

TESIS

**OPTIMASI KOMPOSISI MATERIAL DAN STRATEGI
PENGEMBANGAN PAPAN PARTIKEL SERAT SABUT
KELAPA**



NUGROHO MAMAYU HAYUNING BAWONO
22 56 11914

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul

OPTIMASI KOMPOSISI MATERIAL DAN STRATEGI PENGEMBANGAN PAPAN PARTIKEL SERAT SABUT
KELAPA

yang disusun oleh

Nugroho Mamayu Hayuning Bawono

225611914

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 26 April 2024

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Dr. T. Baju Bawono, S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Prof. Dr. Ir. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T., IPU.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Dr. T. Baju Bawono, S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Penguji 2	: The Jin Ai, S.T., M.T., D.Eng.	Telah Menyetujui
Penguji 3	: Yosef Daryanto, S.T., M.Sc., Ph.D.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 26 April 2024

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T.

Dokumen ini merupakan dokumen resmi UAJY yang tidak memerlukan tanda tangan karena dihasilkan secara elektronik oleh Sistem Bimbingan UAJY. UAJY bertanggung jawab penuh atas informasi yang tertera di dalam dokumen ini

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nugroho Mamayu Hayuning Bawono

NPM : 22 56 11914

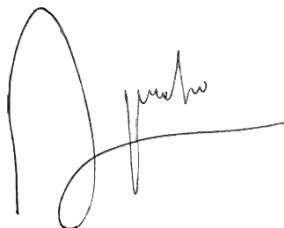
Dengan ini menyatakan bahwa tesis saya dengan judul “**Optimasi Komposisi Material Dan Strategi Pengembangan Papan Partikel Serat Sabut Kelapa**” merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2023/2024 yang bersifat orisinal dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Magister yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 17 April 2024

Yang menyatakan,



Nugroho Mamayu Hayuning Bawono

HALAMAN PERSEMBAHAN

Imagination will often carry us to worlds that never were. But without it we go nowhere

Carl Sagan

-vivere ad proposita gloria-

KATA PENGANTAR

Dengan rendah hati penulis mengawali kata-kata di dalam tesis ini seperti seorang penjelajah yang memasuki hutan belantara. Tesis ini bukan sekadar kumpulan halaman, melainkan sebuah perjalanan. Perjalanan yang membawa kita melintasi labirin konsep, mengurai benang-benang pemikiran, dan menemukan harta karun pengetahuan. Penulis mempersembahkan tesis ini yang berjudul **“Optimasi Komposisi dan Strategi Pengembangan Material Baru Papan Partikel Serat Sabut Kelapa.”** Tesis ini merupakan hasil dari perjalanan penelitian yang menggali potensi serat sabut kelapa sebagai bahan baku dalam pembuatan papan partikel.

Dalam tesis ini, penulis mencoba menjelajahi komposisi serat sabut kelapa, merancang strategi pengembangan material, serta menguji sifat fisis dan mekanik papan partikel yang dihasilkan. Tujuan utama adalah mengoptimalkan komposisi serat dan mencari strategi terbaik untuk menghasilkan material papan partikel berkualitas.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penelitian ini:

1. Tuhan Yesus Kristus
2. Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan dukungan finansial demi kelancaran penelitian.
3. Dr. Ir. Baju Bawono, S.T., M.T. dan Prof. Dr. Ir. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T. yang telah membimbing, menjadi teman diskusi, serta memberikan pencerahan dari sudut pandang yang berbeda.
4. Bapak Fajar Stevano Artha selaku teman kuliah dan orang yang telah memberikan ide untuk penelitian ini.
5. Yohanes Rudianto selaku *“partner in crime”* yang sudah membantu serta meluangkan waktu, memberikan tempat, dan tenaganya dalam proses penelitian ini.
6. Terima kasih kepada keluarga, teman, rekan, serta orang-orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan motivasi, bimbingan, dan dukungan selama proses penelitian.

7. Penulis juga berterima kasih kepada matahari yang setia menyinari setiap kalimat, kepada bulan yang diam-diam menjadi saksi ketika ide-ide muncul di tengah malam, dan kepada secangkir kopi yang selalu setia menemani.

