

## KARAKTERISASI MATERIAL KOMPOSIT POLIMER POLISTYRENE DAN SERAT TEBU

<sup>1)</sup> **Faidliyah Nilna Minah**, <sup>2)</sup> **Siswi Astuti**, <sup>3)</sup> **Endah Kusuma Rastini**

<sup>1,2)</sup> Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

<sup>3)</sup> Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

### ABSTRAK

Pembuatan Komposit Plafon memiliki acuan mutu berupa kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur, hal ini mengacu pada SNI 03-2105. Kekuatan tekan merupakan kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya. Sebaliknya kekuatan Tarik adalah tegangan maksimum yang bias ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Penelitian ini diharapkan dapat menentukan komposisi terbaik dengan metode eksperimen dari variasi komposisi bahan. Benda uji yang dibuat terbuat dari semen dan agregat, dengan agregat campuran dari serat tebus dan styrofoam. Variasi yang digunakan adalah 60%, 70%, 80%, 90% Semen dari total massa benda uji. Serta variasi dari agregat yaitu antara SeratTebu dan Styrofoam 60:40, 70:30, 80:20, dan 90:10. Analisa kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur dilakukan setelah umur 14 hari. Rasio perbandingan agregat (styrofoam dan serat tebu) yang optimal sebagai plafon komposit, mempunyai kelebihan masing masing pada kekuatan materialnya. Untuk komposisi (80:20)% pada kekuatan tarik dan kekuatan lentur, sedangkan untuk komposisi (70:30)% pada kekuatan tekan nya.

Kata kunci : Komposit, plafon, agregat styrofoam-serat tebu, kuat tekan, kuat tarik

**P**olimer merupakan bahan yang sangat bermanfaat dalam berbagai bidang, khususnya dalam industri konstruksi. Baik berdiri sendiri, maupun bergabung dengan material lainnya membentuk komposit. (Ratni Kartini et al, 2002). Salah satu Industri kecil yang bergerak dalam bidang produksi bahan bangunan adalah industri kecil plafon. Bahan baku yang digunakan terdiri dari semen, asbes, dan majun. Asbes merupakan bahan tambang umumnya masih diimpor dengan harga mahal dan berbahaya bagi kesehatan. Sedangkan majun umumnya dipakai pabrik - pabrik plafon yang berdekatan dengan industri tekstil, sehingga pengadaannya terbatas, oleh karena itu perlu dicari alternatif bahan serat pengganti asbes yang pengadaannya cukup mudah (Nasirwan et al, 2003).

Ampas tebu sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antaran, 7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu ini dapat diolah menjadi papan buatan. Bagase mengandung air 48 - 52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7%. Serat bagase tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin (Husin dalam Syaiful, 2008). Ampas tebu juga digunakan sebagai komposit dalam pembuatan bodi kendaraan dengan basis green composite oleh Mastariyanto et al, 2015. Pemanfaatan serat

alam untuk pembuatan material komposit telah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain, Ratni Kartika et al, 2002 membuat komposit dengan menggunakan serat pisang dan serat ijuk. Sedangkan peneliti Adhi Kusumastuti, 2009 menggunakan serat sisal dalam pembuatan kompositnya. Di industri otomotif juga sedang diteliti penggunaan serat daun nanas yang selama ini daun nanas hanya sebagai limbah saja. Penelitian ini dilakukan oleh Teuku Rihayat et al, 2011.

Salah satu sampah anorganik yang sulit terurai, antara lain styrofoam. Untuk menguraikannya diperlukan waktu yang cukup lama lebih dari satu juta tahun. Dengan waktu yang begitu lama untuk terurai, ditambah lagi sampah baru maka kumpulan sampah itu akan tidak terkontrol. Untuk itu harus ada solusi bagaimana cara mengurangi sampah tersebut, salah satunya dengan digunakan kembali, yakni sebagai material bangunan (Cindy, 2011).

Tiurma (2009), meneliti pembuatan batako ringan yang terbuat dari Styrofoam - semen dari hasil pengujian menunjukkan bahwa batako ringan dengan variabel terbaik adalah 80 % Styrofoam dan 20 % pasir. Dengan hasil uji densitas 0.91 gr/cm<sup>3</sup>, penyerapan air 10,4 %, kuat tekan 2,8 MPa, kuat tarik 0,21 MPa, dan kuat patah 0,6 MPa. Berdasarkan latar belakang diatas kami bermaksud untuk meneliti bagaimana karakteristik Komposit dari Campuran Agregat (Serat Tebu dan Styrofoam)

dan Semen Styrofoam memiliki berat jenis sampai 1050 kg/m<sup>3</sup>, kuat tarik sampai 40 MN/m<sup>2</sup>, modulus lentur sampai 3 GN/m<sup>2</sup>, modulus geser sampai 0,99 GN/m<sup>2</sup>, angka poisson 0,33 (Crawford dalam Tiurma, 2009).

