

**PENGEMBANGAN PEREKAT HYBRID RESIN EPOKSI DAN
POLIVINIL ASETAT YANG DIPERKUAT DENGAN
PARTIKEL CANGKANG TELUR TERHADAP PERUBAHAN
SIFAT MEKANIS PAPAN PARTIKEL**



TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Program Strata – 1 (S1)
Pada Jurusan Teknik Mesin
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

**Disusun Oleh:
RONAL ADITYA
3331170038**

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

2024

TUGAS AKHIR

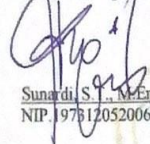
Pengembangan Perkat Hybrid Resin Epoksi dan Polivinil Asetat yang Diperkuat dengan Partikel Cangkang Telur Terhadap Perubahan Sifat Mekanis Papan Partikel

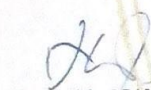
Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Ronal Aditya
3331170038

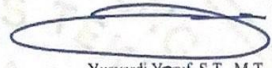
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 02 Juli 2024

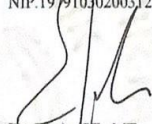
Pembimbing Utama

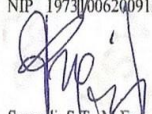

Sunardi, S.T., M.Eng.
NIP.197312052006041002

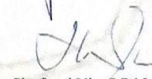

Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng.
NIP.198403132019032009

Anggota Dewan Penguji


Yusvardi Yusuf, S.T., M.T.
NIP.197910302003121001



Dr. Erwin, ST., MT.
NIP.197310062009121001


Sunardi, S.T., M.Eng.
NIP.197312052006041002


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

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

Tanggal, 09 Agustus 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA


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

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ronal Aditya

NPM : 3331170038

Judul : Pengembangan Perekat Hybrid Resin Epoksi dan Polivinil Asetat yang Diperkuat dengan Partikel Cangkang Telur Terhadap Perubahan Sifat Mekanis Papan Partikel

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 08 Juli 2024



Ronal Aditya

NPM. 3331170038

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Resin Epoksi dan PVac yang Diperkuat dengan Partikel Cangkang Telur terhadap Perubahan Sifat Mekanis Papan Partikel”. Penyusunan tugas akhir ini merupakan aplikasi dari beberapa matakuliah yang dipelajari di bangku kuliah.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata-1 (S1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam pembuatan tugas akhir ini yaitu kepada:

1. Bapak Dhimas Satria S.T., M.Eng., selaku ketua jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Dr. Eng. Agung Sudrajat, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing akademik.
3. Bapak Sunardi S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan waktu dan saran serta masukannya untuk mengembangkan penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Dan seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNTIRTA yang telah membantu penulis penimba ilmu di kampus FT UNTIRTA.
6. Orang tua penulis yang selalu mendo'akan dan memberikan dukungan moril dan materil serta kasih sayang kepada penulis
7. Teman-teman Teknik Mesin FT. UNTIRTA angkatan 2017 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
8. Serta semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung terkait dalam penyusunan proposal tugas akhir ini.

Sebagai manusia biasa penulis menyadari dalam penyusunan laporan ini masih banyak terdapat kesalahan, kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat di perbaiki pada penyusunan laporan hasil dari tugas akhir. Semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Cilegon, Desember 2023

Penulis

ABSTRAK

Papan partikel merupakan salah satu jenis produk komposit atau panel kayu yang terbuat dari partikel - partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya, yang diikat dengan perekat sintesis atau bahan pengikat lain dan dikempa dengan panas. Tujuan dari penelitian yaitu untuk menganalisa perekat hybrid resin epoksi dan PVAc yang diperkuat dengan serbuk cangkang telur dengan perbandingan tertentu terhadap perubahan sifat mekanis papan partikel, yang menggunakan bambu dan kayu sengon sebagai filler. Proses pembuatan spesimen memiliki dua tahap, yaitu proses pencampuran dan proses kompaksi. Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan *hand mixer* sebagai alat pengaduk setelah bahan-bahan dimasukkan ke dalam wadah. Bahan yang digunakan melainkan resin, PVAc, cangkang telur, serat bambu, dan serbuk kayu sengon. Proses kompaksi dilakukan menggunakan mesin *press* dingin dengan tekanan 30 bar pada cetakan dengan dimensi 100mm x 50mm x 20mm. Fraksi *volume* yang digunakan yaitu antara serbuk cangkang telur dan PVAc dengan perbandingan meliputi, cangkang telur 30% : PVAc 25%, cangkang telur 25% : PVAc 30%, cangkang telur 20% : PVAc 35%, dan cangkang telur 15% : PVAc 40%. Hasil pengujian terbaik terjadi pada spesimen C yang menggunakan bahan cangkang telur 25% : PVAc 30% dengan nilai densitas 0,768 gr/cm³, pengembangan tebal 2,98%, pengujian bending 4,83 N/mm², dan pengujian impak 0,179 J/mm².

