

KAJIAN VARIASI SERBUK KELAPA KOMPOSIT TEMPURUNG KELAPA TERHADAP SIFAT MEKANIK

Achmad Nurhidayat¹, Wijoyo², Dody Irnawan³

^{1,2,3} Universitas Surakarta, Surakarta, Indonesia

¹Email: achkunujangi@gmail.com

Abstract

This research was conducted to determine the mechanical strength value of the best variation in powder size from coconut shell composites. This study uses experimental research methods, with the independent variable size variation (mesh), the dependent variable mechanical strength and resin as control variables. The research was started by preparing coconut shell powder, BQTN 157 resin and catalyst. The tools used are sieve (mesh), measuring cup, mould, electric oven, bending machine and izod impact machine. The procedure carried out in collecting data on variations in the size of coconut shell powder was sieved using a mesh of 40, 80, 120 and 180. Then it was oven-dried at a temperature of 110°C for 45 minutes to have a maximum moisture content of 4%. Furthermore, the powder is mixed with resin with a ratio of 40% coconut shell powder and 60% resin, stirred for 6 minutes plus 1% catalyst, stirred for 2 minutes and then poured into the mold. The testing phase to determine the bending strength refers to ASTM-6272 with the four point bending method with the specimen dimensions of 127 mm long, 12,7 mm wide, 3.2 mm thick, while for the Izod impact test it refers to ASTM D-5941 with a long specimen dimension. 80 mm, 10 mm wide, 4 mm thick. The results showed that the smaller the coconut shell powder, the higher the mechanical strength. The highest bending strength is 50,66 MPa and the highest impact toughness is 3097,53 J/m², which is the 180 mesh size powder. The potential for economical use of coconut shell powder composites is quite a chance, for example as a panel material.

Keywords: composite, coconut shell, mesh, mechanics.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan mekanik variasi ukuran serbuk yang paling baik dari komposit tempurung kelapa. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen, dengan variabel bebas variasi ukuran (*mesh*), variabel terikat kekuatan mekanik dan resin sebagai variabel kontrol. Penelitian diawali dengan menyiapkan bahan serbuk tempurung kelapa, resin BQTN 157 dan katalis. Alat yang digunakan ayakan (*mesh*), gelas ukur, cetakan, oven listrik, mesin *bending* dan mesin impak *izod*. Prosedur yang dilakukan dalam pengambilan data variasi ukuran serbuk tempurung kelapa diayak menggunakan *mesh* 40, 80, 120 dan 180. Selanjutnya di-oven pada temperatur 110°C selama 45 menit hingga memiliki kandungan kadar air maksimal 4%. Selanjutnya serbuk tersebut dicampur dengan resin dengan perbandingan 40% serbuk tempurung kelapa dan 60% resin, diaduk selama 6 menit ditambah katalis 1%, diaduk selama 2 menit lalu dituang pada cetakan. Tahap pengujian untuk mengetahui kekuatan *bending* mengacu pada ASTM-6272 dengan metode *four point bending* dengan dimensi

**Kajian Variasi Serbuk
Kelapa Komposit
Tempurung Kelapa
Terhadap Sifat Mekanik**

**Achmad Nurhidayat,
Wijoyo, Dody Irnawan**

Jurnal Teknosains
Kodepena

pp. 1-8



spesimen panjang 127 mm, lebar 12,7 mm, tebal 3,2 mm, sedangkan untuk pengujian *impact izod* mengacu pada ASTM D-5941 dengan dimensi spesimen panjang 80 mm, lebar 10 mm, tebal 4 mm. Hasil penelitian diketahui semakin serbuk tempurung kelapa kecil, maka kekuatan mekaniknya semakin meningkat. Kekuatan *bending* tertinggi sebesar 50,66 MPa dan ketangguhan impak tertinggi sebesar 3097,53 J/m² yaitu pada serbuk ukuran lolos *mesh* 180. Potensi pemanfaatan secara ekonomis komposit serbuk tempurung kelapa cukup berpeluang, misalnya sebagai bahan panel.

Kata Kunci: komposit, tempurung kelapa, *mesh*, mekanik.