Penelitian komposit plafon banyak berkembang. Rizky *et al* (2012), membuat plafon yang dibuat dengan pemanfaatan ampas tebu dan perekat polyester dengan variasi komposisi. Sifat-sifat plafon yang dianalisis yaitu sifat fisis meliputi daya serap air, densitas dan sifat mekanisnya meliputi uji impak, uji tarik dan uji kuat lentur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat fisis (densitas 1,41gr/cm<sup>3</sup>, daya serap air 11,54 %) pada komposisi 4 gr serbuk ampas tebu adalah hasil terbaik. Dari pengujian sifat mekanik (uji tarik 3058,6 kPa, uji kuat lentur 17,01 MPa dan uji impak 2 Kj/m<sup>2</sup>). Dari seluruh pengujian specimen, komposisi 8:8 yang memiliki sifat mekanik terbaik yang memenuhi standar SNI 03-2105 (1996) sehingga komposisi 8:8 dapat digunakan sebagai plafon. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan maka masih sangat perlu dikembangkan penelitian yang mengembangkan komposit polimer dengan paduan serat alam dan dianalisa bagaimana kuat tekan dan tariknya

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rasio perbandingan semen dan agregat (styrofoam dan serat tebu) yang optimal sebagai plafon komposit. Dan untuk menemukan perbandingan pada agregat (styrofoam dan serat tebu) yang optimal, serta mengetahui sifat mekanik plafon komposit

### Plafon

Plafon merupakan produk bahan bangunan dibuat dari campuran semen dengan tepung batu gamping atau asbes yang digunakan sebagai langit-langit rumah. Plafon dikenal juga dengan sebutan plasterboard. Plafon dapat dicetak sesuai dengan motif yang dibuat, sehingga akan tampak lebih menarik. Sebagai langit-langit rumah selain plafon/asbes, juga digunakan gypsum dan triplek. Dibandingkan dengan gypsum dan triplek, harga plafon/asbes jauh lebih murah sehingga banyak digunakan terutama untuk perumahan sederhana, sedangkan gypsum dan triplek lebih banyak digunakan pada perumahan mewah. Proses pembuatan plafon relatif mudah untuk dilakukan dan tidak memerlukan persyaratan khusus lokasi. Tenaga kerja yang

dibutuhkanpun tidak memerlukan spesifikasi/keahlian khusus. Karena itu usaha pembuatan plafon hampir merata dapat dilakukan di seluruh wilayah Indonesia yang memiliki sumber bahan baku batu gamping/asbes (Dwi *etal*, 2013).

### Komposit

Komposit merupakan bahan yang terdiri dari dua atau lebih bahan terpisah yang digabungkan secara makroskopis (Gibson dalam Dwi *et al*, 2013). Termasuk dalam kelompok ini bahan yang diberi lapisan, bahan yang diperkuat dan kombinasi bahan lain yang memanfaatkan sifat khusus dari beberapa bahan yang ada. Material komposit merupakan gabungan dari bahan penguat dan bahan pengikat atau matriks (Vlack dalam Dwi *etal*, 2013). Secara umum definisi daripada komposit adalah bahan yang terbuat dari bagian- bagian atau material yang berbeda. Komposit terdiri dari dua bahan penyusun, yaitu bahan utama sebagai bahan pengikat dan bahan pendukung sebagai penguat. Bahan utama membentuk matrik dimana bahan penguat ditanamkan di dalamnya. Bahan penguat dapat berbentuk serat, partikel, serpihan atau juga dapat berbentuk yang lain (Gurdal dalam Dwi *etal*, 2013). Pada umumnya sifat-sifat komposit ditentukan oleh beberapa faktor (Groover dalam Dwi *et al*, 2013) antara lain : Jenis bahan-bahan penyusun, bentuk geometris dan struktur bahan-bahan penyusun, rasio perbandingan bahan-bahan penyusun, daya lekat antara bahan-bahan penyusun dan orientasi bahan penguat serta proses pembuatannya. Dari bentuk jadinya, komposit dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian, yaitu : Komposit Partikel, komposit Serpihan (Flake Composites), komposit Serat dan komposit Laminat.

