

**Karakteristik Termal Papan Komposit Yang Diperkuat Dengan
Partikel Cangkang Telur**



Tugas Akhir

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana
S1 pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultang Ageng Tirtayasa**

Disusun oleh

Arinda Fajar Amrillah

3331190093

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN
2024**

TUGAS AKHIR

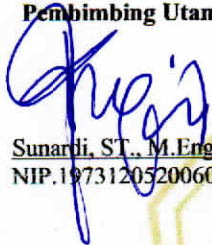
karakteristik Termal Papan Komposit Yang Diperkuat Dengan Partikel Cangkang Telur

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

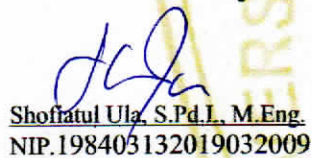
Arinda Fajar Amrillah
3331190093

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 03 Juli 2024

Pembimbing Utama

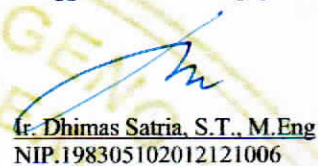


Sunardi, ST., M.Eng.
NIP.197312052006041002

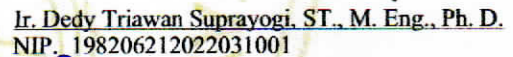


Shofiatal Ula, S.Pd.I., M.Eng.
NIP.198403132019032009

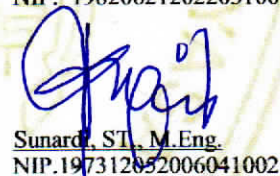
Anggota Dewan Penguji



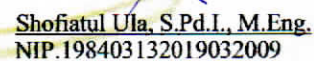
Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.
NIP.198305102012121006



Ir. Dedy Triawan Suprayogi, ST., M. Eng., Ph. D.
NIP. 198206212022031001



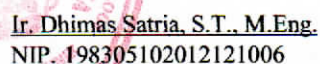
Sunardi, ST., M.Eng.
NIP.197312052006041002



Shofiatal Ula, S.Pd.I., M.Eng.
NIP.198403132019032009

**Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Tanggal, 10 Juli 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA



Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.
NIP. 198305102012121006

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Arinda Fajar Amrillah

NPM : 3331190093

Judul : Karakteristik Termal Papan Komposit Yang Diperkuat Dengan Partikel Cangkang Telur

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, Juli 2024



Arinda Fajar Amrillah
NPM. 3331190093

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur mari kita panjatkan ke hadirat Allah SWT karena dengan rahmat serta hidayah nya. Semoga shalawat beserta salam selalu tercurahkan kepada suri tauladan sejati, baginda Nabi dan Rasulullah Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pejuang penerus risalahnya hingga akhir zaman. Alhamdulillah dengan pertolongan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Thermal Papan Komposit Yang Diperkuat Dengan Partikel Cangkang Telur”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Studi Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Skripsi ini mungkin tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan, dukungan, serta motivasi. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dhimas Satria, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Sunardi, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan serta saran sehingga penyusunan proposal skripsi ini dapat berjalan dengan baik.
3. Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.eng., selaku Dosen akademik dan Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan, pengarahan serta saran sehingga penyusunan proposal skripsi ini dapat berjalan dengan baik.
4. Seluruh Dosen dan staff Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama kegiatan perkuliahan.
5. Mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2019 dan seluruh pihak yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini jauh dari kesempurnaan, oleh karenanya penulis mengharapakan saran dan masukan yang membangun guna kesempurnaan dan pembelajaran penulis

harapkan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan penulis khususnya.

Serang, Juni 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping, stylized lines that form a cursive representation of the author's name.

Arinda Fajar Amrillah

ABSTRAK

Material komposit dengan paduan serbuk cangkang telur ayam sebagai filler merupakan salah satu jenis material komposit yang ramah lingkungan dan memiliki sifat yang kuat. Limbah cangkang telur ayam memiliki potensi digunakan sebagai bahan komposit (Dede, 2017). Cangkang telur merupakan salah satu produk sampingan pabrik pengolahan dan pembuatan makanan yang banyak digunakan. Telur merupakan bahan utama dalam berbagai macam produk seperti kue, makanan cepat saji dan lainnya, yang produksinya menghasilkan beberapa ton limbah kulit terus setiap harinya dan mengeluarkan biaya yang cukup besar di dunia. Sekitar 250.000 ton limbah cangkang telur di produksi setiap tahunnya di seluruh dunia (Verma, 2012).