1. PENDAHULUAN

Negara-negara beriklim tropis seperti Indonesia, Malaysia, Thailand dan negara beriklim tropis lainnya banyak terdapat tanaman kelapa. Tanaman kelapa dikenal sebagai tanaman yang mempunyai banyak kegunaan, mulai dari akar sampai pada ujungnya (daun). Salah satu bagian dari tanaman kelapa yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah bagian tempurung kelapa, kebanyakan hanya untuk bahan bakar/arang. Tempurung kelapa memiliki kekerasan yang tinggi, daya tahan terhadap pengikisan, mudah diperoleh, ramah lingkungan dan tidak beracun. Sifat-sifat yang dimiliki oleh tempurung kelapa ini, maka bahan ini sangat baik digunakan untuk jangka waktu yang lama (Hamid, 2008).

Tanaman perkebunan dan pertanian yang ada di Indonesia yang bahan karakteristiknya dan teksturnya menyerupai kayu adalah tempurung kelapa. Tempurung kelapa mengandung *lignin* dan *selulosa* yang terdapat juga pada kayu. Negara Indonesia merupakan penghasil kelapa (kopra) terbesar ketiga dunia, dengan total produksi mencapai 14 milyar butir pertahun. Industri pengolahan buah kelapa umumnya masih terfokus kepada pengolahan hasil daging buah sebagai hasil utama, sedangkan industri yang mengolah hasil samping buah (*by-product*) seperti air, sabut, dan tempurung kelapa masih secara tradisional dan berskala kecil, padahal potensi ketersediaan bahan baku untuk membangun industri pengolahannya masih sangat besar. Komponen utama buah kelapa berupa sabut kelapa dan tempurung kelapa belum dimanfaatkan optimal dan dianggap tidak mempunyai nilai ekonomis (Irfandi, 2013).

Penggunaan material komposit yang ramah lingkungan serta bisa didaur ulang kembali, merupakan tuntutan teknologi saat ini dan salah satu komposit yang berkembang didunia industri yaitu material komposit dengan *filler* baik yang berupa serat alami maupun serat buatan. Material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk unit mikroskopik, yang terbuat dari bermacam-macam kombinasi sifat atau gabungan serat dan matrik (Daulay, dkk., 2014).

Permasalahan yang dikemukakan adalah potensi kemungkinan pengaruh variasi ukuran serbuk tempurung kelapa sebagai bahan komposit terhadap kekuatan mekanik (uji *bending* dan uji *impact*).

Tujuan pada penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi ukuran serbuk tempurung kelapa sebagai bahan komposit terhadap kekuatan mekanik dan kemungkinan potensi pemanfaatan secara ekonomis misalnya peluang sebagai bahan panel.

Serbuk tempurung kelapa dengan ukuran serbuk *mesh* 100 untuk *filler* dalam komposit mampu menghasilkan nilai dampak sebesar 6083,47 J/m². Kekuatan bentur meningkat karena adanya fleksibilitas jaringan antar fasa yang baik antara matrik dengan pengisi sehingga dengan meningkatnya kandungan bahan pengisi, maka bahan komposit akan menyerap energi benturan yang lebih tinggi (Falma Irawati, dkk., 2013).

Achmad Nurhidayat, dkk., (2022), meneliti variasi fraksi volume serat komposit tangkai ilalang berpengaruh pada sifat mekanik dan hasilnya menunjukkan bahwa kekuatan bending dan ketangguhan dampak terbaik pada variasi fraksi volume 40% serat dan 60% resin, sebesar 24,7 MPa serta ketangguhan dampak 3593 J/m². Kekuatan bending paling rendah pada fraksi volume serat 60% sebesar 19,3 MPa dan ketangguhan dampak paling rendah pada fraksi volume 20% sebesar 1680 J/m².

Komposisi campuran serbuk kayu serta matrik akan berpengaruh terhadap kekuatan mekanik komposit yang dihasilkan, dimana pada komposisi campuran 60% : 40% mampu menghasilkan kekuatan dampak yang lebih tinggi (Slamet, 2013).

Penelitian dan pembahasan komposit tentang pengaruh variasi ukuran serbuk gergaji batang kelapa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa bahan pengisi komposit atau filler serta persentase fraksi volume dan variasi ukuran serbuk mempunyai pengaruh pada komposisi sifat mekanik komposit. Pengaruh itu dapat dibuktikan dengan melihat dari harga tegangan bending optimum didapat pada *mesh* 250, fraksi volume 70% resin dengan nilai 72,31 MPa, (Poyoh, dkk., 2013).

