

PENGARUH MATERIAL DINDING SEMEN ECENG GONDOK TERHADAP PENYERAPAN SUARA (FUNGSI AKUSTIK)

Winodianto Dodi Iffandani

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil UMM (03520044)

ABSTRACT

'Eceng Gondok' was still considered as troubled weeds plant, since the growth was so fast and in 3-4 months able to cover more than 70% water surface.

The research was done in Civil Engineering Laboratory University of Muhammadiyah Malang by prototype placement south area of University of Muhammadiyah Malang stadium. Compound material with 'Eceng Gondok' compound material : glue : cement was 1:1:2.5. Test was done in 3 sound sources 80 dB, 85 dB, and 90 dB.

Test which was done to wall prototype was bounce back sound, escape sound, and sound absorption to eceng gondok wall by comparing to brick wall prototype with similar test. From test and calculation, there found average value for eceng gondok wall was not better in sound absorption with brick wall > eceng gondok wall in sound source 80 dB, 85 dB, and 90 dB found 31.63 > 28.96 dB, 36.64 > 30.06 dB, 39.81 > 29.95 dB. eceng gondok wall was better for escape sound with value brick wall < eceng gondok wall in sound source 80 dB, 85 dB, and 90 dB found 39.86 < 42.46 dB, 39.68 < 46.34 dB, 41.46 < 51.63 dB. And eceng gondok wall could be similar in echo sound with significance 5% at the sound source 80 dB, 85 dB, and 90 dB.

Keywords: cement wall, 'Eceng Gondok', sound absorption (acoustic)

PENDAHULUAN

Kita ketahui bersama dari tahun ke tahun jumlah penduduk semakin bertambah, peningkatan tersebut menyebabkan meningkat pula kebutuhan terhadap perumahan/tempat tinggal yang layak. Penyekat ruang dapat digunakan berupa papan kayu, batako/semen ringan dan lain sebagainya.

Eceng gondok (*Eichhornia Crassipes (mart) Solm*) merupakan tumbuhan air yang sulit diberantas. Namun demikian dibalik sifatnya yang merugikan ternyata eceng gondok memiliki karakter yang unik untuk dikaji. Hal ini merupakan suatu anugerah Allah SWT seperti dalam firman-Nya, "Tidaklah aku ciptakan sesuatu yang tanpa guna, kecuali hanya sedikit pengetahuan yang dimiliki oleh manusia".

Dari kajian awal diketahui tanaman eceng gondok mempunyai kadar serat yang tinggi, sehingga cocok untuk digunakan sebagai bahan baku campuran industri papan semen, papan serat, kertas dan bahan industri lainnya.

Dalam ilmu struktur bahan, bagaimana menciptakan suatu bahan dengan material baru dan

mempunyai karakter yang bermacam-macam adalah suatu yang penting. Akan tetapi, sampai sejauh ini pemanfaatan tanaman eceng gondok sebagai salah satu material bahan baku bangunan belum mendapat perhatian yang serius dari kalangan akademisi dan pemerintah.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian utama dengan judul "Pemanfaatan Batang Eceng Gondok Sebagai Bahan Bangunan (Bata Semen Eceng Gondok)" (Ir. Lukito Prasetyo, MT). Variasi campuran antara batang eceng gondok dan semen digunakan untuk mendapatkan komposisi paling baik terhadap kemampuan menyerap suara.

METODELOGI PENELITIAN

Pengujian akustik material didasarkan pada metode ASTM yang dikembangkan digunakan untuk menentukan besarnya penyerapan (*Absorption*) dari suatu bahan.

Metode penelitian deskriptif ditujukan untuk menjabarkan atau menggambarkan fenomena yang terjadi pada objek peneliti dengan mengkaji bentuk,

aktivitas, perubahan, hubungan, kesamaan dan perbedaan fenomena. Dalam penelitian ini tidak dilakukan manipulasi, hanya menggambarkan suatu kondisi apa adanya.

Metode pengujian menggunakan benda uji berupa sebuah ruang empat persegi panjang yang panjang sisinya relative sama besar. Pengujian dilakukan pada dua ruang yang berbeda. Hasil penyerapan dapat diketahui melalui besarnya frekuensi yang diterima disalah satu ruang (dB) yang dihasilkan melalui suara konstan yang dibunyikan di dalam ruang.