Pengujian Thermogravimetri (TGA) Pada tiga sampel menunjukkan bahwa SCT adalah yang paling tahan akan degradasi termal setelah diberikan suhu 500°C kehilangan bebannya hanya sebesar 0,612mg, dan yang paling banyak kehilangan beratnya yaitu SBCT sebesar 1,231mg. Begitu juga dengan stabilitas dimensi pada paparan panas, SCT menjadi sampel yang paling kuat menahan jika diberi suhu panas. Pada pengujian ini yang menggunakan cangkang telur mendapatkan nilai paling bagus dikarenakan cangkang telur dapat menahan suhu yang panas. Setelah dilakukan pengujian TGA dan stabilitas dimensi pada paparan panas selanjutnya didapatkan nilai hasil dari uji kekerasan dan kerapatan. Untuk SCT dengan nilai rata-rata kekerasan 43.25 setelah diberi paparan panas 100°C naik menjadi 44.33 selanjutnya saat diberi temperatur 200°C naik kembali menjadi 44.75. Untuk nilai yang terendah didapat oleh BS dengan nilai awal rata-rata sebesar 25.75 mengalami penurunan pada suhu 100°C dengan nilai 25 pada suhu 200°C mengalami penurunan kembali menjadi 23.16. Faktor penyebab naik turunnya kekerasan dan kerapatan pada setiap suhu dipengaruhi oleh sifat air yang menguap dan terbakarnya bahan yang menjadi pengisi pada komposit. Adanya cangkang telur dalam komposit ini juga dapat membantu peningkatan densitas pada papan partikel. Dari hasil analisa ini kita bisa mengambil manfaat bahwa pengujian sifat termal papan partikel dengan bahan cangkang telur yaitu mengetahui kekuatan dan kemampuan papan partikel terhadap suhu tinggi. Kita dapat membandingkan kinerja bahan yang menggunakan cangkang telur ini dengan bahan lain, juga

dapat mengevaluasi pengaruh faktor – faktor yang menyebabkan kegagalan pada saat proses pengujian berlangsung.

Kata Kunci: Cangkang Telur, Sengon, Bambu, Papan Partikel, Paparan Panas, *Thermogravimetri analysis*

ABSTRACT

Composite material with a mixture of chicken egg shell powder as a filler is a type of composite material that is environmentally friendly and has strong properties. Chicken egg shell waste has the potential to be used as a composite material (Dede, 2017). Egg shells are one of the widely used by-products of food processing and manufacturing factories. Eggs are the main ingredient in various products such as cakes, fast food and others, the production of which produces several tonnes of shell waste every day and incurs quite large costs in the world. Approximately 250,000 tons of eggshell waste is produced every year throughout the world (Verma, 2012).

Thermogravimetric testing (TGA) on three samples showed that SCT was the most resistant to thermal degradation after being subjected to a temperature of 500°C , losing only 0.612 mg of weight, and the one that lost the most weight was SBCT of 1.231 mg. Likewise with dimensional stability when exposed to heat, SCT is the sample that resists the strongest resistance when exposed to hot temperatures. In this test, those using egg shells got the best score because egg shells can withstand hot temperatures. After testing the TGA and dimensional stability on heat exposure, the results of the hardness and density tests were obtained. For SCT with an average hardness value of 43.25 after being exposed to heat of 100°C it rose to 44.33, then when given a temperature of 200°C it rose again to 44.75. The lowest value was obtained by BS with an initial average value of 25.75 which decreased at a temperature of 100°C with a value of 25 at a temperature of 200°C which decreased again to 23.16. The factors causing the increase and decrease in hardness and density at each temperature are influenced by the nature of the water that evaporates and the burning of the materials that serve as fillers in the composite. The presence of egg shell in this composite can also help increase the density of particle board. From the results of this analysis we can take advantage of testing the thermal properties of particle board with eggshell material, namely knowing the strength and ability of particle board to high temperatures. We can compare the performance of materials that use egg

shells with other materials, and can also evaluate the influence of factors that cause failure during the testing process.