### Ampas tebu

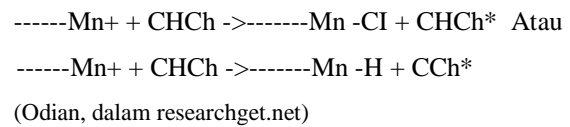
Tebu (*saccharum officinarum*) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Umur tanaman sejak ditanam sampa panen mencapai kurang lebih satu tahun. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di Pulau Jawa dan Sumatra (Anonim dalam Syaiful, 2008). Ampas tebu adalah hasil samping dari proses ekstraksi. Sebagian besar mengandung *lingo-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu ini dapat

memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan buatan. Ampas tebu mengandung air 48% sampai 52%, gula rata-rata 47,7%. Serat tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin (husin dalam Syaiful, 2008).

**Styrofoam (Expandable Polystyrene)**

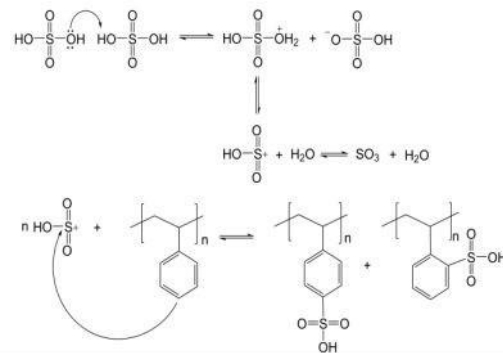
Salah satu sampah anorganik yang sulit terurai, antara lain styrofoam. Untuk menguraikannya diperlukan waktu yang cukup lama lebih dari satu juta tahun. Dengan waktu yang begitu lama untuk terurai, ditambah lagi sampah baru maka kumpulan sampah itu akan tidak terkontrol. Untuk itu harus ada solusi bagaimana cara mengurangi sampah tersebut, salah satunya dengan digunakan kembali, yakni sebagai material bangunan. Styrofoam atau yang dikenal dengan *Expandable polystyrene* (EPS) adalah suatu material yang terbuat ekspansi polystyrene beads (butir polistiren) yang dibuat dengan cara dicetak (moulding). Istilah *expandable polystyrene* sering kali disamakan dengan *extruded polystyrene*. Kedua material ini sebenarnya berbeda, *Expandable polystyrene* terbuat dari polystyrene beads (butir) sedangkan *extruded polystyrene* terbuat dari polystyrene foam. Dari pembuatannya juga berbeda, *expandable polystyrene* dibuat dengan proses molding, sedangkan *extruded polystyrene* dibuat dengan proses ekstrusi. *Expandable polystyrene* diciptakan oleh BASF (sebuah pabrik chemical) pada tahun 1951 dan sekarang EPS diproduksi dari bahan mentah dengan biaya seefektif mungkin sebagai produk pembungkus (packaging) yang efisien. Styrofoam dibedakan berdasarkan bentuknya antara lain box berrongga, box dengan pola, lembaran, balok, butiran. Sebagai studi kasus sebuah proyek di Aso Farm Land Village, Kyushu, Jepang, yang berjudul Styrofoam Dome House merupakan unit-unit hunian resort moduler dengan diameter 7 m, tahan api, gempa, dan badai. Dinding luar unit-unit bangunan ini bermaterialkan styrofoam setebal 7 inch. Didirikan dengan sistem moduler membuat pendirian/ pemasangan lebih cepat. Dengan material styrofoam tersebut, unit hunian ini memiliki insulasi termal yang cukup baik hingga dapat menghemat energi sampai 90%, tidak membutuhkan pemanas di musim dingin atau pendingin ruang di musim panas secara berlebihan. Selain itu dengan material styrofoam juga memiliki kelebihan lain yaitu tidak berkarat, tidak busuk, tidak menarik

rayap, juga tahan gempa karena keringannya sehingga beban bangunan itu sendiri lebih kecil. Dari studi kasus ini terbukti bahwa styrofoam cocok digunakan sebagai material pada bangunan (Cindy, 2011). Proses pengolahan Styrofoam membutuhkan tiga bahan utama yaitu Styrofoam, chlorofoam, dan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) Proses pengolahan styrofoam termasuk sulfonasi polistyrena. Sebelum ditambahkan asam sulfat atau proses sulfonasi, Styrofoam harus dilelehkan dengan chloroform. Tujuan dari melelehkan Styrofoam untuk mengaktifkan monomer stirena. Dalam radikal bebas monomer styrene, chloroform bertindak sebagai rantai transfer agent, dengan reaksi sebagai berikut:



Proses pengolahan styrofoam termasuk sulfonasi polistyrena. Sebelum ditambahkan asam sulfat atau proses sulfonasi, Styrofoam harus dilelehkan dengan chloroform. Tujuan dari melelehkan Styrofoam untuk mengaktifkan monomer stirena. Setelah monomer aktif saat proses sulfonasi bertujuan agar monomer stirena yang aktif dapat mengikat ion SO<sub>3</sub><sup>-</sup> dari asam sulfat.

Bahan polimer yang telah tersulfonasi dianggap senyawa makromolekul yang mengandung gugus sulfonic-SO<sub>3</sub>H dengan sifat kimia dan mekanik yang disukai sehingga banyak diaplikasikan dalam industri seperti untuk bahan penukar ion, membrane untuk ultrafiltrasi dan plasticizer untuk komposit konduktif (wordpress.com).



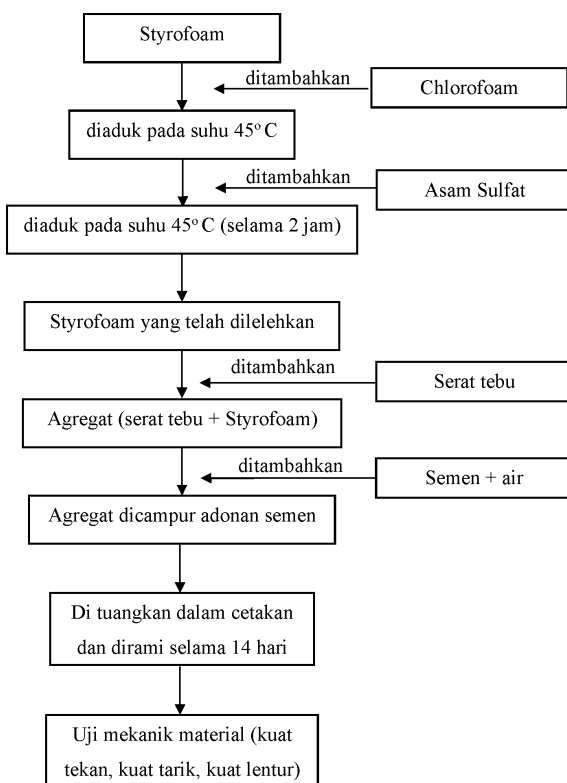
Gambar 1. reaksi sulfonasi

## Semen

Semen adalah bahan anorganik yang mengeras pada pencampuran dengan air atau larutan garam. Contoh khas adalah semen Portland. Semen Portland adalah material yang mengandung paling tidak 75% kalsium silikat, sisanya tidak kurang dari 5% berupa Al silikat, Al feri silikat, dan MgO (Hanera dalam Tiurma, 2009). Untuk menghasilkan semen Portland, bahan berkapur dan lempung dibakar sampai meleleh sebagian untuk membentuk klinker yang kemudian dihancurkan, digeruskan dan ditambah dengan gips dalam jumlah yang sesuai. Ada banyak semen Portland dan mempunyai sifat berbeda- beda.

## METODE

Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan cara menganalisa data menggunakan metode grafik. Dengan diagram alir penelitian dan beberapa komponen variabel yang dilakukan adalah :



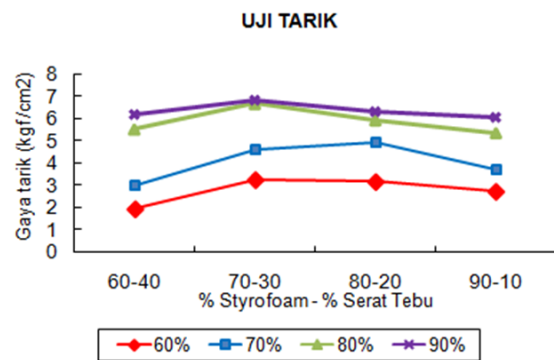
## Variabel Tetap:

- Chloroform 5 ml / gr styrofoam
- asam sulfat kadar 80 % dengan komposisi 2ml / gr styrofoam
- Berat total per variabel 500 gr
- Jenis Semen portland Tipe I