Tempat Dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan pembuatan benda uji ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang dengan tempat pembuatan prototipe disebelah selatan Stadion Universitas Muhammadiyah Malang.

Alat Dan Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam pembuatan bata semen eceng gondok adalah sebagai berikut:

- Semen yang digunakan adalah semen putih merk "Tiga Roda" dan tidak dilakukan pengujian khusus, apabila semen belum mengeras berarti masih bagus.
- Eceng gondok yang digunakan adalah eceng gondok dari Bendungan Sengguruh Kepanjen Malang.
- Lem yang digunakan adalah lem merk "Rajawali"
- Air yang digunakan adalah air PDAM.

Alat yang digunakan adalah :

- Neraca dengan kapasitas 25 kg dan kapasitas 1000 gram.
- Gelas ukur dengan kapasitas 1000 ml.
- Sekop, sendok cekung, dan tempat pencampuran bahan.
- Cetakan dinding semen dengan ukuran ± 120 cm x 60 cm x 7 cm.
- Alat pemadat (*Pressing*) dan perata benda uji.
- Alat penunjang.

Tata cara pelaksanaan dan pengujian material berpedoman pada :

ASTM C 423 – 90a tentang standart test method for measurement of airborne sound sulation in building.

ASTM E 413 – 87 tentang Classification for rating insulation.

ASTM E 90 – 90 tentang standart test method for laboratory measurement of airborne sound transmission lose of building partitions.

Variabel Penelitian

Variabel yang akan diukur adalah sebagai berikut :

- Variabel terikat (Dependent Variable), yaitu variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas. Dalam variabel ini yang menjadi variabel terikat adalah penyerapan suara papan semen eceng gondok.
- Variabel terikat (Independent Variable), yaitu variabel yang nilainya ditentukan oleh peneliti. Dalam variabel ini yang menjadi variabel bebas adalah besar sumber bunyi.

Benda Uji

Campuran benda uji Eceng gondok:Semem:Lem menggunakan komposisi sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya dengan perbandingan Eceng gondok : Lem : Semen yaitu 1 : 1 : 2,5 dengan syarat ukuran yang telah ditentukan adalah Panjang 120cm, lebar 60cm, dan tebal 7cm.

Cara Penelitian

Penelitian akan dilakukan di laboratorium dengan rencana tahapan pelaksanaan :

- Persiapan bahan baku.
Persiapan ini meliputi pemilihan batang eceng gondok, panjang batang yang dipilih diusahakan lebih besar dari 30cm. Selanjutnya diserut untuk memberikan bentuk dan fleksibilitas pada semen.
- Proses pengeringan
Proses ini, eceng gondok dikeringkan diterik matahari sampai tercapai kering.
- Persiapan komposisi bahan

Meliputi penimbangan berat masing-masing material sesuai dengan komposisi yang ditetapkan.

- Pencampuran bahan
Pencampuran antara lem, semen dan eceng gondok, dengan perbandingan yang telah ditentukan menggunakan factor air semen (FAS) sebesar 1,00.
- Penuangan campuran
Penuangan campuran kedalam cetakan benda uji.
- Pengepresan bahan (Pressing)
Pengepresan bahan dilakukan sampai pada ketebalan yang direncanakan dengan pemberian beban ± 200 kg (standart Jayaboard). Selanjutnya dilepas dari pressing ± 24 jam kemudian.
- Pembentukan benda uji
Dalam tahap ini benda uji yang sudah dibuat, dibentuk sesuai dengan ukuran prototipe dengan ukuran 100x100 m².
- Perawatan benda uji
Perawatan dilakukan dengan mengeringkan benda uji dengan suhu ruangan sampai kering.
- Pengujian kemampuan akustik dinding prototype.
- Analisis data hasil pengujian.
- Penyusunan laporan.

Pengujian Akustik Ruang

Pengujian akustik materi ini didasarkan pada metode **ASTM C423-90a** tentang standart test for measurement of airbone sound insulation in building, yang dikembangkan untuk menentukan besarnya penyerapan (absorbtion) akustik dari suatu bahan.