Yudha Yoga Pratama, dkk., (2014), menunjukkan bahwa panjang serat terbaik terhadap nilai kekuatan tarik adalah 10 mm dengan nilai rata-rata tarik sebesar 18,05MPa. Kekuatan tarik menurun seiring bertambahnya panjang serat 10 mm mempunyai rata-rata kekuatan tarik tertinggi, karena pada proses manufaktur/pembuatan komposit serat pendek lebih mudah untuk ditata dan lebih merata sehingga apabila dicampur dengan resin, maka seluruh serat dapat menempel dengan resin secara sempurna.

Achmad Nurhidayat, (2021), meneliti tentang ketebalan *core*, diketahui bahwa kekuatan bending komposit serbuk limbah tempurung kelapa dengan tebal *core* 2 mm sebesar 46,14 MPa, sedangkan untuk ketangguhan dampak dengan tebal *core* 6 mm dengan nilai 3885,21 (kJ/m²). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tebal *core* komposit serbuk tempurung kelapa limbah dapat menurunkan nilai kekuatan bending sebesar 3,8%, sedangkan semakin tebal *core* komposit dapat meningkatkan nilai ketangguhan dampak sebesar 6,27%.

Ukuran *mesh* dan fraksi volume *filler* sekam padi – serbuk batok kelapa pada resin poliester terdapat pengaruh hasil pada sifat mekanik. Variasi ukuran *mesh* 75, 150 dan 300, serta fraksi volume *filler* antara lain 10%, 20%, 30% dan 40%. Permukaan retak tarik dianalisis dengan bantuan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Kekuatan lentur menurun dengan komposisi *filler* 20% dari *mesh* 75 dengan nilai maksimum dari 51,2 MPa (Daniel, dkk., 2017).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan memberikan perlakuan variasi ukuran serbuk tempurung kelapa terhadap kekuatan mekanik komposit serbuk tempurung kelapa-resin, variasi ukuran (*mesh*) sebagai variabel bebas (*independent*), kekuatan mekanik sebagai variabel terikat (*dependent*) dan resin BQTN 157 sebagai variabel kontrol, Metode pengujian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode pengujian destruktif, yaitu metode pengujian spesimen dengan tujuan mendapatkan data sehingga mengakibatkan rusaknya spesimen (Achmad Nurhidayat, 2020).

Prosedur penelitian dimulai tahap pembuatan spesimen, dengan penyiapan serbuk tempurung kelapa dengan variasi *mesh* 40 tertahan di 80, *mesh* 80 tertahan di 120, *mesh* 120 tertahan di 180 dan lolos *mesh* 180. Mengeringkan serbuk tempurung kelapa dengan cara di oven selama 45 menit dengan suhu 110°C dan diuji dengan alat *moisture wood meter* hingga diperoleh kadar air maksimal 4%.

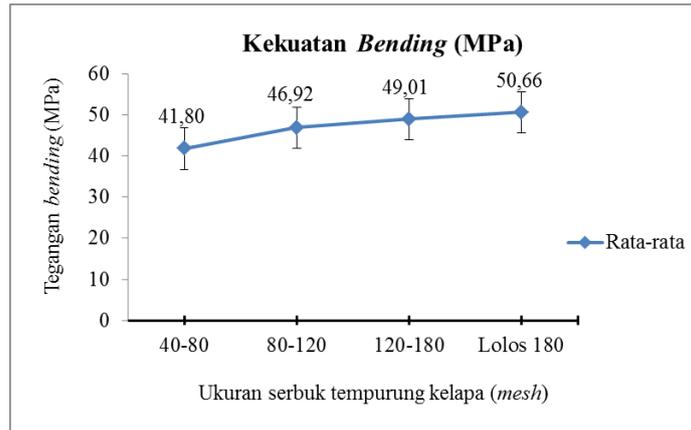
Proses pencampuran, menyiapkan serbuk tempurung kelapa, resin dan katalis dengan perbandingan 40%:60%:1%, kemudian mencampur resin dan serbuk tempurung kelapa dengan media gelas plastik, kemudian diaduk secara perlahan dan konsisten selama ± 6 menit, campuran serbuk-resin ditambah dengan katalis 1% dan diaduk selama ± 2 menit, campuran kemudian dituang ke dalam cetakan dan diratakan dengan stik pengaduk. Setelah selesai cetakan di tutup dengan kaca yang sudah dilapisi wax agar memudahkan pada saat *releasing*/pelepasan komposit dari cetakan.