Mari kita lanjutkan perjalanan ini. Mari kita biarkan kata-kata ini menjadi jembatan menuju pengetahuan yang lebih dalam. Penulis berharap, di antara kalimat dan paragraf terdapat kunci untuk membuka pintu masa depan, atau mungkin hanya sebatang pena yang menulis sejarah. Semoga tesis ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan teknologi material berkelanjutan dan memperluas pemahaman kita tentang potensi serat alami, khususnya serat sabut kelapa.

Yogyakarta, April 2024

Nugroho Mamayu Hayuning Bawono

DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	HALAMAN JUDUL	I
	HALAMAN PENGESAHAN	II
	HALAMAN PERSEMBAHAN	IV
	KATA PENGANTAR	V
	DAFTAR ISI	VII
	DAFTAR TABEL	X
	DAFTAR GAMBAR	XII
	DAFTAR LAMPIRAN	XIV
	INTISARI	XV
	<i>ABSTRACT</i>	XVI
1	PENDAHULUAN	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Rumusan Masalah	5
	1.3. Tujuan Penelitian	5
	1.4. Batasan Masalah	5
2	TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
	2.1. Kajian Filsafat Desain Produk	6
	2.2. Tinjauan Pustaka	8
	2.3. Landasan Teori	13
3	METODOLOGI PENELITIAN	31
	3.1. Kerangka Konseptual	31
	3.2. Desain Penelitian	32
		VII

3.3. Tahap I	33
3.4. Tahap II	34
3.5. Tahap III	43
3.6. Tahap IV	48
3.7. Tahap V	48
4 PENGUJIAN MEKANIS DAN FISIS MATERIAL	49
4.1. <i>Flexural Strength</i>	49
4.2. <i>Tensile Strength</i>	51
4.3. Modulus Elastisitas Lentur	54
4.4. Uji Kerapatan	56
4.5. Uji Kadar Air	57
4.5. Uji Pengembangan Tebal	60
5 PEMBAHASAN	62
5.1. Hasil Pengujian	62
5.2. Analisis Respon Permukaan Pengujian Mekanis	63
5.3. Interpretasi Hasil	71
6 PERAN <i>BUSINESS ANALYTICS</i> DALAM STRATEGI PENGEMBANGAN PRODUK	75
6.1. Analisis <i>Activity Based Costing</i>	76
6.2. Analisis SWOT	79
6.3. Analisis <i>Triple Layered Business Model Canvas</i>	81
7 KESIMPULAN DAN SARAN	91
7.1. Kesimpulan	91
7.2. Saran	92

DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	105

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Pengujian Mekanis Papan Partikel.....	2
Tabel 2.1. Karakteristik Serat Alam.....	8
Tabel 2.2. Jurnal Berdasarkan Perekat.....	11
Tabel 2.3. Jurnal Berdasarkan <i>Treatment</i>	13
Tabel 2.4. Toleransi Tebal Papan.....	21
Tabel 2.5. Syarat Khusus/Klasifikasi.....	22
Tabel 2.6. Syarat Mekanis.....	23
Tabel 2.7. Emisi Formaldehida.....	23
Tabel 2.8. Klasifikasi Tipe Papan Partikel.....	24
Tabel 2.9. Klasifikasi Uji Bakar JIS A 5908:2003.....	25
Tabel 3.1. Variabel Kontrol.....	36
Tabel 3.2. Penentuan Desain <i>Central Composite Design</i>	37
Tabel 3.3. Desain <i>Central Composite Design</i>	38
Tabel 3.4. Spesifikasi Perekat.....	40
Tabel 4.1. Keteguhan Lentur Spesimen.....	50
Tabel 4.2. Keteguhan Tarik Spesimen.....	53
Tabel 4.3. Modulus Elastisitas Lentur.....	54
Tabel 4.4. Hasil Uji Kerapatan.....	57
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Kadar Air.....	59
Tabel 4.6. Uji Pengembangan Tebal.....	60
Tabel 5.1. Hasil Pengujian Mekanis.....	62
Tabel 5.2. Hasil Pengujian Kerapatan, Kadar Air, dan Pengembangan Tebal....	63
Tabel 5.3. ANOVA Pengujian <i>Flexural Strength</i>	64
Tabel 5.4. ANOVA Pengujian <i>Tensile Strength</i>	66
Tabel 5.5. ANOVA Modulus Elastisitas.....	69