Kata kunci: *cangkang telur, PVAc, dan fraksi volume.*

ABSTRACT

Particle board is a type of composite product or wood panel made from wood particles or other lignocellulosic materials, which are bonded with synthetic adhesive or other binding material and pressed with heat. The aim of the research is to analyze hybrid epoxy and PVAc resin adhesives reinforced with eggshell powder in a certain ratio on changes in the mechanical particle properties of boards, which use bamboo and sengon wood as fillers. The specimen making process has two stages, namely the mixing process and the compaction process. The mixing process is carried out using a hand mixer as a mixing tool after the ingredients are put into the container. The materials used include resin, PVAc, eggshells, bamboo fiber and sengon wood dust. The compaction process is carried out using a cold press machine with a pressure of 30 bar on a mold with dimensions of 100mm x 50mm x 20mm. The volume fraction used is between eggshell powder and PVAc with comparisons including, 30% eggshell : PVAc 25%, 25% eggshell : PVAc 30%, 20% eggshell : PVAc 35%, and 15% eggshell : PVAc 40 %. The best test results occurred on specimen C which used 25% eggshell material: PVAc 30% with a density value of 0.768 gr/cm³, thickness expansion of 2.98%, bending test of 4.83 N/mm², and impact test of 0.179 J/mm².

Key Word: *eggshell, PVAc, and volume fraction.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Papan Partikel.....	4
2.2 Resin Epoksi.....	5
2.3 Polivinil Asetat.....	6
2.4 Polimer	8
2.5 Cangkang Telur	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir.....	12
3.2 Alat dan Bahan	13
3.2.1 Alat Penelitian.....	13
3.2.2 Bahan Penelitian	16
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.4 Proses Pengujian.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Spesimen.....	22
4.2 Hasil Uji Densitas.....	23

4.3 Pengujian Pengembangan Tebal	24
4.4 Hasil Uji Bending	26
4.5 Hasil Uji Impak	27
4.6 Optimasi Multirespon.....	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN A DATA PERCOBAAN	34
LAMPIRAN B PERHITUNGAN HASIL PENELITIAN.....	38
LAMPIRAN C GAMBAR ALAT DAN BAHAN	39
LAMPIRAN D BLANGKO PERCOBAAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Papan Partikel.....	4
Gambar 2.2 Resin Epoksi.....	6
Gambar 2.3 <i>Polyvinyl Acetate</i>	7
Gambar 2.4 Penamoang Cangkang Telur	10
Gambar 3.1 Diagram Alir	12
Gambar 3.2 Neraca Digital	13
Gambar 3.3 Ayakan <i>Stainless Steel</i>	13
Gambar 3.4 Blender	14
Gambar 3.5 Gerinda	14
Gambar 3.6 <i>Cold Press</i>	14
Gambar 3. 7 <i>Oven</i>	15
Gambar 3.8 Cetakan Komposit.....	15
Gambar 3.9 <i>Mixer</i>	15
Gambar 3.10 Proses Pengolahan Kayu Sengon	16
Gambar 3. 11 Pengolahan Serat Bambu	17
Gambar 3.12 Proses Pengolahan Cangkang Telur.....	18
Gambar 4.1 Hasil spesimen.....	22
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Denstias	23
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Pengembangan Tebal	25
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Bending	27
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Impak.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel	5
Tabel 2.2 Karakteristik Resin epoksi	6
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Densitas atau Kerapatan	23
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pengembangan Tebal.....	24
Tabel 4.3 Perhitungan Pengujian Bending.....	26
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Bending.....	26
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Impak	28
Tabel 4.6 Hasil Multiresopon Metode Pembobotan	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan mengenai ketersediaan bahan baku industri perkayuan mendorong penelitian tentang pemanfaatan material berlignoselulosa semakin berkembang. Beberapa jenis produk yang telah dikembangkan adalah papan serat dan papan partikel. Papan partikel merupakan salah satu jenis produk komposit atau panel kayu yang terbuat dari partikel - partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya, yang diikat dengan perekat sintetis atau bahan pengikat lain dan dikempa dengan panas (Muzata, 2015).