Tahap pengujian uji *bending* mengacu ASTM D-6272 dengan metode *four point bending* menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) *type* 4160 kapasitas 100 kg diproduksi *SANS testing machine, Co., Ltd*. Dimensi spesimen berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 127 mm, lebar $12,7 \pm 0,2$ mm dan tebal $3,2 \pm 0,2$ mm.

Pengujian *impact* menggunakan ASTM D-5941 dengan alat *uji impact izod - Toyoseiki Tokyo*. Dimensi spesimen berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang $80 \pm 0,2$ mm, lebar $10 \pm 0,2$ mm dan tebal $4,2 \pm 0,2$ mm.

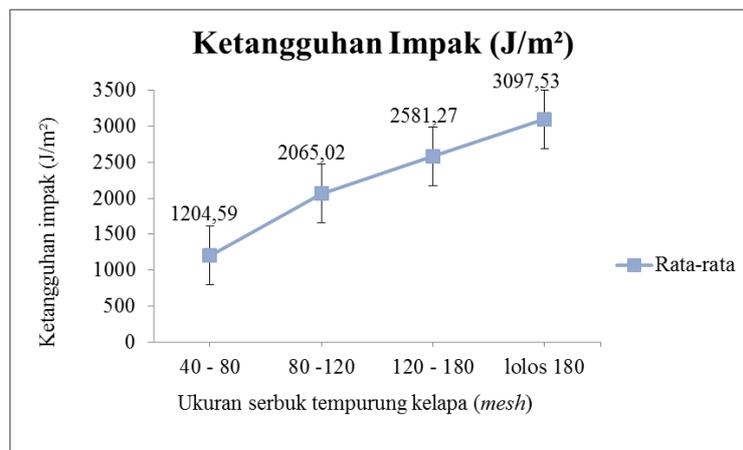
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1., menunjukkan grafik hubungan antara ukuran Serbuk Tempurung Kelapa (STK) terhadap hasil kekuatan bending. Hasil pengujian bending menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran serbuk tempurung kelapa, maka nilai kekuatan *bending* meningkat dan nilai maksimal pada ukuran serbuk lolos mesh 180 dengan kekuatan *bending* sebesar 50,66 MPa. Kecilnya ukuran serbuk (*mesh*) dan meningkatnya kekuatan *bending* disebabkan rongga pada komposit semakin sedikit sehingga banyaknya permukaannya yang terbentuk.



Gambar 1. Grafik hubungan ukuran STK (*mesh*) terhadap kekuatan *bending*

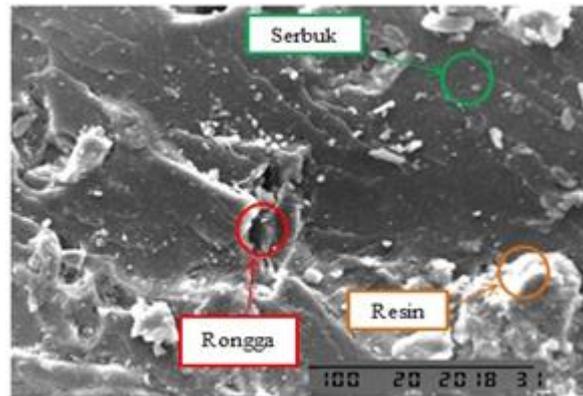
Semakin kecil ukuran serbuk pengisi komposit, maka luas kontak permukaan antar serbuk semakin luas, artinya lebih banyak permukaan yang terbentuk diantara matrik dan penguat. Akibat mengalami kontak dengan keduanya, sehingga membuat ikatan antara keduanya dalam hal perpindahan beban (Yusman Zamzami, dkk., 2013).



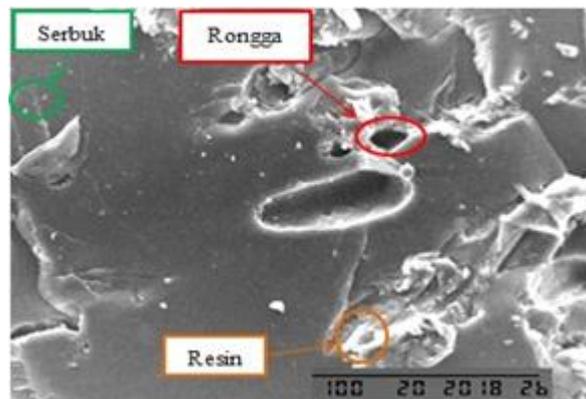
Gambar 2. Grafik hubungan ukuran STK (*mesh*) terhadap ketangguhan impact