Keywords: Eggshell, Sengon, Bamboo, Particle Board, Heat Exposure, Thermogravimetric analysis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PENGESAHAN	II
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS	III
KATA PENGANTAR	IV
ABSTRAK	VI
DAFTAR ISI	X
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XIV
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB II TEORI DASAR	
2.1 Komposit	3
2.2 Klasifikasi Komposit	4
2.2.1 Komposit Partikel (<i>Particulate Composite</i>)	4
2.2.2 Komposit Serat (<i>Fiber Composite</i>)	4
2.2.3 Komposit Lapis (<i>Laminate Composite</i>)	6
2.3 Matrik	6
2.4 Karakteristik Serat Sebagai Penguat Komposit	7
2.5 Papan Partikel	8
2.6 Bahan Penyusun Komposit	8
2.6.1 Partikel Cangkang Telur	8
2.6.2 Kayu Sengon	9
2.6.3 Bambu	10
2.6.4 Resin <i>Epoxy</i>	10

2.6.5 Lem PVAc.....	11
2.7 Sifat Termal.....	11
2.8 Kompaksi	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	13
3.2 Variabel Penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	15
3.4 Pembuatan Sampel Pengujian	21
3.4.1 Persiapan Bahan	21
3.4.2 Proses <i>Mixing</i>	22
3.4.3 Proses Kompaksi	23
3.4.4 Proses Curing	24
3.5 Proses Pengujian	24
3.5.1 Proses Thermal.....	24
3.5.2 Stabilitas Dimensi Saat Terpapar Suhu Tinggi	24
3.5.3 Proses Pengujian Densitas.....	24
3.5.4 Proses Pengujian Kekerasan Shore D	25
BAB IV DATA DAN ANALISIS	
4.1 Pengujian Termal	26
4.1.1 Pengujian Stabilitas Dimensi Paparan Panas	26
4.1.2 Pengujian <i>Termogravimetri Analisis (TGA)</i>	29
4.2 Pengujian Kekerasan	33
4.3 Pengujian Densitas	35
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ilustrasi komposit berdasarkan penguatnya.....	3
Gambar 2.2 Komposit Partikel	4
Gambar 2.3 Komposit Serat	5
Gambar 2.4 Tipe <i>Discontinuous Fiber</i>	5
Gambar 2.5 Tipe Komposit Serat	6
Gambar 2.6 Ikatan Pada Komposit.....	8
Gambar 2.7 Cangkang Telur dan Serbuk Cangkang Telur	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	13
Gambar 3.2 Papan Cetak	15
Gambar 3.3 Mesin Frais Konvensional dan Mesin Bor Tangan	16
Gambar 3.4 Timbangan Digital	16
Gambar 3.5 Gelas Ukur.....	16
Gambar 3.6 Jangka Sorong.....	17
Gambar 3.7 Oven.....	17
Gambar 3.8 <i>Hydraulic Pump</i>	17
Gambar 3.9 Ayakan Mesh 35	18
Gambar 3.10 Blender.....	18
Gambar 3.11 Durometer Shore D.....	18
Gambar 3.12 Serbuk Cangkang Telur	19
Gambar 3.13 Serbuk Bambu	19
Gambar 3.14 Serbuk Kayu Senong	20
Gambar 3.15 Lem PVAc	20
Gambar 3.16 Resin Epoxy.....	20
Gambar 3.17 Larutan NaOH 5%	21
Gambar 3.18 Aquades	21
Gambar 4.1 Grafik Presentase Kehilangan Berat 100° C	27
Gambar 4.2 Grafik Presentase Kehilangan Berat 200° C	28

Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian TGA	29
Gambar 4.4 Grafik Weight Loss Uji TGA	31
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian DSC.....	32
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Kekerasan Sebelum diberi paparan panas	33
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Kekerasan dengan suhu 100°C	34
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Kekerasan dengan suhu 200°C	34
Gambar 4.9 Grafik Hasil Uji Densitas Sebelum diberi Paparan Panas	36
Gambar 4.10 Grafik Hasil Uji Densitas Setelah diberi Paparan Panas 100°C dan 200°C	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komponen Kimia Kayu Sengon	10
Tabel 3.1 Fraksi Volume Bahan Papan Partikel Komposit	22
Tabel 4.1 Pengujian paparan panas dengan suhu $100^{\circ}C$	26
Tabel 4.2 Pengujian paparan panas dengan suhu $200^{\circ}C$	27

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan suatu limbah terus dilakukan oleh para peneliti, pemanfaatan limbah ini bertujuan untuk mendapatkan hasil yang baik agar dapat dimanfaatkan oleh manusia. Selain dapat dimanfaatkan juga dapat mengurangi pencemaran pada lingkungan (Warsy, dkk, 2016).

Perkembangan teknologi bahan saat ini semakin pesat, pemenuhan kebutuhan akan bahan dengan karakteristik tertentu juga menjadi faktor pendorong perkembangan teknologi bahan. Berbagai macam bahan telah digunakan dan juga penelitian lebih lanjut terus dilakukan untuk mendapatkan bahan yang tepat guna. Limbah cangkang telur ayam ini sangat potensial dimanfaatkan sebagai salah satu bahan untuk meningkatkan sifat mekanik seperti bahan komposit resin (Mozartha, dkk, 2015).