Pengambilan variasi sumber bunyi diambil dari kemampuan alat yang akan dipergunakan sebagai sumber bunyi buatan dengan batasan alat minimal sebesar 80dB dan maksimal sebesar 90dB.

Pengembangan metode ASTM ini merupakan bagian dari seperangkat isolasi suara. Dimana metode ini dirancang untuk mengukur isolasi antara dua ruang atau pemasangan sebuah elemen sekat yang dipasang sebagai interior suatu bangunan. Bagian metode itu menutup transmisi suara dari suatu elemen sekat yang diisolasi dalam suatu ruang, adapun langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

1. Membuat spesimen dinding panel papan semen eceng gondok dengan dimensi 120 x 60 x 7cm. Untuk spesimen plafon panel papan semen eceng berukuran 100 x 100 x 1,5 cm.
2. Membuat dua buah model prototipe ruangan pengujian sebesar 100 x 100cm.
 - Model 1, merupakan ruangan yang terbuat dari dinding dan plafond dari panel papan semen eceng gondok.
 - Model 2, merupakan ruangan dengan bahan dinding dari batu bata dan ploffond dari eternit
3. Pengujian dilakukan dalam 2 tahap yaitu didalam dan diluar ruangan, dimana alat uji (Sound Level / dBmeter) diletakkan di dalam dan di luar bangunan.
4. Sumber bunyi berada pada tengah ruangan dengan dua buah alat Sound Level Meter pada tengah luasan dinding ± 120 cm dari sumber bunyi.
5. Mengukur suara pada saat sunyi pada ruangan dan dalam ruangan.
6. Mengukur suara pada dinding benda uji diluar ruang saat alat penghasil bunyi dihidupkan.
7. Mengukur suara pada dinding benda uji didalam ruang saat alat penghasil bunyi dihidupkan.
8. Nilai akustik dapat diketahui dari selisih suara pada dinding ruangan dan didalam ruang.

Analisa Pengujian Dua Sampel

Pengolahan data menggunakan statistika yang berkaitan dengan pengambilan keputusan, yaitu pengujian hipotesis. Yang merupakan suatu asumsi atau anggapan yang bisa benar atau bisa salah mengenai suatu hal dan dibuat untuk menjelaskan suatu hal tersebut sehingga memerlukan pengecekan lebih lanjut.

(DR. Boediono dan DR. Wayan Koster,2001).

Sampel yang diambil adalah sampel bebas (*independent*) dari kelompok yang berbeda antara satu dengan lainnya dan nilai-nilai yang diperoleh tidak mempunyai pengaruh apapun terhadap nilai-nilai yang diperoleh dari sampel lainnya.

Dalam hal ini hipotesis yang digunakan adalah tentang perbandingan antara material dinding batu bata dan dinding eceng gondok pengaruhnya terhadap Suara lolos (*Transmitted Sound*), Suara pantul

(Reflected Sound), dan Suara serap (Absorbed Sound).

Secara umum, hipotesis-nol yang dapat diambil adalah $H_0: \mu_1 = \mu_2$, sedang hipotesis alternatifnya adalah:

- Alternatif dua sisi $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$
- Alternatif sisi kanan $H_1: \mu_1 > \mu_2$
- Alternatif sisi kiri $H_1: \mu_1 < \mu_2$

$$\bar{X}_1 \quad \bar{X}_2$$

$$\bar{X}_2 \quad \bar{X}_2$$

Persamaan rasio kritis (RK) adalah:

$$RK = (\dots) / (\sigma_{X_1 - X_2})$$

$$\sigma_{X_1 - X_2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{\sigma_2^2}{n_2}\right)}$$

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{\sum X^2}{n}\right) - \left(\frac{\sum X}{n}\right)^2}$$

Statemen yang diperlukan:

Terima H_0 bila $RK = \pm Z_\alpha$

Tolak H_0 bila $RK < -Z_\alpha$ atau

$$RK > Z_\alpha$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan variasi sumber bunyi sebesar 80 dB, 85dB, dan 90dB dari hasil pengujian dan perhitungan dapat dilihat pengaruhnya terhadap Suara lolos (Transmitted Sound), Suara pantul (Reflected Sound), dan Suara serap (Absorbed Sound).