Hasil pengujian impact menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran serbuk tempurung kelapa maka nilai ketangguhan impact komposit serbuk tempurung kelapa-resin meningkat terlihat pada gambar 2., Nilai maksimal ketangguhan impact berada pada lolos *mesh* 180 dengan kekuatan impact sebesar 3097,53 J/m². Kecilnya ukuran serbuk tempurung kelapa dan meningkatnya ketangguhan impact karena ikatan yang baik antara serbuk sebagai *filler* dan resin sebagai matrik.

Ukuran serbuk tempurung kelapa semakin kecil, maka ketangguhan impact meningkat karena adanya fleksibilitas jaringan antar fasa yang baik antara matrik dengan pengisi atau *filler*, sehingga dengan meningkatnya kandungan bahan pengisi atau *filler*, maka bahan komposit akan menyerap energi benturan yang lebih tinggi (Falma Irawati, dkk., 2013).



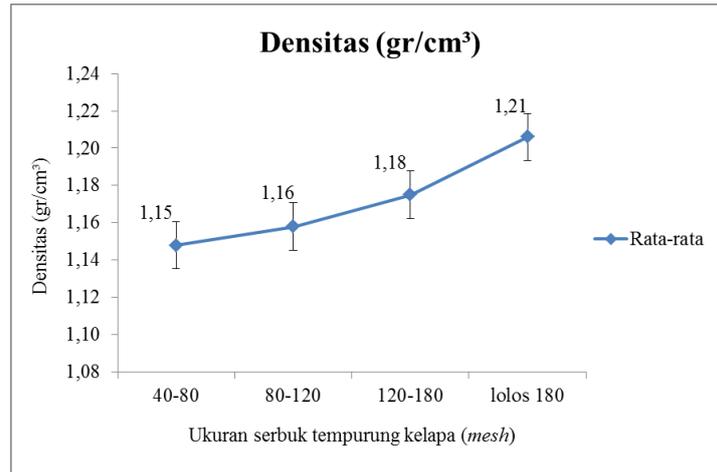
Gambar 3. Foto SEM komposit STK *mesh* 40-80



Gambar 4. Foto SEM komposit STK *mesh* 180

Pengamatan permukaan patahan pada foto SEM, untuk lebih memperkuat hasil dari uji impak, bahwa komposit dengan variasi ukuran serbuk tempurung kelapa *mesh* 40-80 pada gambar 3., terlihat permukaan hasil patahan yang terlihat jelas karena banyak terdapat *void*. Adanya *void* atau *porositas* mengakibatkan adanya ruang kosong.

Pada gambar 4., hasil pengamatan permukaan patah foto SEM, menunjukkan komposisi *filler* dengan matrik lebih homogen dan rongga terlihat sedikit. Hal ini mengakibatkan meningkatnya ketangguhan impak. Meningkatnya ketangguhan impak karena adanya fleksibilitas jaringan antar fasa yang baik antara matrik dengan pengisi.



Gambar 5. Grafik hubungan ukuran STK (*mesh*) terhadap densitas

Ukuran STK yang besar maka nilai densitas kecil hal ini disebabkan serbuk dengan ukuran yang lebih besar tidak terikat dengan baik oleh resin atau rasio massa partikel yang digunakan kurang proporsional, bahkan menimbulkan rongga komposit lebih banyak. Rongga yang terbentuk akibat kurangnya kemampuan partikel serbuk untuk mengisi ruang kosong, berakibat pada turunnya nilai kerapatan komposit, sehingga nilai densitas komposit menurun (gambar 5). Ukuran STK yang semakin kecil akan diikuti dengan kerapatan partikel dalam komposit, hal ini berakibat pada peningkatan nilai densitas komposit STK-resin (Mujtahid, 2010).

4. PENUTUP

Berdasarkan penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa ukuran serbuk tempurung kelapa semakin kecil, maka kekuatan mekanik semakin meningkat atau sebaliknya ukuran serbuk tempurung kelapa semakin besar, maka kekuatan mekanik semakin turun. Kekuatan *bending* tertinggi sebesar 50,66 MPa dan ketangguhan impak tertinggi sebesar 3097,53 J/m² yaitu pada serbuk ukuran lolos *mesh* 180. Potensi pemanfaatan secara ekonomis komposit serbuk tempurung kelapa cukup berpeluang, misalnya sebagai bahan panel.