Material komposit dengan paduan serbuk cangkang telur ayam sebagai filler merupakan salah satu jenis material komposit yang ramah lingkungan dan memiliki sifat yang kuat. Limbah cangkang telur ayam memiliki potensi digunakan sebagai bahan komposit (Dede, 2017). Cangkang telur merupakan salah satu produk sampingan pabrik pengolahan dan pembuatan makanan yang banyak digunakan. Telur merupakan bahan utama dalam berbagai macam produk seperti kue, makanan cepat saji dan lainnya, yang produksinya menghasilkan beberapa ton limbah kulit terus setiap harinya dan mengeluarkan biaya yang cukup besar di dunia. Sekitar 250.000 ton limbah cangkang telur di produksi setiap tahunnya di seluruh dunia (Verma, 2012).

Dalam beberapa tahun terakhir, banyak cara yang sudah dilakukan untuk merubah limbah cangkang telur menjadi produk yang bernilai (Dupoirieux, 1995). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pembuatan komposit dengan memanfaatkan limbah cangkang telur. Sehingga dapat digunakan sebagai material *meubel* atau *furniture* untuk menggantikan bahan kayu. Dengan adanya komposit ini, diharapkan akan memberi peluang usaha

industri *meubel* lebih kreatif dan inovatif dalam berkreasi juga ikut serta melestarikan lingkungan sekitar.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah seberapa besar pengaruh fraksi volume partikel cangkang telur terhadap sifat thermal papan partikel dan kekuatan lenturnya.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam perancangan ini antara lain:

1. Untuk menganalisa kekuatan partikel cangkang telur terhadap komposit.
2. Dapat menganalisa ketahanan thermal dari papan komposit dengan penguat cangkang telur sebagai alternatif bahan baku untuk mebel atau *furniture* yang mengacu pada standar SNI 03-2105-2006.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu:

1. Pemanfaatan limbah cangkang telur sebagai *filler* komposit.
2. Hasil penelitian diharapkan bisa menjadi bahan alternatif sebagai papan mebel atau *furniture* yang menjadi standar SNI 03-2105-2006.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian komposit papan partikel ini perlu adanya batasan masalah, dengan maksud agar pembahasan tidak meluas. Berikut batasan – batasan masalah tersebut adalah :

1. Bahan komposit terdiri dari cangkang telur, bambu betung, kayu sengon dengan penguat resin *epoxy* dan lem fox.
2. Bahan komposit yang sedang diteliti akan dijadikan bahan alternatif untuk meubel atau *furniture*.
3. Tidak membahas unsur- unsur kimia yang ada pada bahan komposit.
4. Karakteristik komposit yang akan di uji adalah uji sifat termal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, S. (2019). Karakteristik Sifat Mekanis Disk Pad Komposit Serbuk Kayu Jati–Polyster. Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA).
- Aji, A. S. (2011). Nilai Serapan Bunyi (Noise Absorption Coefficient) Dari Komposit Serbuk Gergaji Kayu Sengon Dengan Matrik Alami.
- Anugrah, V. G., & Susanti, D. (2014). Pengaruh komposisi Sn dan variasi tekanan kompaksi terhadap densitas dan kekerasan komposit Cu-Sn untuk aplikasi proyektil peluru frangible dengan metode metalurgi serbuk. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), F102-F107.
- Berlin, N. V. A., dan Estu, R. 1995. Jenis dan Prospek Bisnis Bambu. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Banga, H., Singh, V. K., & Choudhary, S. K. (2015). Fabrication and Study of Mechanical Properties of Bamboo Fibre Reinforced Bio-Composites.
- Dede Mhd Taher Hasibuan, (2017). Pengaruh Penambahan Pengisi Nanopartikel Cangkang Telur ayam Terhadap Sifat-sifat Mekanik Komposit Resin Akrilik Pada Basis Gigi Tiruan, Skripsi Teknik Kimia, Universitas Sumatra Utara.
- Dupoirieux L., Pourquoiier D., Souyris F. (1995): Powdered eggshell: a pilot study on a new bone substitute for use in maxillofacial surgery. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 23: 187–194.
- Fajri, R. I., Tarkono, T., & Sugiyanto, S. (2013). *Studi sifat mekanik komposit serat Sansevieria cylindrica dengan variasi fraksi volume bermatrik polyester* (Doctoral dissertation, Lampung University).
- Fahmi, H., & Hermansyah, H. (2011). Pengaruh orientasi serat pada komposit resin polyester/serat daun nenas terhadap kekuatan tarik. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 46-52.
- FRED W. BILLMEYER, JR. , *Textbook of Polymer Science*, 3 Ed., John Wiley & Sons, (1994) 445-446,470-471.
- German, R. M. 1984. *Powder Metallurgy Science*. (USA: Metal powder Industries Federation,).

