpur (%)	3,05
3	MHB (%)	1,52
4	BJ (SSD) (gr/cm <sup>3</sup> )	2,57
5	Absorpsi (%)	1,58
6	Berat Isi (kg/m <sup>3</sup> )	1334,30

### Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Benda uji yang dibuat berjumlah 200 unit kubus berdimensi 50 mm. Jumlah tersebut terdistribusi dalam variasi proporsi semen dan pasir; jenis dan persentase abu yang digunakan (Tabel 1). Perawatan dilakukan dengan merendam kubus mortar dalam air bersih segera setelah cetakan dibuka dan diberi identitas. Uji tekan kubus mortar dilakukan pada usia kubus 28 hari.

Pembuatan benda uji melewati tahapan pengadukan, pengujian konsistensi dan *workability*, pencetakan dan perawatan.

#### **Pengadukan mortar**

Agregat halus dimasukkan pertama kali ke dalam mesin pengaduk, diikuti semen dan kemudian abu cangkang sawit. Selanjutnya air dimasukkan secara perlahan ke dalam mesin pengaduk sampai airnya habis dalam waktu tidak kurang dari 3 menit. Pengadukan dilakukan sampai campuran diperkirakan homogen. Selanjutnya konsistensi adukan diuji menggunakan meja sebar.

#### **Uji meja sebar**

Konsistensi dan *workability* adukan diuji dengan meja sebar sesuai ASTM C270-57T. Nilai konsistensi mortar yang disyaratkan adalah 70% - 115% (Bintang, 2005). Pengujian ini dilakukan untuk mengontrol jumlah air yang digunakan dalam setiap adukan mortar.



a. Kondisi mortar setelah cincin kuningan diangkat



b. Pengukuran nilai sebar

**Gambar 3.** Pengujian Meja Sebar

Pengujian meja sebar (Gambar 3) dilakukan dengan cara memasukkan adukan mortar ke dalam cincin kuningan yang berada di atas meja sebar. Adukan dimasukkan dan dipadatkan dalam tiga lapis. Selanjutnya permukaan diratakan dan cincin kuningan diangkat satu menit kemudian. Segera setelah cincin kuningan diangkat, meja sebar dijatuhkan sebanyak 25 kali ketukan dalam waktu 15 detik. Nilai meja sebar adalah penjumlahan 4 arah garis pada meja sebar dalam satuan persen. Nilai uji meja sebar pada penelitian ini berada diantara 75-105 %.

#### **Pencetakan dan perawatan kubus mortar**

Adukan yang memenuhi syarat konsistensi dicetak. Cetakan dibuka setelah 24 jam, diberi nama dan direndam sampai sehari sebelum pengujian.

#### **Pengujian Tekan Kubus Mortar**

Pengujian kuat tekan dilakukan mengikuti SK SNI 03-6825-2002 setelah benda uji diukur dimensinya. Pengujian dilakukan menggunakan mesin *Cement Compression Machine* kapasitas 250 KN dengan ketelitian 0,5 KN. Beban yang menyebabkan kehancuran kubus mortar dicatat. Nilai kuat

tekan kubus mortar yang menjadi data penelitian ini adalah hasil pembagian beban yang bekerja dengan luas area kubus mortar yang dibebani

### Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan terhadap nilai rerata kuat tekan setiap perlakuan. Pengujian dilakukan dengan analisa varian satu arah dan taraf signifikansi 5%. Selanjutnya data disajikan dalam bentuk grafik.

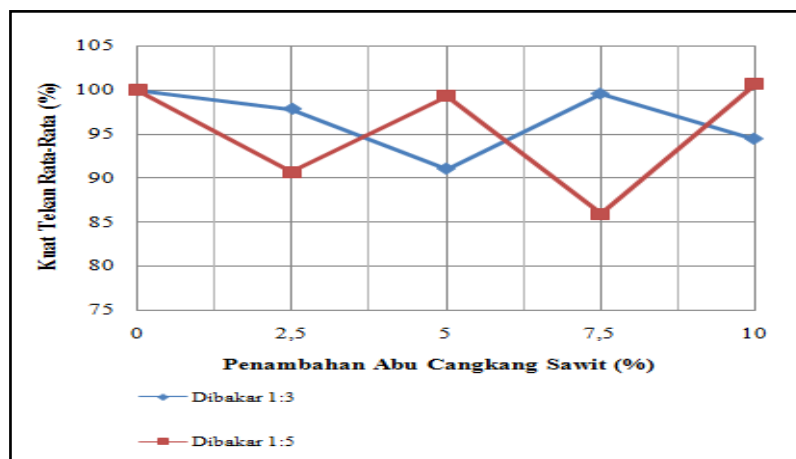
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase rerata kuat tekan mortar yang dibahas disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4 untuk kuat tekan mortar dengan ACS dioven dan Gambar 5 untuk kuat tekan mortar yang menggunakan ACS tanpa dioven.

### Kuat tekan mortar dengan ACS dioven.

Uji anava pada taraf signifikansi 5% terhadap kuat tekan mortar dengan perbandingan semen dan pasir 1:3 menghasilkan nilai F hitung yang lebih kecil dari pada F tabel. Hal ini berarti kenaikan maupun penurunan kuat tekan tersebut tidak bisa disebutkan sebagai akibat dari variasi persentase ACS yang digunakan (Gambar 4). Ini berarti tidak terjadi interaksi/pengaruh variasi penggunaan abu cangkang sawit terhadap kuat tekan mortar 1:3.