Beberapa jenis kayu yang banyak ditanam di hutan rakyat yaitu sengon (*Falcataria moluccana*) dan jabon (*Anthocephalus cadamba*). Namun, kayu cepat tumbuh ini memiliki kekurangan yaitu tergolong pada kayu yang ringan dengan berat jenis rata-rata 0,3-0,5 gr/cm³, dengan kelas awet IV-V dan kelas kuat IV-V serta memiliki diameter yang relatif kecil (Pratiwi, 2014). Karakteristik kayu sengon dan jabon tersebut tentu perlu dipertimbangkan dalam pengolahannya.

Kebutuhan bahan baku kayu juga dapat ditopang dengan pemanfaatan bahan berlignoselulosa lain sebagai alternatif. Salah satu bahan lignoselulosa selain kayu yang dapat dimanfaatkan adalah bambu (Sulastiningsih, 2009). Selain itu, bambu digolongkan pada jenis cepat tumbuh dengan daur pendek dan dapat tumbuh di mana saja, tetapi bambu memiliki diameter yang kecil dan variabilitas kerapatan yang tinggi (Febrianto, dkk., 2017).

Salah satu faktor yang mempengaruhi papan partikel adalah perbandingan komposisi yang tepat antara perekat dan serbuk kayu. Perekat yang dapat digunakan dalam proses ini adalah *Polyvinyl Acetate* (PVAc) dan resin epoksi. PVAc ini merupakan polimer yang mempunyai sifat kerekatan yang kuat sehingga sering digunakan sebagai bahan dasar pembuatan lem, kain, kertas, dan kayu (Kim, dkk 2005). Resin epoksi merupakan salah satu perekat sintetis yang banyak digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk untuk membuat komposit. PVAc dan resin epoksi sangat tepat digunakan sebagai matriks dalam

pembuatan komposit berbasis cangkang telur dan diharapkan memiliki sifat yang kuat. (Shedge, dkk., 2008).

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini akan membahas tentang pengembangan perekat *hybrid*. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kekuatan dari bahan komposit yang telah dibuat. Pada penelitian ini akan dilakukan studi resin epoksi dan PVAc yang diperkuat dengan partikel cangkang telur terhadap perubahan sifat mekanis papan partikel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah yang didapat adalah bagaimana pengaruh perekat hybrid resin epoksi dan PVAc yang diperkuat dengan serbuk cangkang telur terhadap perubahan sifat mekanis papan partikel.

1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisa perekat hybrid resin epoksi dan PVAc yang diperkuat dengan serbuk cangkang telur dengan perbandingan tertentu terhadap perubahan sifat mekanis papan partikel, yang menggunakan bambu dan kayu sengon sebagai *filler*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pembaca, antara lain sebagai berikut:

1. Dapat menunjang proses pembelajaran mahasiswa di bidang ilmu material.
2. Memberikan pengetahuan tentang pengembangan material komposit bermatriks resin epoksi dan PVAc dengan serbuk cangkang telur.
3. Sebagai referensi pengembangan material komposit bermatriks non logam sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini yaitu, sebagai berikut:

1. Penguat yang digunakan dalam bentuk serbuk non logam yaitu serbuk cangkang telur
2. Cangkang telur yang digunakan adalah cangkang telur ayam yang berwarna coklat.

3. Polimer yang digunakan dalam proses ini adalah *Polyvinyl Acetate* (PVAc) dan resin epoksi.
4. *Filler* menggunakan partikel bambu dan kayu sengon
5. Pengujian yang dilakukan adalah pengamatan stabilitas dimensi, impak, dan bending.