Suara Pantul (Reflected Sound)

Bahwa untuk sumber bunyi sebesar 80 dB didapat nilai suara pantul maksimal pada dinding batu bata sebesar 10.13 dB dengan nilai minimal sebesar 6.40 dB, sedangkan pada dinding eceng gondok nilai

maksimal sebesar 10.83 dB dengan nilai minimal 6.47 dB.

Bahwa untuk sumber bunyi sebesar 85 dB didapat nilai suara pantul maksimal pada dinding batu bata sebesar 10.97 dB dengan nilai minimal sebesar 6.43 dB, sedangkan pada dinding eceng gondok nilai maksimal sebesar 10.20 dB dengan nilai minimal 6.37 dB.

Bahwa untuk sumber bunyi sebesar 90 dB didapat nilai suara pantul maksimal pada dinding batu bata sebesar 10.70 dB dengan nilai minimal sebesar 6.47 dB, sedangkan pada dinding eceng gondok nilai maksimal sebesar 9.90 dB dengan nilai minimal 6.53 dB.

a. Besarnya suara pantul dinding batu bata dan dinding eceng gondok yang dihasilkan bervariasi pada setiap waktu pengujian, secara keseluruhan dapat dilihat dari grafik hubungan suara pantul terhadap waktu pengujian, namun dalam permasalahan ini perlu adanya uji statistik yang menyatakan hipotesis bahwa nilai dinding batu bata sama dengan dinding eceng gondok dengan hipotesis alternatif nilai dinding batu bata lebih besar atau lebih kecil dibanding dinding eceng gondok dalam permasalahan uji suara pantul.

b. Dari hasil pengujian statistik didapat:

- Pada sumber bunyi 80 db, nilai statistik pada uji $RK = -0,82$ berada di daerah penerimaan H_0 , yaitu $Z_{0,05} = 1,645 > RK = -0,82 > -Z_{0,05} = -1,645$, maka hipotesis nol $H_0: \mu_1 = \mu_2$ diterima dan hipotesis alternatif $H_1: \mu_1 > \mu_2$ ditolak. Artinya pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua jenis dinding batu bata dengan dinding eceng gondok. Jadi hipotesis statistik $H_0: \mu_1 = \mu_2$ yang menyatakan nilai pantul untuk dinding eceng gondok sama dengan dinding batu bata dapat diterima.
- Pada sumber bunyi 85 db, nilai statistik pada uji $RK = 0,79$ berada di daerah penerimaan H_0 , yaitu $Z_{0,05} = 1,645 > RK = 0,79 > -Z_{0,05} = -1,645$, maka hipotesis nol $H_0: \mu_1 = \mu_2$ diterima dan hipotesis alternatif $H_1: \mu_1 > \mu_2$ ditolak. Artinya pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, tidak ada perbedaan yang signifikan antara

kedua jenis dinding batu bata dengan dinding eceng gondok. Jadi hipotesis statistik $H_0: \mu_1 = \mu_2$ yang menyatakan nilai pantul untuk dinding eceng gondok sama dengan dinding batu bata dapat diterima.

- Pada sumber bunyi 90 db, nilai statistik pada uji $RK = 3,78$ berada di daerah penolakan H_0 , yaitu $RK = 3,78 > 1,645 = Z_{0,05}$, maka hipotesis nol $H_0: \mu_1 = \mu_2$ ditolak dan hipotesis alternatif $H_1: \mu_1 < \mu_2$ diterima. Artinya pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, ada perbedaan yang signifikan antara kedua jenis dinding batu bata dengan dinding eceng gondok. Jadi hipotesis statistik $H_1: \mu_1 > \mu_2$ yang menyatakan nilai pantul untuk dinding eceng gondok lebih kecil dibanding dinding batu bata dapat diterima.

Suara Lolos (Transmitted Sound)

Bahwa untuk sumber bunyi sebesar 80 dB didapat nilai suara lolos maksimal pada dinding batu bata sebesar 43.46 dB dengan nilai minimal sebesar 36.10 dB, sedangkan pada dinding eceng gondok nilai maksimal sebesar 43.89 dB dengan nilai minimal 39.39 dB.