## Variabel Berubah:

- Komposisi semen dan agregat: 60:40, 70: 30, 80:20, 90:10 % massa.
- Komposisi agregat (Styrofoam dan serat tebu): 60:40, 70: 30, 80:20, 90:10 % massa

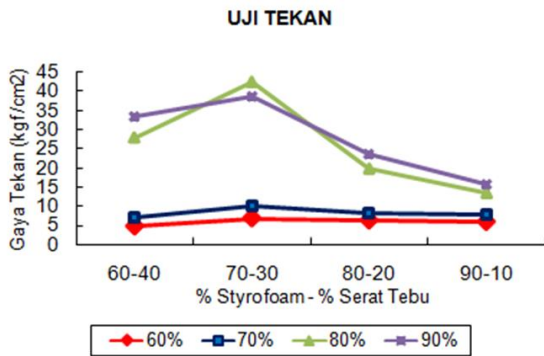
## Hasil Pembahasan.



Gambar 2. Gaya tarik (kgf/ cm<sup>2</sup>) terhadap agregat (% Styrofoam : % serat tebu) pada % semen ( ◆ = 60 %, ■ = 70 %, ▲ = 80 %, ✱ = 90%).

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa untuk perbandingan semen terhadap agregat (% Styrofoam: % serat tebu) untuk semen 60%, nilai tertinggi pada agregat (70:30)%, dengan nilai uji tarik 3,59 kgf/cm<sup>2</sup>. Untuk semen 70%, nilai tertinggi pada agregat (80:20)%, dengan nilai uji tarik 4,94 kgf/cm<sup>2</sup>. Untuk semen 80%, nilai tertinggi pada agregat (70:30)%, dengan nilai uji tarik 7,28 kgf/cm<sup>2</sup>. Untuk % semen 90%, nilai tertinggi pada agregat (70:30)%, dengan nilai uji tarik 6,37 kgf/cm<sup>2</sup>.

Hal ini menunjukkan bahwa untuk uji tarik, nilai optimal komposisi perbandingan semen terhadap agregat (% Styrofoam : % serat tebu) adalah 90% semen dengan agregat 10% (70% styrofoam : 30% serat tebu). untuk nilai uji tarik pada komposisi optimal ini juga memenuhi standar SNI 03-2105-2006 ( > 3.1 kgf/cm<sup>2</sup>) yaitu 6,37 kgf/cm<sup>2</sup>. Kuat tarik plafon semakin meningkat jika campuran Styrofoam dengan serat tebu berkisar antara (60:40)% sampai (70:30)%. Sedangkan untuk campuran antara (70:30)% sampai (90:10)% nilai kuat tarik plafon semakin menurun.



Gambar 3. Gaya tekan (kgf/ cm<sup>2</sup>) terhadap agregat (% Styrofoam : % serat tebu) pada % semen ( —♦— = 60 %, —■— = 70 %, —▲— = 80 %, —✱— = 90%).

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa untuk perbandingan semen terhadap agregat (% Styrofoam: % serat tebu) untuk semen 60%, nilai tertinggi pada agregat (70:30)%, dengan nilai uji tekan 6,7 kgf/cm<sup>2</sup>. Untuk semen 70%, nilai tertinggi pada agregat (70:30)%, dengan nilai uji tekan 9,8 kgf/cm<sup>2</sup>. Untuk semen 80%, nilai tertinggi pada agregat (70:30)%, dengan nilai uji tekan 42,40 kgf/cm<sup>2</sup>.

Untuk % semen 90%, nilai tertinggi pada agregat (60:40)%, dengan nilai uji tekan 38,55 kgf/cm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa untuk uji tekan, nilai optimal komposisi perbandingan semen terhadap agregat (% Styrofoam : % serat tebu) adalah 80% semen dengan agregat 20% (60% styrofoam : 40% serat tebu). Dari grafik 3. dapat dilihat bahwa penambahan serbuk serat tebu dapat mempengaruhi kuat tekan dari sampel (Rizky *et al*, 2012). Nilai maksimum kuat tekan yang diperoleh adalah 42,40 kgf/cm<sup>2</sup>. Kuat tekan plafon semakin meningkat jika campuran Styrofoam dengan serat tebu berkisar antara (60:40)% sampai (70:30)%.