DAFTAR PUSTAKA

- Kim, S., & Kim, H. J. (2005): Effect of Addition of Polyvinyl Acetate to Melamine-Formaldehyde Resin on The Adhesion and Formaldehyde Emission in Engineered Flooring, *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 25, 456 – 461.
- Shedge, M.T., Patel, C.H., Tadkod, S.K., & Murthy, G.D. (2008) : Polyvinyl Acetate Resin as a Binder Effecting Mechanical and Combustion Properties of Combustible Cartridge Case Formulations, *Defence Science Journal*, 58, 390 – 397.
- Guillemot, S. Comas-Cardona, D. Kondo, C. Binetruy, P. Krawczak, Pemodelan multiskala dari inti busa yang diperkuat komposit dari struktur sandwich 3D, *Compos. Sains. Technol.* 68 (2008) 1777-1786. Tersedia dari: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compscitech.2008.02.005>.
- S. Comas-Cardona, P. Groenenboom, C. Binetruy, P. Krawczak, Metode FE-SPH campuran generik untuk mengatasi kopling hidro-mekanis dalam proses pencetakan komposit cair, *Compos. Bagian A Appl. Sains. Manuf* 36 (2005) 1004-1010.
- E. Saldívar-Guerra, E. Vivaldo-Lima, *Handbook of polymer synthesis, characterization, and processing*, 2013. Tersedia dari: <http://dx.doi.org.10.1002/9781118480793..>
- M. Deléglise, C. Binétruy, P. Krawczak, Solusi untuk mengisi masalah prediksi waktu untuk injeksi yang didorong tekanan konstan di RTM, *Compos. Bagian A Appl. Sains. Manuf.* 36 (2005) 339-344. Tersedia dari: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesa.2004.07.001>.
- K. Van De Velde, P. Kiekens, Polimer termoplastik: ikhtisar beberapa sifat dan konsekuensinya dalam komposit yang diperkuat serat rami, *Polim. Tes.* 20 (2001) 885-893, [http://dx.doi.org/10.1016/S0142-9418\(01\)00017-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0142-9418(01)00017-4).
- Pizzi, A. 1983. *Wood Adhesive, Chemistry and Technology*. Marcell Dekker, Inc. New York
- Kollmann, F. P. P, E. W. Kuenzi, A. J. Stamm. 1975. *Principles of Wood Science and Technology. Vol. II. Wood based Materials*. SpringerVerlag. New York
- Goulding, T.M. 1983. *Acetate Wood Adhesive*. Marcel Dekker, Inc. New York

- Y Nys, MT Hincke, JL Arias, JM Garcia-Ruiz, S Solomon: Mineralisasi Cangkang Telur. *Poult Avian Biol Rev* 10, 143-166 (1999)
- Lertcumfu N, Jaita P, Manotham S, Jarupoom P, Eitssayeam S, Pengpat K, Rujijanagul G. Sifat komposit keramik kalsium fosfat yang berasal dari bahan alam. *Keramik Internasional*. 2016;42: 10638-10644
- Jamila. (2014). Modul Mata Kuliah Teknologi Pengolahan Limbah dan Sisa Hasil Ternak.
- Lumlong, S., Wanapan, S., Khamsri, B., & Pungpo, P. (2016). Effect of Eggshell as a Filler on Rubber Composite Properties. The 8th Thailand-Japan International Academic Conference 2016, 1–7.
- Tangboriboon, N., Kunanuruksapong, R., Sirivat, A., Kunanuruksapong, R., & Sirivat, A. (2012). Preparation and properties of calcium oxide from eggshells via calcination. *Materials Science- Poland*, 30(4), 313–322. <https://doi.org/10.2478/s13536-012-0055-7>
- Haygreen, J.G., dan Bowyer, J.L., 1996, Hasil Hutan dan Ilmu Kayu: Suatu Pengantar. Sujipto, A.H, penerjemah; Yogyakarta: Gajah Mada University Press. Terjemahan dari : Forest Product and Wood Science: An Introduction
- Muzata, M.A. 2015. Pembuatan Particle Board dari Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) Berbasis Perak Limbah Plastik Polipropilena dan Polistirena, Laporan Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Priadi T dan Pratiwi GA. 2014. Sifat Keawetan Alami dan Pengawetan Kayu Mangium, Manii dan Sengon secara Rendaman Dingin dan Rendaman Panas Dingin. *JITKT*. 12 (2): 118-126.
- Sulastiningsih IM, Novitasari, Turoso A. 2009. Pengaruh kadar perekat terhadap sifat papan partikel bambu. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Febrianto F, Sumardi I, Hidayat W, Maulana S. 2017. Papan untai bambu berarah: material unggul untuk komponen bangunan struktur. Bogor: IPB Press.
- Maloney, T. M. (1997). *Modern Particle Board and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. USA: Miller Freeman Publ.
- Kollman., F. F. P., and Wilfred, A Jr. C. (1975). *Principles of Wood Science and Technology – 1 – Solid Wood*, Allea and Union Publisher.