Bahwa untuk sumber bunyi sebesar 85 dB didapat nilai suara lolos maksimal pada dinding batu bata sebesar 43.83 dB dengan nilai minimal sebesar 35.70 dB, sedangkan pada dinding eceng gondok nilai maksimal sebesar 49.28 dB dengan nilai minimal 42.59 dB.

Bahwa untuk sumber bunyi sebesar 90 dB didapat nilai suara lolos maksimal pada dinding batu bata sebesar 47.04 dB dengan nilai minimal sebesar 36.22 dB, sedangkan pada dinding eceng gondok nilai maksimal sebesar 56.21 dB dengan nilai minimal 45.92 dB.

- Untuk tiap-tiap sumber bunyi 80 dB, 85 dB, dan 90 dB besarnya suara lolos dinding batu bata dan dinding eceng gondok yang dihasilkan bervariasi pada setiap waktu pengujian, namun secara keseluruhan dapat dilihat dari grafik bahwa untuk setiap waktu pengujian rata-rata nilai suara lolos yang

dihasilkan oleh dinding bata relatif lebih kecil dibanding dinding eceng gondok.

Dengan kata lain suara lolos dinding bata (tanpa plesteran) dapat dikatakan tidak lebih baik dibandingkan suara lolos pada dinding eceng gondok, karena material dinding eceng gondok lebih berpori dari pada dinding batu bata, hal tersebut yang memungkinkan besarnya suara lolos pada dinding eceng gondok.

Penyerapan Suara (Absorbed Sound)

Bahwa untuk sumber bunyi sebesar 80 dB didapat nilai penyerapan maksimal pada dinding batu bata sebesar 34.33 dB dengan nilai minimal sebesar 29.21 dB, sedangkan pada dinding eceng gondok nilai maksimal sebesar 31.74 dB dengan nilai minimal 25.44 dB.

Bahwa untuk sumber bunyi sebesar 85 dB didapat nilai penyerapan maksimal pada dinding batu bata sebesar 39.83 dB dengan nilai minimal sebesar 33.54 dB, sedangkan pada dinding eceng gondok nilai maksimal sebesar 33.34 dB dengan nilai minimal 26.02 dB.

Bahwa untuk sumber bunyi sebesar 90 dB didapat nilai penyerapan maksimal pada dinding batu bata sebesar 44.01 dB dengan nilai minimal sebesar 35.26 dB, sedangkan pada dinding eceng gondok nilai maksimal sebesar 37.55 dB dengan nilai minimal 23.89 dB.

- Untuk tiap-tiap sumber bunyi 80 dB, 85 dB, dan 90 dB besarnya penyerapan suara dinding batu bata dan dinding eceng gondok yang dihasilkan bervariasi pada setiap waktu pengujian, namun secara keseluruhan dapat dilihat dari grafik bahwa untuk setiap waktu pengujian rata-rata nilai penyerapan suara yang dihasilkan oleh dinding bata relatif lebih besar dibanding dinding eceng gondok.

Dengan kata lain penyerapan dinding bata (tanpa plesteran) dapat dikatakan lebih baik dibandingkan penyerapan pada dinding eceng gondok, hal ini dimungkinkan karena dinding bata (tanpa plesteran) mempunyai rongga-rongga pada setiap pasangan bata atau pengikat spesi pada bata yang lebih banyak dibandingkan pada dinding eceng gondok.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan perhitungan, maka dapat disimpulkan :

1. Untuk nilai rata-rata tiap-tiap sumber bunyi 80 dB, 85 dB, dan 90 dB besarnya penyerapan suara dinding batu bata dan dinding eceng gondok didapat :

$31.63 > 28.96$ dB, $36.64 > 30.06$ dB, dan $39.81 > 29.95$ dB.

Penyerapan dinding bata (tanpa plesteran) didapat nilai yang lebih tinggi dibandingkan penyerapan pada dinding eceng gondok, hal ini dimungkinkan karena dinding bata (tanpa plesteran) mempunyai rongga-rongga pada setiap pasangan bata atau pengikat spesi pada bata yang lebih banyak dibandingkan pada dinding eceng gondok.