## KESIMPULAN

1. Rasio perbandingan semen dan agregat (styrofoam dan serat tebu) yang optimal sebagai plafon komposit adalah (80:20)%.
2. Rasio perbandingan agregat (styrofoam dan serat tebu) yang optimal sebagai plafon komposit, mempunyai kelebihan masing masing pada kekuatan materialnya. Untuk komposisi (80:20)% pada kekuatan tarik dan kekuatan lentur, Untuk komposisi (70:30)% pada kekuatan tekan nya.
3. Kuat lentur plafon semakin meningkat jika campuran Styrofoam dengan serat tebu

berkisar antara (60:40)% sampai (70:30)%. Sedangkan untuk campuran antara (80:20)% sampai (90:10)% nilai kuat lentur plafon semakin menurun.

Kuat tarik plafon semakin meningkat jika campuran Styrofoam dengan serat tebu berkisar antara (60:40)% sampai (70:30)%. Sedangkan untuk campuran antara (80:20)% sampai (90:10)% nilai kuat tarik plafon semakin menurun. Kuat tekan plafon semakin meningkat jika campuran Styrofoam dengan serat tebu berkisar antara (60:40)% sampai (70:30)%. Sedangkan untuk campuran antara (80:20)% sampai (90:10)% nilai kuat lentur plafon semakin menurun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, <http://www.wordpres.com> [diakses 23 September 2014],
- Adhi Kusumastuti, 2009. *Aplikasi Serat Sisal Sebagai Komposit Polimer*. Jurnal kompetensi Teknik Vol 1, No.1 November 2009
- Cindy, T. 2011. *Keefektifan Styrofoam Sebagai Material Kulit Bangunan Menginsulasi Panas*. Palembang: Presiding Seminar Nasional AVoER ke-3. Program Sarjana Universitas Tarumanegara Jakarta.
- Dwi, K., Tarkono, Harnowo, S. 2013, *Utilization Of Fiber And Shell Particles Palm Oil As Substitute Materials In Producing Eternite Ceiling*. Jurnal FEMA. Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Febrina, FL, Hartatiek, Yudyanto. 2013. *Sintesis Komposit Polystyrene/Karbon (Ps/C) Berbasis Arang Kayu Jati dengan Variasi Komposisi dan Pengaruhnya Terhadap Porositas, Konduktivitaslistrik, dan Mikrostruktur*. Malang: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Mastariyanto Perdana, Romi P, 2015, *Pengaruh Fraksi Volume Penguat Terhadap Kekeuatan Lentur Green Composite Untuk Aplikasi Pada Bodi Kendaraan*. Fakultas Teknologi Industri , Institut Teknologi Padang
- Nasirwan, yanziwar, hendra. 2003. *Pulp Jerami sebagai Bahan Serat dalam Pembuatan Eternit*. Padang: Jurnal R & B. Volume 3 Nomor 1. Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang.
- Ratni Kartini, Darma setiawan, 2002, *Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit*

- Polimer Berpenguat Serat Alam*, Jurnal Sains Materi Indonesia (Indonesian journal of materials Science) vol 3 no.3 Juni 2002 hal 30-38 ISSN 1411-1098
- Risky, W., Akhiruddin, Sudiatai. 2013. *Pembuatan dan Karakterisasi Plafon dari Serbuk Ampas Tebu dengan Perekat Poliester*. Medan: Departemen Fisika, Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara.
- Syaiful, A. <http://www.scribd.com/ampastebu> [Diakses 14 Agustus 2014],
- Teuku Rihayat, Suryani, 2011, *Pembuatan Polimer Komposit Ramah Lingkungan Untuk Aplikasi Industri Otomotif Dan Elektronik*. Jurusan Teknik Kimia Politeknik Lhokseumawe
- Tiurma, S. 2009. *Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan yang Terbuat dari Styrofoam dan Semen*. Medan: Sekolah Pasca Saijana Universitas Sumatera Utara. [www.ft.unp.id.com/alatujitekan](http://www.ft.unp.id.com/alatujitekan) [diakses 23 September 2014],
- [www.researchget.net/chloroform](http://www.researchget.net/chloroform) [diakses 23 September 2014],
- [www.scribd.com/kloroform](http://www.scribd.com/kloroform) [diakses 23 September 2014],
- [www.wordpress.com/makalah-kimia-membran](http://www.wordpress.com/makalah-kimia-membran) [Diakses 24 September 2014],
- [www.wikipedia.com/kloroform](http://www.wikipedia.com/kloroform) [diakses 23 September 2014]
- [www.4shared.com/alatujitarikdantekan](http://www.4shared.com/alatujitarikdantekan) [diakses 24 September 2014],
- [www.4shared.com/alatujilentur](http://www.4shared.com/alatujilentur) [diakses 23 September 2014]