Kuat tekan mortar dengan perbandingan semen dan pasir 1:5 menghasilkan uji anava yang signifikan. Ini berarti bahwa perbedaan kuat tekan adalah akibat pengaruh variasi penggunaan abu cangkang sawit (Gambar 5). Pada mortar 1:5 kuat tekan meningkat sebesar 0,66% pada mortar dengan ACS sebesar 10%.



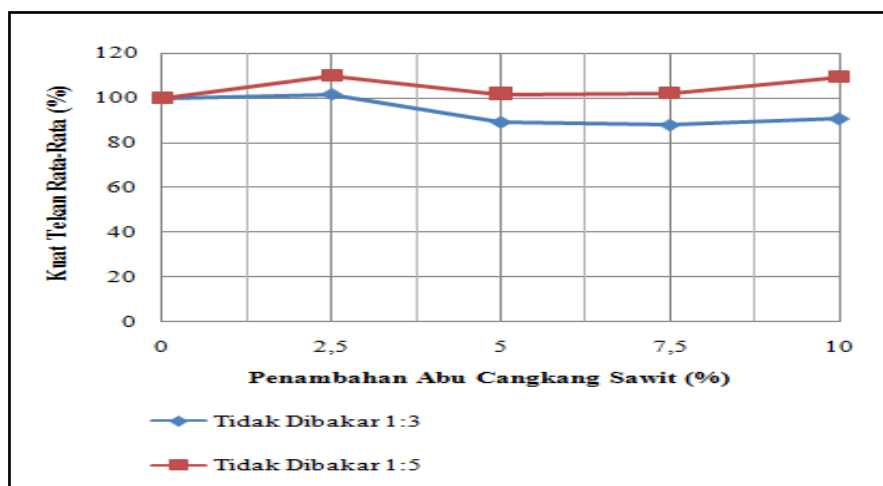
Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Mortar dengan ACS Dioven

### Kuat tekan mortar dengan ACS tidak dioven

Kuat tekan mortar dengan ACS yang tidak dioven merupakan kebalikan dari mortar dengan ACS dioven. Mortar dengan perbandingan semen dan pasir 1:3 menghasilkan uji anava yang signifikan. Sedangkan uji anava terhadap rerata kuat

tekan mortar 1:5 menunjukkan tidak adanya pengaruh variasi persentase ACS terhadap perubahan kuat tekan mortar (Gambar 5).

Kuat tekan mortar 1:3 meningkat sebesar 1,54% dibandingkan dengan mortar tanpa ACS. Peningkatan kuat tekan ini terjadi pada persentase ACS 2,5%.



**Gambar 5.** Grafik Kuat Tekan Mortar dengan ACS Tidak Dioven

## KESIMPULAN

Terdapat keunikan perilaku kuat tekan mortar dalam setiap sampel. Mortar dengan abu cangkang sawit (ACS) yang dioven memiliki sifat yang bertolak belakang dengan mortar yang menggunakan ACS tidak dioven.

Kuat tekan mortar dengan ACS yang dioven signifikan dipengaruhi oleh penggunaan ACS pada mortar dengan proporsi 1:5 dan tidak signifikan pada mortar 1:3, sedangkan kuat tekan mortar dengan ACS yang tidak dioven signifikan dipengaruhi oleh variasi ACS pada mortar 1:3 dan tidak signifikan pada mortar 1:5.

Peningkatan kuat tekan mortar 1:5 dengan ACS dioven mencapai 0,66% pada persentase penambahan ACS 10%. Peningkatan 1,54% kuat tekan mortar 1:3 ACS tidak dioven terjadi pada 2,5% penambahan ACS dibandingkan dengan mortar tanpa ACS.

Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan lebih memperhatikan pengaruh penggunaan air pada campuran setiap adukan.

## DAFTAR PUSTAKA

Aïtcin, P.C. 2007. *Binders for Durable and Sustainable Concrete*. The Taylor & Francis e-Library Published edition.

ASTM Standards. 1992. ASTM C 270, *Mortar Specifications for Mortar for Unit Masonry*. ASTM International, West Conshohocken, PA.

Bintang, T. 2005. *Karakteristik Mekanik Mortar dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.

Graille, J., Lozano, P., Pioch, D. & Geneste, P. 1985. *Essais d'alcoololyse d'huiles Vegetales avec des Catalyseurs Naturels Pour la Production de Carburants Diesel*. *Oleagineux*, 40(5): 271-276.

Laksmi, B. T. 1999. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Kanisius: Jakarta.

Lerry, M., Elhusna, Afrizal, Y. 2012. *Perilaku Kuat Tekan beton dengan Abu Cangkang Sawit sebagai Pengganti Sebagian Semen*. *Jurnal Inersia* Vol 4, No 2, Fakultas Teknik: Universitas Bengkulu.

Muhardi, Sitompul, & Rinaldi. 2004. *Pengaruh Penambahan Abu Sawit Terhadap Kuat Tekan Mortar*. Seminar Hasil Penelitian Dosen, Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau: Pekanbaru.

- Nugraha, P., dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Universitas Kristen Petra: Surabaya.
- Nuryono, Narsito, dan Astuti, E. 2004. *Pengaruh Temperatur Pengabuan Sekam Padi terhadap Karakter abu dan Silika gel Sintetik*. *Review Kimia*,7(2), 67-81.
- Somayaji, S. 2001. *Civil Engineering Material*. Second Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- SK SNI 03-6825-2002. 2002. *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*. BSN.
- SNI 03-6882-2002. *Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan, NSPM Bagian 3, Beton, Semen, Perkerasan Semen*. Edisi Pertama, Departemen Kimpraswil
- Wang, C., & Salmon. C. 1994. *Desain Beton Bertulang*. Jilid 1, Edisi Keempat, Terjemahan Binsar Hariandja, Erlangga: Jakarta.