1)

5. DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D-6272, *Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials by Four-Point Bending*.
- ASTM D-5941-96, *Standart Test Method for Determining the Izod Impact Strength of Plastics*
- ASTM D-792, *Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics*.
- Achmad Nurhidayat dan Silvia Yulita Ratih Setyo Rahayu, (2016), *Analisa Kekuatan Bending Akibat Pengaruh Media Perendaman Terhadap Komposit HDPE Limbah-Cantula Sebagai Bahan Panel Ramah Lingkungan*. Jurnal Wacana, (01), 1-7

- Achmad Nurhidayat, (2021), Analisis Variasi Ketebalan Core Komposit Sandwich Serbuk Limbah Tempurung Tempurung Kelapa terhadap sifat mekanik komposit, JTe (Jurnal Teknik), Volume 7 Nomer 1, pp. 21-27.
- Achmad Nurhidayat, dkk., (2022). Kajian Fraksi Volume Serat Komposit Tangkai Ilalang terhadap Sifat Mekanik. Jurnal Teknosains Kodepena Vol. 02, Issue 02, pp. 20-26.
- Achmad Nurhidayat, (2020). Kajian Variasi Matrik Komposit Serbuk Sekam Padi Limbah terhadap Sifat Mekanik. Jurnal Kodepena. Vol.1, issue 01, pp.29-36.
- Daniel, I.T., Nenge, D.C., dan Tyovenda, T.L., (2017). *Effects of Filler Content and Particle Size on the Mechanical Properties of Unsaturated Polyester Resin Reinforced with Rice Husk Coconut Shell Particles*. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, 4(8). Makurdi. Hal. 637-643.
- Daulay, S.A., Wirathama, F., dan Halimatuddahlia, (2014). Pengaruh Ukuran Partikel dan Komposisi Terhadap Sifat Kekuatan Bentur Komposit Epoksi Berpengisi Serat Daun Nanas. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 3, No. 3. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Hal. 13-17.
- Falma Irawati, dkk., (2013), Pengaruh Ukuran Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Pengisi Komposit Poliester Tak Jenuh Terhadap Sifat Mekanik Dan Penyerapan Air, Jurnal Teknik Kimia Usu, Vol. 2, No. 4
- Hamid, T.F.Z., (2008). Pengaruh Modifikasi Kimia Terhadap Sifat-Sifat Komposit Polietilena Densitas Rendah (LDPE) Terisi Tempurung Kelapa. Tesis Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Sumatera Utara.
- Irfandi. (2013). *Preparation and Characterization of Composite Materials From Particle Board Polypropylene Recycling and Coconut Shell Powder with Physical Propertis*. Jurnal Einstein Volume 1, Nomor 1, Juli 2013. Jurusan Fisika FMIPA Unimed. Hal. 30-36.
- Mujtahid. (2010). Pengaruh Ukuran Serbuk Aren Terhadap Kekuatan Bending, Densitas dan Hambatan Panas Komposit Semen-Serbuk Aren (*Arenga Pinnata*). Skripsi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Surakarta.
- Poyoh, C.F., Rauf, F.A., dan Lumintang, R., (2013). Pengaruh Variasi Ukuran Butiran *Filler* Serbuk Gergaji Batang Kelapa Terhadap Sifat Mekanik Komposit. Jurnal Teknik Mesin UNSRAT. Vol. 1, No. 1. Manado.
- Slamet, S., (2013). Karakterisasi Komposit Dari Serbuk Gergaji Kayu (*Sawdust*) dengan Proses Hotpress Sebagai Bahan Baku Papan Partikel. *Prosiding SNST ke-4 tahun 2013* Fakultas Teknik Universitas Hasyim Semarang. Hal. 1-9.
- Yudha Yoga Pratama, dkk., (2014), Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, Dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa - *Polyester*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 13, No. 1, pp. 8-15
- Zamzami, Y., Savetlana, S., dan Ibrahim, G.A., (2013). Pengaruh Ukuran *Fly Ash* Pada Kekuatan *Bending* Komposit Resin Epoxy. Jurnal FEMA, Volume 1, Nomor 4. Fakultas Teknik Mesin Universitas Lampung. Hal 49-52.