Tabel 5.6. Perbandingan Pengujian Mekanis.....	71
Tabel 6.1. Biaya Bahan Baku Spesimen.....	76
Tabel 6.2. Biaya Tenaga Kerja Langsung.....	76
Tabel 6.3. Biaya <i>Overhead</i> Pabrik.....	76
Tabel 6.4. Biaya Bahan Baku.....	78
Tabel 6.5. Biaya Tenaga Kerja Langsung.....	78
Tabel 6.6. Biaya <i>Overhead</i> Pabrik.....	78
Tabel 6.7. Matriks SWOT.....	80
Tabel 6.8. <i>Economic Business Model Canvas</i>	84
Tabel 6.9. <i>Environmental Business Model Canvas</i>	87
Tabel 6.10. <i>Local Communities Business Model Canvas</i>	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Bagian-Bagian Buah Kelapa	3
Gambar 1.2. Klasifikasi <i>Wood Based Panels</i>	4
Gambar 2.1. Peta Penelitian Sebelumnya	11
Gambar 2.2. Bagan Morfologi Buah Kelapa.....	14
Gambar 2.3. Klasifikasi <i>Wood-Based Panels</i>	15
Gambar 2.4. Proses Produksi <i>Medium Density Fiberboard</i>	16
Gambar 2.5. Visualisasi Penggunaan RSM	17
Gambar 2.6. <i>Central Composite Design</i> untuk $k=2$ dan $\alpha=2$	20
Gambar 2.7. <i>Central Composite Design</i> untuk $k=3$ dan $\alpha=3$	20
Gambar 2.8. Ukuran Standar Papan Partikel	25
Gambar 2.9. Aliran Informasi pada Metode ABC	26
Gambar 2.10. Analisis SWOT	27
Gambar 2.11. Spektrum Strategi Dalam Perencanaan Strategis	28
Gambar 2.12. <i>Economic Business Model Canvas</i>	29
Gambar 2.13. <i>Environmental Business Model Canvas</i>	29
Gambar 2.14. <i>Local Communities Business Model Canvas</i>	30
Gambar 3.1. Kerangka Konseptual.....	31
Gambar 3.2. Tahapan Penelitian	32
Gambar 3.3. Tahap I Penelitian	33
Gambar 3.4. Tahap II Penelitian	34
Gambar 3.5. Proses Ekstraksi Serat Sabut Kelapa.....	40
Gambar 3.6. Material Serat Serabut Kelapa Kasar (<i>Cocofiber</i>).....	40
Gambar 3.7. Material Serat Serabut Kelapa Halus (<i>Cocopeat</i>).....	41
Gambar 3.8. Proses Pencetakan	42
Gambar 3.9. Fabrikasi Spesimen WBPs Serat Sabut Kelapa	43

Gambar 3.10. Uji Keteguhan Lentur dan Modulus Elastisitas Lentur Kering	44
Gambar 3.11. Uji Keteguhan Tegak Lurus	45
Gambar 3.12. Titik Pengukuran Tebal Papan Partikel	46
Gambar 3.13. Tahap III Penelitian	47
Gambar 3.14. Tahap IV Penelitian	48
Gambar 3.15. Tahap V Penelitian	48
Gambar 4.1. <i>Flexural Strength</i>	49
Gambar 4.2. <i>Flexural Test Report</i>	50
Gambar 4.3. <i>Tensile Strength</i>	52
Gambar 4.4. <i>Tensile Stregth Report</i>	52
Gambar 4.5. Perbandingan Dengan Standar SNI	55
Gambar 4.6. Timbangan ACIS AD-600H	56
Gambar 4.7. Jangka Sorong	56
Gambar 4.8. Pemanasan Spesimen Dengan Oven	58
Gambar 4.9. Desikator dan Pasir Silika	58
Gambar 5.1. Plot Sebaran Data Hasil Pengujian <i>Flexural Strength</i>	64
Gambar 5.2. Plot Kontur Pengujian <i>Flexural Strength</i>	65
Gambar 5.3. Kurva Permukaan Pengujian <i>Flexural Strength</i>	65
Gambar 5.4. Plot Sebaran Data Hasil Pengujian <i>Tensile Strength</i>	66
Gambar 5.5. Plot Kontur Pengujian <i>Tensile Strength</i>	67
Gambar 5.6. Kurva Permukaan Pengujian <i>Tensile Stregth</i>	68
Gambar 5.7. Sebaran Data Modulus Elastisitas	68
Gambar 5.8. Plot Kontur Modulus Elastisitas	70
Gambar 5.9. Kurva Permukaan Modulus Elastisitas	70
Gambar 6.1. Produk <i>Medium Density Fiberboard</i>	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Publikasi Jurnal Nasional	105
Lampiran 2 Pendaftaran Paten	106
Lampiran 3 Publikasi Jurnal Internasional.....	107
Lampiran 4 Manufaktur Spesimen	107
Lampiran 5 Pengujian <i>Flexural Strength</i>	108
Lampiran 6 Pengujian <i>Tensile Strength</i>	109
Lampiran 7. Spesimen Penelitian	110

INTISARI

Penelitian ini membahas peluang serat sabut kelapa sebagai material utama dalam *wood based panels* (WBPs) atau papan partikel. Kayu masih menjadi material utama dalam pembuatan papan partikel. Akan tetapi, meningkatnya kesadaran konsumen mengenai lingkungan hidup mendorong untuk mencari alternatif pengganti kayu dalam produk papan partikel.

Dengan menggunakan metode *Central Composite Design* (CCD) berbasis *Response Surface Methodology*, penulis meneliti kemungkinan sabut kelapa menjadi bahan utama dalam papan partikel. Terdapat 15 spesimen yang dibuat dengan variabel yang telah ditentukan kemudian diuji secara mekanis dan fisis.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa material ini memiliki peluang untuk dijadikan bahan utama pembuatan papan partikel. Spesimen optimal dalam penelitian ini memiliki komposisi serat kasar 100%, perekat 50%, dan suhu *hot press* 170⁰ C dengan kerapatan 0,53 gr/cm³; keteguhan lentur 99,53 kgf/cm²; keteguhan tarik 3,02 kgf/cm²; modulus elastisitas lentur 1,34x10⁴ kgf/cm²; kadar air 7,49%; dan pengembangan tebal sebesar 25,68%. Sedangkan, perekat yang digunakan dalam penelitian ini memiliki komposisi: 20% *Urea Formaldehyde*, 10% *Biosilica*, 10% Lateks Alam, dan 60% H₂O. Analisis *business analytics* kemudian dilakukan untuk menentukan strategi pengembangan produk prototipe ini dengan menggunakan *activity based costing*, *SWOT Analysis*, dan *Triple Layered Business Model Canvas*.

Keywords: Wood Based Panels, Central Composite Design, Serat Sabut Kelapa, Business Analytics, Product Development

ABSTRACT

This research discusses the opportunity of coconut fiber as a main material in wood-based panels (WBPs) or particleboard. Wood is still the main material in particleboard manufacturing. However, increasing consumer awareness about the environment has led to the search for alternatives to wood in particleboard products.

Using the Response Surface Methodology-based Central Composite Design (CCD) method, we examined the possibility of coconut fiber becoming the main ingredient in particleboard. There were 15 specimens made with predetermined variables and then tested mechanically and physically.

The test results show that this material has the opportunity to be used as the main material for making particleboard. The optimal specimen in this study has a composition of 100% coarse fiber, 50% adhesive, and hot press temperature of 170^o C with a density of 0.53 gr/cm³; flexural toughness of 99.53 kgf/cm²; tensile toughness of 3.02 kgf/cm²; modulus elasticity of 1.34x10⁴ kgf/cm²; moisture content of 7.49%; and thickness swellings of 25.68%. Meanwhile, the adhesive used in this study has the composition: 20% Urea Formaldehyde, 10% Biosilica, 10% Natural Latex, and 60% H₂O. A business analytics analysis was then conducted to determine the development strategy of this prototype product using activity based costing, SWOT Analysis, and Triple Layered Business Model Canvas.

Keywords: Wood Based Panels, Central Composite Design, Cocofiber, Business Analytics, Product Development