- Hassan, S. B., & Aigbodion, V. S. (2015). Effects of eggshell on the microstructures and properties of Al–Cu–Mg/eggshell particulate composites. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 27(1), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2013.03.001>
- Iskandar, M. I. (2006). Pemanfaatan Kayu Hutan rakyat Sengon (*Parasarianthes Falcatia*) Nielsen untuk kayu Rakitan. 189-193.
- Janssen. JJA. 1987, "The Mechanical Properties of Bamboo". 250-256.
- Kocaeefe, D., Poncsak, S., Dor, G. V., & Younsi, R. (2008). Effect of heat treatment on the wettability of white ash and soft maple by water. *Holz als roh-und werkstoff*, 66(5), 355-361.
- Mozartha, M., Praziandithe, M., Sulistiawati, (2015). Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit dari Cangkang Telur terhadap Kekuatan Tarik Semen Ionomer Kaca. *Jurnal B-Dent*, 2 (1), 75- 81.
- Manurung, R., Simanjuntak, S., Sembiring, J., Napitupulu, R. A., & Sihombing, S. (2020). Analisa Kekuatan Bahan Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Menggunakan Resin Polyester Dengan Memvariasikan Susunan Serat Secara Acak Dan Lurus Memanjang. *Sprocket Journal of Mechanical Engineering*, 2(1), 28-35.
- Pizzi, A. 1983. *Wood Adhesive, Chemistry and Technology*. Marcell Dekker, Inc. New York.
- R.F. Gibson, 1994, *Principles of Composite Materials Mechanics*, McGraw Hill, Inc.
- Rahmayanti, D. (2016). Karakteristik Sifat Termal (DTA-TGA) dan Konduktifitas Termal Keramik Cordierite Berbasis Silika Sekam Padi dengan Penambahan Alumina (0, 20, 25, dan 30 wt%). Skripsi. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Romadhan, M. R. (2024). Studi Sifat Termal Papan Partikel Menggunakan Bambu Betung Dengan Variasi Media Perendaman. Skripsi. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon Banten.
- Setiawan, H. B., Yudo, H., & Jokosisworo, S. (2017). Analisis Teknis Komposit Serat Daun Gebang (*Corypha Utan L.*) Sebagai Alternatif Bahan Komponen

- Kapal Ditinjau Dari Kekuatan Tekuk Dan Impak. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2).
- Sutigno, P. 1988. *Teknologi papan partikel datar*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
- Schwartz, M.M, 1984, *Composite Material Handbook*, Mc Graw Hill, Singapore.
- Senthil J, Madan Raj P, “Preparation and Characterization of Reinforced Eggshell Polymer Composite”, Vol-3, Issue 3, pp. 7-1, 2015.
- Sandi, R. (2009). Pengaruh penambahan Kuat Lentur, Tekan, dan Tarik papan Partikel Dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon. *Seminar Nasional Aplikasi teknologi Prasarana Wilayah* , 293 – 297.
- Satmoko, M. A. (2013). Pengaruh Variasi Temperatur cetakan Terhadap karakterisasi Briket Kayu Sengon Pada Tekanan Kompaksi 6000 Psig.
- Verma, N., Kumar, V., & Bansal, M. C. (2012). Utilization of egg shell waste in cellulase production by *Neurospora crassa* under Wheat bran-based solid state fermentation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21: 491–4.
- Venkatamuni, T., Devanathan, R., & Christopherselvam, D. (2016). Effect of eggshell composite material for the replacement of conventional material. *International Journal of Innovative Research and Advanced Studies (IJIRAS)*, 3(11), 44-48.
- Valencia, L.E.C., Alonso, E., Manzano, A., Pe´rez, J., Contreras, M.E., & Signoret, C. (2007) : Improving the Compressive Strengths of Cold-Mix Asphalt Using Asphalt Emulsion Modified by Polyvinyl Acetate, *Construction and Building Materials*, 21, 583 – 589.
- Warsy, W., Chadijah, S., & Rustiah, W. O. (2016). Optimalisasi kalsium karbonat dari cangkang telur untuk produksi pasta komposit. *AIKimia*, 4(2), 185-196.
- Yani, M., & Lubis, F. (2018). Pembuatan dan penyelidikan perilaku mekanik komposit diperkuat serat limbah plastik akibat beban lendutan. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2).