2. Untuk nilai rata-rata tiap-tiap sumber bunyi 80 dB, 85 dB, dan 90 dB besarnya suara lolos dinding batu bata dan dinding eceng gondok didapat :

$39.86 < 42.46$ dB, $39.68 < 46.34$ dB, dan $41.46 < 51.63$ dB

Suara lolos dinding bata (tanpa plesteran) didapat kecil dibandingkan suara lolos pada dinding eceng gondok, karena material dinding eceng gondok lebih berpori dari pada dinding batu bata, hal tersebut yang memungkinkan besarnya suara lolos pada dinding eceng gondok.

3. Dari hasil pengujian statistik didapat :

- Pada sumber bunyi 80 db, nilai statistik pada uji RK = -0,82 berada di daerah penerimaan H_0 , yaitu $Z_{0,05} = 1,645 > RK = -0,82 > -Z_{0,05} = -1,645$, maka hipotesis nol $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ diterima dan hipotesis alternatif $H_1 : \mu_1 > \mu_2$ ditolak. Artinya pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua jenis dinding batu bata dengan dinding eceng gondok. Jadi hipotesis statistik $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ yang menyatakan nilai pantul untuk

dinding eceng gondok sama dengan dinding batu bata dapat diterima.

- Pada sumber bunyi 85 db, nilai statistik pada uji RK = 0,79 berada di daerah penerimaan H_0 , yaitu $Z_{0,05} = 1,645 > RK = 0,79 > -Z_{0,05} = -1,645$, maka hipotesis nol $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ diterima dan hipotesis alternatif $H_1 : \mu_1 > \mu_2$ ditolak. Artinya pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua jenis dinding batu bata dengan dinding eceng gondok. Jadi hipotesis statistik $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ yang menyatakan nilai pantul untuk dinding eceng gondok sama dengan dinding batu bata dapat diterima.
- Pada sumber bunyi 90 db, nilai statistik pada uji RK = 3,78 berada di daerah penolakan H_0 , yaitu $RK = 3,78 > 1,645 = Z_{0,05}$, maka hipotesis nol $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ ditolak dan hipotesis alternatif $H_1 : \mu_1 < \mu_2$ diterima. Artinya pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, ada perbedaan yang signifikan antara kedua jenis dinding batu bata dengan dinding eceng gondok. Jadi hipotesis statistik $H_1 : \mu_1 > \mu_2$ yang menyatakan nilai pantul untuk dinding eceng gondok lebih kecil dibanding dinding batu bata dapat diterima.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriati, A.H 2000, Pemanfaatan Limbah Kayu Untuk Bahan Bangunan (Laporan Proyek), Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonimous, 1982, Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982), Pusat penelitian dan Pengembangan PU, BAndung.
- ASTM, 423-90a, Standart Test Method for Sound absorption and soun absorption coefficients by the reverberation room method.
- Joidodibroto, R. 2001, Prospek Pemanfaatan Eceng Gondok dalam Industri Pulp dan Kertas, Jurnal Edisi Maret 2001, Volume XIX No. 1. Balai Penelitian Pulp Balai Besar Selulosa, Bandung.

Leslie L. Doelle 1990, Akustik Lingkungan, Institut Teknologi 10 November Surabaya, Erlangga

Moenandir, J. 1990, Pengendalian Gulma (Ilmu Gulma-Buku 1), Universitas Brawijaya, Rajawali Press, Jakarta.

Neville, A.M 1981, Properties of Concrete, Longman Scientific & Technical, New York.

Sastroutomo, S. 1990, Ekologi Gulma, Gramedia, Jakarta.

Sipon, M.. 2001, Pemanfaatan Abaca (batang pisang hutan), Tandan Kosong Sawit, Eceng Gondok dan Batang Kenaf sebagai bahan baku industri Kertas Uang, Kertas Koran, Tissue, Karton/ Kardus, Papan Partikel, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Universitas Mulawarman, Samarinda.

Supriyanto, H. 2000, Kajian Eceng Gondok sebagai Bahan Baku Industri dan Penyelamatan Lingkungan Hidup di Daerah Perairan, Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda.