

ABSTRAK

Yogi Prasetya. *Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit Pelepah Kelapa Sawit Berlapis Bilah Bambu Andong.* Skripsi, Jakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Januari 2017. Dosen Pembimbing: Prof. Dr. Drs. Adi Santoso, M. Si. dan Dr. Gina Bachtiar, MT.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan pelepah kelapa sawit dan bambu andong sebagai bahan papan komposit sesuai dengan JIS A 5908 tentang papan partikel. Sehingga dapat memanfaatkan limbah kelapa sawit dan penggunaan bambu secara maksimal.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan populasi adalah papan komposit yang berbahan dasar pelepah kelapa sawit dan bambu andong dengan 3 variasi kadar perekat yaitu 20%, 30% dan 40% dari berat pelepah kelapa sawit. Penelitian ini melakukan 7 pengujian, yaitu: kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, modulus patah, modulus elastisitas, kuat rekat internal dan kuat cabut sekrup.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai terbaik yang didapat pada penelitian ini dihasilkan oleh papan komposit dengan kadar perekat sebesar 30%, nilai yang dihasilkan pada uji kerapatan, kadar air dan pengembangan tebal secara berturut-turut sebesar 0,58 g/cm³ 13% dan 49%. Rata – rata nilai modulus patah, modulus elastisitas dan kuat cabut sekrup secara berturut-turut adalah 13,914 kgf/cm², 20,108 kgf/cm², dan 32,88 kg. Berdasarkan uji statistik menunjukkan bahwa bertambahnya kadar perekat berpengaruh secara signifikan pada sebagian besar pengujian sifat fisis dan mekanis papan komposit pelepah kelapa sawit berlapis bilah bambu andong.

Kata Kunci: Papan Komposit, Pelepah Kelapa Sawit, Bambu Andong, Perekat Tanin,

ABSTRACT

Yogi Prasetya, Physical and Mechanical Properties of Palm Fronds and Andong Bamboo Composite Board. Essay., Jakarta; Departement of Civil Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta. January 2017. Supervised by : Prof . Dr. Drs Adi Santoso, M.Si and Dr. Gina Bachtiar MT.

The purpose of this study is to utilize palm fronds and andong bamboo as composite board, so it can take advantage of palm oil waste and use of andong bamboo to the fullest.

This study use experimental method, the population is composite board made from palm fronds and andong bamboo with three adhesive content variations of 20%, 30% and 40% of weight of the palm fronds. This study did three tests of physical properties, namely; density, moisture content and thickness swelling and four test of mechanical properties, namely; Modulus of elasticity, modulus of rupture, internal bond and screw holding power.

The result of this study showed that the best value obtained by composite board with adhesive content of 30%. With value of density , moisture content and thickness swelling were 0,58 gr/cm³, 13% and 49%, respectively. The average modulus of rupture, modulus of elasticity and screw holding power were 13,914 kgf/cm², 20,108 kgf/cm², and 32,88 kg, respectively.

Based on statistical test showed that increased adhesive content effect significantly at most test of physical and mechanical properties of palm fronds and andong bamboo composite board.

Key : Composite board, palm fronds, andong bamboo, tannin adhesive

HALAMAN PERSETUJUAN

Nama : Yogi Prasetya
No. Registrasi : 5415117401
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan

Judul Skripsi : SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN KOMPOSIT
PELEPAH KELAPA SAWIT BERLAPIS BILAH BAMBU
ANDONG

Jakarta, Februari 2017

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Drs. Adi Santoso, M.Si

NIP. 19580705 198903 1 007

Dr. Gina Bactiar, M.T

NIP. 19600415 198602 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri dengan arahan dari dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Januari 2017

Yang Membuat Pernyataan

Yogi Prasetya

5415 11 7401

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, karunia dan pengasihannya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN KOMPOSIT PELEPAH KELAPA SAWIT BERLAPIS BILAH BAMBU ANDONG** ”. Yang merupakan sebagian persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik pada program studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Keterbatasan pengetahuan dan kemampuan saya dalam penelitian ini, menyebabkan saya sering menemukan kesulitan. Oleh karena itu skripsi ini tidaklah dapat terwujud dengan baik tanpa adanya bimbingan, dorongan, saran dan bantuan dari berbagai pihak. Maka sehubungan dengan hal tersebut, pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Drs. Adi Santoso, M. Si dan Ibu Dr. Gina Bachtiar, MT selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran selalu membimbing dan memberi semangat kepada saya hingga selesainya skripsi ini.
2. Seluruh Staff dan Laboran dari Pusat Penelitian Hasil Hutan yang telah membantu dan ikut serta dalam penelitian saya.
3. Kedua Orangtua saya, Terimakasih untuk doa, semangat dan dukungan dari beliau sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Keluarga, kerabat, teman dan sahabat yang selalu mendukung dan memberikan semangat.

Penulis menyadari bahwa skripsi banyak kekurangannya dari segi isi dan penulisannya. Akhir kata saya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Penulis

Yogi Prasetya

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I - PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	6
1.3 Pembatasan Masalah.....	6
1.4 Perumusan Masalah	7
1.5 Tujuan Penelitian	8
1.6 Manfaat Penelitian	8
BAB II – KERANGKA TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS	9
2.1 Deskripsi Teori	9
2.1.1 Papan Komposit	9
2.1.1.1 Sifat Fisis Papan Komposit	10
2.1.1.2 Sifat Mekanis Komposit.....	11
2.1.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Papan	13
2.1.1.4 Standar Pembuatan Papan Komposit	17
2.1.2 Bambu	18
2.1.4.1 Bilah Bambu Andong.....	20
2.1.3 Pelepah Kelapa Sawit.....	22
2.1.4 Perekat.....	24
2.1.4.1 Tanin Resorsinol Formaldehida	24
2.1.4.2 Poliuretan	25

2.2	Penelitian Relevan	27
2.3	Kerangka Berpikir	28
2.4	Perumusan Hipotesis	29
BAB III- METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	30
3.2.1	Bahan.....	30
3.2.2	Alat	31
3.3	Metode Penelitian	31
3.4	Prosedur Penelitian	32
3.4.1.	Pekerjaan Persiapan Bahan	32
3.4.2.	Pembuatan Benda Uji.....	33
3.5	Pengujian Benda Uji	35
3.5.1	Pengujian Sifat Fisis	35
3.5.2	Pengujian Sifat Mekanis.....	37
3.6	Teknik Pengambilan Sampel	40
3.6.1	Populasi	40
3.6.2	Sampel.....	40
3.7	Diagram Alir Penelitian	43
3.8	Instrumen Penelitian	44
3.9	Teknik Pengambilan Data.....	44
3.10	Teknik Analisis Data.....	44
BAB IV – HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		45
4.1.	Pengujian Pendahuluan.....	45
4.2.	Deskriptif Data.....	46
4.2.1.	Hasil Pengujian dan Pembahasan.....	47
4.3.	Pembahasan Umum	64
4.4.	Keterbatasan Penelitian	66
BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN		67
5.1.	Kesimpulan.....	67
5.2.	Saran	68

DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN-LAMPIRAN	71
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 - Nilai Standar Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel	17
Tabel 2.2 - Kandungan Kimia Bambu Secara Umum	19
Tabel 2.3 – Ukuran Bambu Andong	20
Tabel 2.4 – Kandungan Kimia Bambu Andong.....	21
Tabel 2.5 – Sifat Fisis dan Mekanis Bambu Andong	22
Tabel 2.6 – Sifat Fisis dan Mekanis Bilah Bambu Andong.....	22
Tabel 2.7 - Dimensi Serat Pelelah Kelapa Sawit	23
Tabel 2.8 – Komponen Perekat Poliuretan	26
Tabel 3.1 - Jumlah Papan Komposit	40
Tabel 3.2 - Ukuran dan Jumlah Papan Uji	41
Tabel 4.1 - Hasil Uji Awal	45
Tabel 4.2 – Hasil Uji Kerapatan	47
Tabel 4.3 – Hasil Uji Kadar Air	49
Tabel 4.4 - Analisa Varian Kadar Air Papan Komposit	51
Tabel 4.5 – Hasil Uji Pengembangan Tebal	52
Tabel 4.6 - Analisa Varian Pengembangan Tebal Papan Komposit	53
Tabel 4.7 – Hasil Uji Modulus Patah	55
Tabel 4.8 - Analisa Varian Modulus Patah Papan Komposit	57
Tabel 4.9 – Hasil Uji Modulus Elastisitas	58
Tabel 4.10 - Analisa Varian Modulus Elastisitas Papan Komposit	60
Tabel 4.11 – Hasil Uji Keteguhan Cabut Sekrup	61
Tabel 4.12 - Analisa Varian Keteguhan Cabut Sekrup Papan Komposit	63
Tabel 4.13 - Perbandingan Nilai Rata – Rata Dari Setiap Variasi Kadar Perekat	64
Tabel 4.14 - Hasil Perbandingan Nilai Rata – Rata Dari Setiap Variasi Kadar Perekat Berdasarkan JIS A 5908 2003	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Pengujian Kuat Cabut Sekrup	38	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2. Potongan Melintang Sampel Uji	40	
Gambar 3.3. Pola Pemotongan Sampel Uji.....	40	
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian	42	
Gambar 4.1 Histogram Kerapatan papan Komposit	47	
Gambar 4.2 Histogram Kadar Air papan komposit	49	
Gambar 4.3 Histogram Pengembangan Tebal papan komposit.....	51	
Gambar 4.4 Histogram Modulus Patah Papan Komposit	54	
Gambar 4.5 Histogram Modulus Elastisitas Papan Komposit.....	58	
Gambar 4.6 Histogram kuat cabut sekrup papan komposit	51	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 – Analisa Kebutuhan Bahan Papan Komposit.....	69
Lampiran 2 – Hasil Uji Kerapatan	71
Lampiran 3 – Hasil Uji Kadar Air	72
Lampiran 4 – Hasil Uji Pengembangan Tebal	73
Lampiran 5 – Hasil Uji Modulus Patah	74
Lampiran 6 – Hasil Uji Modulus Elastisitas	75
Lampiran 7 – Hasil Uji Keteguhan Cabut Sekrup	76
Lampiran 8 – Hasil Analisa Varian Kadar Air	79
Lampiran 9 – Hasil Analisa Varian Pengembangan Tebal	81
Lampiran 10 – Hasil Analisa Varian Modulus Patah	83
Lampiran 11 – Hasil Analisa Varian Modulus Elastisitas	85
Lampiran 12 – Hasil Analisa Varian Keteguhan Cabut Sekrup	87

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk Negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia. Berdasarkan data Direktorat Jendral Perkebunan jumlah luas perkebunan kelapa sawit pada tahun 2014 mencapai 6,4044 juta Ha dan 4,55185 Juta Ha untuk luas kelapa sawit non perkebunan. Produk samping tanaman kelapa sawit tersedia dalam jumlah yang besar dan belum di manfaatkan secara optimal adalah pelepah daun, lumpur sawit dan bugkil kelapa sawit (Retno W dan Dana K, *Serat Pelepah Kelapa Sawit untuk bahan baku produk kerajinan*, 2015). Setiap hektar kebun kelapa sawit rata-rata menghasilkan 2 ton pelepah pertahunnya (LIPI, 2005). Melihat potensi ini, pemanfaatan pelepah kelapa sawit sebagai bahan papan komposit pengganti papan dari kayu *solid* adalah salah satu cara untuk memaksimalkan potensinya. Hal ini memungkinkan karena pelepah kelapa sawit mengandung serat berlignoselulosa yang sifatnya mirip dengan kayu (Sihotang, 2005). Kandungan selulosa pada pelepah kelapa sawit sebesar 51% dan hemiselulosa sebesar (15%) (Khalil *et al.* 2012). Selain itu produksi kayu olahan dalam bentuk kayu lapis mengalami penurunan pada triwulan II tahun 2015 yaitu menjadi 0,36 juta m³ setelah sebelumnya pada triwulan I produksi kayu lapis sebesar 0,44 juta m³. Kemudian produksi kayu turun pada triwulan IV menjadi 37,39 ribu m³. (Badan Pusat Statistik, *Statistik Produksi Kehutanan*, 2015). Berdasarkan data tersebut

pemanfaatan pelepah kelapa sawit dianggap tepat untuk menambah jumlah kayu olahan.

Namun papan komposit pelepah kelapa sawit tidak cukup kuat dalam menahan beban. Berdasarkan penelitian Nona Augustin pada tahun 2016 tentang papan partikel kelapa sawit dengan perekat tannin mendapatkan hasil modulus elastisitas dan modulus patah sebesar 0,411 GPa dan 32,29 MPa, hasil tersebut jauh dibawah standar JIS A 5908 2003. Dalam penelitian Nurul *et al.* (2009) tentang papan partikel serbuk pelepah kelapa sawit dengan perekat urea folmaldehida sebanyak 12% mempunyai kerapatan 0,56 g/cm³, modulus patah sebesar 51,5 MPa dan modulus elastisitas sebesar 0,8906 GPa. Hasil tersebut tidak memenuhi standar JIS A 5908 2003 . Berdasarkan penelitian tersebut maka dibutuhkan perkuatan untuk meningkatkan kekuatan dari papan komposit pelepah kelapa sawit.

Memperhatikan kekuatan bambu yang tinggi dan dengan kualitas yang baik dapat diperoleh pada umur 3 – 5 tahun berbeda dengan kayu yang membutuhkan waktu sekitar 50 tahun untuk siap tebang. Kurun waktu yang lebih singkat, serta mengingat bahwa bambu mudah ditanam dan tidak memerlukan perawatan khusus. Salah satu bambu yang berpotensi untuk meningkatkan kekuatan papan komposit pelepah kelapa sawit adalah bambu andong. Berdasarkan penelitian I.M Sulistianingsih (2014) menyatakan bahwa besar modulus elastisitas (MOE) dan modulus patah (MOR) sebesar 2 GPa dan 120 MPa. Selain itu menurut penelitian Jasni dan Sumarni (1993) mengemukakan bahwa bambu andong relatif

tahan terhadap serangan bubuk bambu. Berdasarkan hasil penelitian tersebut tingginya kekuatan bambu dan relatif kuat terhadap serangan bubuk maka bambu andong adalah salah satu solusi yang tepat sebagai bahan tambahan dalam papan komposit dengan pelepah kelapa sawit. Hasil penelitian IM Sulistianingsih menyatakan bahwa besarnya nilai kerapatan, MOE dan MOR bambu andong akan semakin meningkat dari pangkal ke ujung batang bambu. Hal ini diperkuat oleh Liese (1985) bahwa peningkatan nilai kerapatan, MOE dan MOR bambu dari bagian pangkal ke ujung diakibatkan oleh peningkatan jumlah ikatan pembuluh yang semakin banyak pada ruang yang lebih kecil mengakibatkan volume udara dalam luasan tertentu semakin kecil sehingga mengakibatkan massa kayu dan kerapatan meningkat. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka pada penelitian ini akan digunakan bambu andong pada bagian ujung.

Pemanfaatan papan komposit membutuhkan bahan perekat sebagai bahan penggabungan 2 jenis bahan berbeda yaitu pelepah kelapa sawit dengan bilah bambu. Dalam hal penggunaan perekat perlu diperhatikan dampak penggunaannya terhadap lingkungan. Salah satunya dengan menggunakan perekat yang ramah lingkungan, yaitu perekat TRF (Tanin Resorsinol Formaldehida). Produk yang menggunakan perekat berbasis Tanin ramah lingkungan dengan emisi formaldehidanya yang sangat rendah (Adi Santoso, *Pemanfaatan Lignin dan Tanin Sebagai Alternatif Bahan Perekat Kayu Komposit*, 2012). Selain itu, berdasarkan hasil

penelitian Adi Santoso (2012) menunjukkan bahwa TRF dapat digunakan untuk pembuatan bambu lamina 3 lapis dengan nilai kerapatan $0,8 \text{ g/cm}^3$.. kadar air 11,17%, MOE $133,615 \text{ kg/cm}^2$, MOR 1241 kg/cm^2 , keteguhan rekat $242,16 \text{ kg/cm}^2$. Dalam hasil penelitian yang sama menunjukkan bahwa TRF dapat digunakan untuk menyambung bilah kayu Waru, Bunyo, Gambir, Tempeas dan Rasamala dengan hasil MOR 291 – 862 kg/cm^2 , MOE $65,868 - 151,692 \text{ kg/cm}^2$. Besarnya hasil nilai kerapatan, MOE, MOR dan keteguhan rekat dalam penggunaan TRF pada bambu lamina serta pada penyambungan bilah kayu, maka TRF berpotensi digunakan untuk papan partikel pelepah kelapa sawit. Dalam peniltian Adi Santoso (2012) kadar padatan (*Solid Content*) perekat TRF sebesar 80% hasl ini menunjukkan bahwa sebagian besar dari perekat TRF adalah air yang bisa menguap ketika dilakukan kempa panas. Dalam peneletian pendahuluan yang dilakukan menunjukkan bahwa dengan kadar perekat sebesar 40% dari berat *core* atau inti papan komposit mendapatkan hasil yang baik dengan tingkat kerapatan $0,65 \text{ g/cm}^3$. Berdasarkan hasil tersebut untuk mencari tingkat efesiensi penggunaan perekat TRF maka dalam penelitian ini akan membuat variasi kadar perekat sebesar 20%, 30% dan 40% dari berat *core*.

Akan tetapi Penggunaan perekat tanin pada papan komposit tidak mengurangi daya serap air yang tinggi pada papan komposit. Terlihat pada nilai kadar air pada bambu lamina yang diteliti oleh Adi Santoso (2012) sebesar 11,17%. Oleh karena itu diperlukan perekat tambahan jenis lain

untuk meningkatkan nilai kadar air, salah satunya adalah perekat poliuretan. Penelitian Erniawati (2008) tentang pengembangan papan komposit berlapis anyaman bambu dari jenis kayu cepat tumbuh dengan perekat poliuretan menunjukkan bahwa daya serap air papan komposit dengan perekat poliuretan lebih rendah dibandingkan dengan daya serap pada papan komersil seperti kayu lapis, MDF tebal 0,9 cm dan MDF tebal 1,6 cm. Rendahnya daya serap air pada papan komposit yang dihasilkan disebabkan karena penggunaan perekat poliuretan yang lebih tahan terhadap air dibandingkan perekat *urea formaldehyde* atau *melamin formaldehyde*. Tetapi daya serap air papan komposit yang dihasilkan lebih tinggi dari daya serap air papan partikel karena umumnya papan partikel komersial menggunakan perekat yang lebih banyak. Dalam penelitian yang sama menunjukkan bahwa kadar perekat 6% merupakan kadar perekat minimal untuk mendapatkan papan yang memenuhi standar kualitas. Dari hasil pengujian awal didapatkan kadar perekat poliuretan sebesar 8,8% dari berat bahan. Maka dalam penelitian ini akan digunakan perekat poliuretan pada bilah bambu sebesar 8,8%.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan papan komposit pelepah kelapa sawit yang dilapisi bilah bambu andong pada sisi atas dan bawah dengan menggunakan perekat jenis tannin sebesar 20%, 30% dan 40% dari berat bahan pelepah kelapa sawit dan perekat poliuretan sebagai perekat bilah bambu dengan papan komposit sebesar 8,8% dari berat bahan pelepah kelapa sawit. Dalam hal ini ditinjau sejauh mana bilah

bambu andong dapat memperkuat papan komposit sesuai syarat JIS A. 5908 (2003) tentang *particleboards* .

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Apakah papan komposit berlapis bilah bambu andong dengan pelepah kelapa sawit memenuhi syarat JIS A. 5908 (2003) tentang *particleboards*?
2. Apakah bilah bambu andong dapat meningkatkan sifat fisis dan mekanis papan komposit?

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penulisan skripsi ini dapat terarah dan terencana, maka dibuat suatu batasan masalah seperti tercantum dibawah ini :

1. Papan komposit berlapis bilah bambu yang dibuat menggunakan bahan baku bambu andong yang didapat dari daerah Sukabumi.
2. Pelepah kelapa sawit yang digunakan diambil dari daerah Banten, pelepah kelapa sawit sudah dipilah-pilah dan sudah menjadi serabut dengan kadar air 5% dan ukuran 5-7cm..
3. Perekat yang digunakan pada *core* adalah Tanin TRF dan poliuretan pada lapisan atas dan bawah *core* yang diproduksi oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.

4. Bambu andong terlebih dahulu dipotong sepanjang 30 cm dari ujung batang bambu dan kemudian dibelah untuk dijadikan bilah bambu.
5. Bilah bambu andong dikeringkan terlebih dahulu dengan proses oven selama 2 hari dengan suhu 80C sampai kadar air kurang dari 5%.
6. Ukuran papan komposit 300 mm x 300 mm dengan ketebalan 0.9cm pada core dan 0.3cm pada bilah bambu sebanyak 2 lapis atas dan bawah.
7. Pada proses kempa panas pembuatan core menggunakan suhu kempa yang sebesar 140C, tekanan kempa 30 MPa selama 20 menit.
8. Sebelum dilakukan perekatan bilah bambu, papan komposit dikondisikan 1 – 2 hari.
9. Pada proses kempa dingin perekatan bilah bambu menggunakan perekat poliuretan, dengan tekanan kempa 30 MPa selama 20 menit.
10. Acuan yang digunakan untuk pengujian sifat fisis dan mekanis papan komposit adalah JIS A. 5908 (2003) tentang *particleboards*.

1.4 Perumusan Masalah

Dari identifikasi dan pembatasan masalah diatas maka perumusan masalahnya adalah sebagai berikut :

Apakah papan komposit berlapis bilah bambu dengan bahan *core* pelepah kelapa sawit menggunakan perekat tanin dengan berat perekat 20%, 30% dan 40% dan lapisan bilah bambu andong dengan perekat poliuretan seberat 8,8 % dapat memenuhi syarat JIS A. 5908 (2003) tentang *particleboards*?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk memanfaatkan pelepah kelapa sawit dan bambu andong sebagai bahan baku pembuatan papan komposit dengan perekat tanin untuk memaksimalkan hasil hutan secara efektif beserta untuk mengetahui karakteristik papan komposit pelepah kelapa sawit dan bambu andong dengan perekat tanin terhadap sifat fisis dan mekanis papan komposit sesuai dengan JIS A. 5908 (2003) tentang *particleboards*.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh informasi mengenai pemanfaatan bambu andong dan pelepah kelapa sawit dengan menggunakan perekat tanin untuk dijadikan papan komposit berlapis bilah bambu sebagai bahan pembuatan produk olahan lainnya seperti dalam industri meubel. Serta mengurangi penggunaan kayu *log* untuk membantu melestarikan hutan. Serta sebagai masukan bagi peneliti khususnya untuk mengetahui kekuatan papan komposit berlapis bilah bambu yang terbuat dari bambu andong dan pelepah kelapa sawit.

BAB II

KERANGKA TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

2.1 Deskripsi Teori

2.1.1 Papan Komposit

Papan komposit merupakan papan buatan yang bahan bakunya dapat berupa kayu *solid*, partikel dan serat. Papan partikel merupakan bagian dari produk papan komposit. Papan komposit memiliki banyak keunggulan, salah satunya adalah dapat menghasilkan ukuran papan yang lebih lebar dan panjang sesuai dengan yang diperlukan dan bahan bakunya dapat menggunakan semua tanaman yang mengandung lignin dan selulosa. Beberapa parameter kunci yang berpengaruh terhadap kualitas papan komposit antara lain jenis kayu, bentuk partikel, kerapatan papan, profil kerapatan papan, jenis dan kadar serta distribusi perekat, kadar air adonan, konstruksi papan, arah orientasi partikel dan kadar air partikel (Massijaya,2001).

Dalam proses pembuatan papan komposit, semakin tinggi suhu kempa yang digunakan, maka pengembangan tebal dan daya serap semakin rendah, keteguhan lentur dan kekuatan tarik sejajar permukaan semakin tinggi, semakin tinggi kadar perekat yang digunakan maka kualitas papan komposit yang dihasilkan semakin baik (Massijaya,1997).

Berdasarkan kerapatannya papan partikel dibagi menjadi tiga jenis yaitu kerapatan rendah dengan kerapatan kurang dari $0,4 \text{ g/cm}^3$, kerapatan sedang dengan kerapatan antara $0,4-0,8 \text{ g/cm}^3$, dan kerapatan tinggi dengan nilai kerapatan di atas $0,8 \text{ g/cm}^3$ (Maloney, 1977).

2.1.1.1 Sifat Fisis Papan Komposit

Sifat fisis papan serat yang di uji dalam penelitian ini antara lain kerapatan, kadar air dan pengembangan tebal.

1. Kerapatan

Kerapatan didefinisikan sebagai massa atau berat per satuan volume (Suschland *and* Woodson, 1986: h 4). Kerapatan papan serat ditetapkan dengan cara yang sama pada semua standar, tetapi persyaratannya tidak selalu sama. Standar papan komposit antara $0,4 \text{ g/cm}^3 \sim 0,9 \text{ g/cm}^3$ (SNI 03 2105 2006).

2. Kadar Air

Kadar air adalah berat air yang terdapat di dalam papan serat yang dinyatakan dalam persen (%) terhadap berat papan komposit dalam keadaan kering tanur/oven. Kadar air papan komposit tidak diperkenankan lebih dari 14% (SNI 03 2105 2006). Kadar air papan komposit ditetapkan dengan cara yang sama pada semua standar, yaitu metode oven.

3. Pengembangan Tebal

Iswanto (2008:7) mengemukakan bahwa pengembangan tebal diduga ada hubungannya dengan absorpsi air karena semakin banyak air yang diserap dan memasuki struktur komposit maka semakin besar perubahan dimensi yang dihasilkan. Papan komposit yang dibuat dari komposit yang berkerapatan rendah akan mengalami pengempaan yang lebih besar pada saat pembebanan sehingga bila direndam dalam air akan terjadi pembebasan tekanan yang lebih besar dan mengakibatkan pengembangan tebal menjadi lebih tinggi.

2.1.1.2 Sifat Mekanis Komposit

Sifat mekanis papan komposit yang di uji dalam penelitian ini antara lain keteguhan patah, keteguhan lentur, kuat rekat dan kuat cabut sekrup.

1. Keteguhan Patah atau *Modulus of Rupture* (MOR)

Menurut Kollman dan Cote (1968:300) keteguhan patah atau *Modulus of Rupture* (MOE) merupakan sifat mekanis kayu yang berhubungan dengan kekuatan kayu yaitu ukuran kemampuan kayu untuk menahan beban atau gaya luar yang bekerja padanya dan cenderung merubah bentuk dan ukuran kayu tersebut. Modulus patah (MOR) diperlukan untuk menentukan beban yang dapat dipikul suatu gelagar. *Modulus of Rupture* (MOR) dihitung dari beban maksimum (beban pada saat patah) dalam uji keteguhan

lentur dengan menggunakan pengujian yang sama dengan MOE (Haygreen dan Bowyer, 1989). MOR dan MOE sangat penting untuk diperhatikan terutama untuk pemakaian struktural seperti pelapisan, alas lantai, dinding sisi dan bagian-bagian industri yang memerlukan kekuatan (Haygreen dan Bowyer, 1989: 197).

2. Keteguhan Lentur atau *Modulus of Elasticity* (MOE)

Menurut Haygreen dan Bowyer (1989: 199) kekuatan lentur atau *Modulus of Elasticity* (MOE) adalah suatu nilai yang konstan dan merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan di bawah batas proporsi. Tegangan didefinisikan sebagai distribusi gaya per unit luas, sedangkan regangan adalah perubahan panjang per unit panjang bahan. *Modulus of Elastissity* (MOE) dapat diartikan pula sebagai ukuran ketahanan terhadap pemanjangan atau pemendekan suatu contoh benda uji di bawah tarikan atau tekanan. *Modulus of Elastissity* (MOE) berkaitan dengan regangan, defleksi dan perubahan bentuk yang terjadi. Besarnya defleksi dipengaruhi oleh besar dan lokasi pembebanan, panjang dan ukuran balok serta MOE kayu itu sendiri. Makin tinggi MOE akan semakin kurang defleksi balok atau gelagar dengan ukuran tertentu pada beban tertentu dan semakin tahan terhadap perubahan bentuk (Haygreen dan Bowyer, 1989:199).

3. Keteguhan Rekat Internal (*Bond*)

Keteguhan rekat didefinisikan sebagai kekuatan tarik tegak lurus bidang papan. Ikatan internal adalah ukuran tunggal terbaik tentang kualitas pembuatan suatu papan karena menunjukkan kekuatan ikatan antara komposit – komposit. Ikatan internal merupakan suatu uji pengendalian kualitas yang penting karena menunjukkan kebaikan pencampurannya, pembentukannya dan proses pengepresannya (Haygreen dan Bowyer, 1989: 200).

4. Keteguhan Cabut Sekrup

Kekuatan menahan sekrup penting untuk kegunaan perabotan rumah tangga. Kekuatan menahan sekrup sebagian besar ditentukan oleh kerapatan papan, meskipun kandungan resin juga berpengaruh (Haygreen dan Bowyer, 1989: 202).

2.1.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Papan

Faktor yang mempengaruhi kualitas papan komposit adalah jenis kayu yang digunakan, bentuk dan ukuran partikel, jenis perekat, jumlah distribusinya dalam papan, kadar air bahan komposit, kerapatan papan, bahan –bahan tambah seperti lilin, bahan pengawet tahan api (Koolman *et al.* 1975).

1. Jenis Bahan

Menurut Kollman *et al.* (1975), bahan yang dapat digunakan untuk membuat papan partikel bervariasi, antara lain : kayu atau bahan – bahan berlignoselulosa lainnya (produk hasil hutan yang tidak digunakan, limbah industri kayu dan non kayu). Menurut Widyorini *et al.* (2005) faktor lain yang mendukung keberhasilan pembentukan ikatan pada papan partikel adalah komponen kimia hemiselulosa, lignin, dan α -selulosa. Hasil penelitian pada penelitian pada pembuatan papan partikel dari 3 jenis bambu yang memiliki komposisi kimia berbeda yaitu : petung, wulung dan pus menghasilkan nilai yang berbeda terhadap sifat mekanika papan yang dihasilkan.

2. Kadar Air Komposit

Kadar air merupakan suatu nilai yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung dalam papan komposit. Kadar air partikel merupakan faktor penting dalam pembuatan papan komposit terutama dengan kempa panas. Dalam pembuatan papan partikel kadar air kayu sangat mempengaruhi kualitas papan partikel dimana kadar air yang terlalu tinggi akan mengurangi sifat fisika dan mekanika papan partikel yang dihasilkan (Baharoglu *et al.*, 2012).

3. Bentuk dan Ukuran Partikel

Bentuk dan ukuran partikel atau geometri partikel merupakan karakteristik dari tipe partikel (Maloney, 1997). Aspek terpenting dari

bentuk dan ukuran partikel adalah panjang dan nisbah tebal ke panjang. Ukuran partikel yang terlalu halus dihindari karena perekat akan terserap banyak ke dalam partikel sehingga mengakibatkan gumpalan partikel dan menurunkan kekuatannya (Haygreen dan Bowyer, 1989)

Klasifikasi bentuk dan ukuran partikel menurut Haygreen dan Bowyer (1989) antara lain : pasahan (*shaving*), yaitu partikel kayu berdimensi tidak menentu yang dihasilkan apabila mengetam lebar atau mengetam sisi ketebalan kayu. Pasahan memiliki ketebalan yang bervariasi dan sering tergulung. Serpihan (*flake*), yaitu partikel kecil dengan dimensi yang telah ditentukan sebelumnya yang dihasilkan dalam peralatan yang telah dikhususkan. Serpihan memiliki ketebalan yang seragam, dengan orientasi serat sejajar permukaannya. Biskit yaitu serupa serpih dalam bentuknya tetapi lebih besar. Biskit biasanya memiliki tebal lebih dari 0,025 inci dan lebih dari 1 inci panjangnya. Tatal yaitu sekeping kayu yang dipotong dari suatu blok dengan pisau yang besar atau pemukul.

Menurut Rofii *et al.* (2014) pada pembuatan papan partikel dari matoa, bentuk geometri bahan baku berupa partikel kecil memiliki sifat mekanika yang lebih baik seperti keteguhan rekatnya dibanding bahan baku berbentuk serutan kasar, meskipun pada sifat pengembangan tebalnya menghasilkan nilai yang berbanding terbalik.

4. Jenis Perekat

Umumnya ada tiga jenis perekat untuk papan partikel yang digunakan dalam industri papan partikel, yaitu urea formaldehida, fenol formaldehida dan melamin formaldehida (Maloney, 1977). Perekat sintesis berbahan dasar minyak bumi seperti urea formaldehida menimbulkan masalah emisi formaldehida dari panel yang dapat menyebabkan masalah kesehatan (ARB, 2008). Oleh sebab itu penggunaan perekat alami mulai banyak dipertimbangkan seperti protein, tannin, lignin (Pizzi, 2006). Penggunaan tannin resorsinol formaldehida telah diteliti oleh Adi Santoso (2004) menyatakan bahwa sifat fisis dan mekanis bambu lamina dan sambungan bilah kayu memenuhi standar JIS A 5908 2003.

5. Kerapatan Papan Komposit

Kerapatan papan merupakan faktor yang sangat kuat mempengaruhi sifat papan partikel (Maloney, 1997). Salah satu tujuan produksi setiap papan yaitu untuk mempertahankan kerapatan serendah mungkin dan menghasilkan sifat kekuatan yang disyaratkan oleh standar. Pada umumnya peningkatan kerapatan akan meningkatkan sifat fisik papan komposit kecuali untuk kestabilan dimensi papan dan pengembangan tebal. Hal ini terjadi karena papan komposit berkerapatan tinggi akan mengandung lebih banyak partikel dari pada komposit berkerapatan rendah, sehingga pengembangan tebal akan lebih tinggi setelah penyerapan air.

6. Proses Pengempaan

Metode pengempaan untuk membuat papan partikel ada dua, yaitu pengempaan dingin dan pengempaan panas. Metode pengempaan didasari atas variable suhu, tekanan dan waktu kempa yang berpengaruh terhadap tipe bahan baku, spesies kayu, ukuran dan geometri partikel, jumlah perekat (Maloney, 1997).

2.1.1.4 Standar Pembuatan Papan Komposit

Standar digunakan untuk memudahkan menilai baik atau tidak nya produk yang dihasilkan. Standar yang digunakan untuk penilaian papan komposit yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah JIS A 5908 2003. Nilai standar sifat papan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Standar Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel

Sifat Papan Komposit	Satuan	Nilai
Kerapatan	g/cm ²	0,4 – 0,9
Kadar Air	%	Max 13
Penyerapan Air	%	-
Pengembangan Tebal	%	Max 12
Papan Partikel Tipe 18		
Keteguhan Lentur (MOE)	GPa	Min 3
Keteguhan Patah (MOR)	MPa	Min 18
Kuat Rekat Internal	MPa	Min 0,3
Kuat Cabut Sekrup	kgf	500
Papan Partikel Tipe 13		
Keteguhan Lentur (MOE)	GPa	Min 2,5

Keteguhan Patah (MOR)	MPa	Min 13
Kuat Rekat Internal	MPa	Min 0,2
Kuat Cabut Sekrup	kgf	400
Papan Partikel Tipe 8		
Keteguhan Lentur (MOE)	MPa	Min 2
Keteguhan Patah (MOR)	MPa	Min 8
Kuat Rekat Internal	MPa	Min 0,15
Kuat Cabut Sekrup	kgf	300

Sumber JIS A 5908 : 2003

2.1.2 Bambu

Bambu termasuk kedalam keluarga *Gramineae*, suku *Bambuseae* dan subfamili *Bambusoideae*, serat memiliki karakteristik seperti kayu. Secara anatomi, bambu terdiri atas 50% parenkim, 40% serat dan 10% sel penghubung. Parenkim dan sel penghubung lebih banyak ditemukan pada bagian dalam dari batang, sedangkan sifat serat lebih banyak pada bagian luarnya. Kisaran serat pada ruas penghubungnya antar buku memiliki kecenderungan bertambah dari bawah ke atas sementara parenkimnya akan semakin berkurang (Dransfield dan Widjaya, 1995).

Komponen kimia utama bambu terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin serta zat kimia lainnya seperti resin, tanin, lilin dan garam. Hasil penelitian terhadap bambu mengenai komponen kimia tersaji pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan Kimia Bambu Secara Umum

Kandungan	Satuan	Nilai
Selulosa	%	42,4 – 53,6
Pentosans	%	17,5 – 21,5
Lignin	%	19,8 – 26,6
Abu	%	1,24 – 3,77
Silika	%	0,10 – 1,78

Sumber: Beberapa Hasil Penelitian Sifat dan Pengolahan Bambu Puslitbang Hasil Hutan, Sutigno, 1980.

Menurut Dransfield dan Widjaya (1995), kadar air batang bambu mengalami penurunan pada batang bambu muda berkisar 50% - 99%, bambu dewasa berkisar 80% - 150% sedangkan pada bambu tua bervariasi antara 12% - 18%.

Berat jenis bambu bervariasi antara 0,5 – 0,8 g/cm², bagian luar dari batang mempunyai berat jenis lebih besar dari bagian dalamnya. Berat jenis akan meningkat dalam batang dari bagian bawah sampai bagian atasnya (Liese, 1980). Sedangkan sifat mekanis bambu akan meningkat dengan adanya penurunan kadar air dan berhubungan erat dengan berat jenis (Dransfield dan Widjaya, 1995). Umur bambu, kondisi bambu, kadar air, bentuk dan ukuran contoh uji, berbuku atau tidaknya, posisi dalam batang dan lama pengembunan sangat mempengaruhi sifat fisis dan mekanis bambu (Janssen, 1980).

2.1.4.1 Bilah Bambu Andong

Dransfield dan Widjaya (1995) menyatakan bambu andong atau bambu gombang memiliki sinonim antara lain *Gigantochloa pseudoarundinaceae* Widjaja, *Bambusa pseudoarundinaceae* dan *Gigantocloa maxima* Kurtz, dan memiliki nama daerah Pring Sunda, Awi Andong, Buluh Butuang Danto.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) bilah adalah belahan bambu (kayu atau sebagainya) yang tipis dan panjang. Bilah bambu adalah potongan atau belahan bambu yang dibuat tipis dan panjang, Bambu andong adalah jenis bambu yang warna kulitnya hijau tua dan kurang mengkilap. Disebut bambu andong karena salah satu manfaat dari bambu jenis ini yaitu biasa digunakan sebagai bahan pengikat/andong. Bambu andong umumnya memiliki diameter 5 – 13 cm, panjang antara 7 – 30 m, tebal dinding mencapai 2 cm dan dengan panjang ruas lebih dari 40 -45 cm (Dransfield dan Widjaya (1995). Hal ini sesuai dengan penelitian I.M Sulistianingsih yang tersedia pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Ukuran Bambu Andong

No	Ukuran	Satuan	Nilai
1	Diameter Pangkal (rata-rata)	cm	11
2	Diamter Ujung (rata-rata)	cm	7,05
3	Panjang Ruas (rata-rata)	cm	46,7
4	Jumlah Ruas Perbatang (rata-rata)	buah	23
5	Panjang (rata-rata)	m	10,85

Sumber : IM Sulistianingsih, Pengembangan Papan Laminasi Bersilang dari Bambu Andong, , 2014

Bambu merupakan bahan berlignoselulosa seperti kayu . berdasarkan hasil penelitian I.M Sulistianingsih (2014) menyatakan bahwa kadar holoselulosa bambu andong lebih rendah bila dibandingkan dengan jenis bambu lain yang berkisar antara 71,63 – 84,52%. Sementara kadar selulosanya beradadalam kisaran nilai jenis jenis bambu yang telah diteliti terdahulu yaitu 33,81 – 51,58%. Hal ini mempengaruhi sifat fisis dan mekanis dari bambu. Data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.4 Kandungan Kimia Bambu Andong

No	Sifat	Satuan	Nilai
1	Holoselulosa	%	62,12
2	Selulosa	%	42,62
3	Hemiselulosa	%	19,50
4	Lignin	%	30,96

Sumber : IM Sulistianingsih, Pengembangan Papan Laminasi Bersilang dari Bambu Andong, , 2014

Selain komponen kimia dan bentuk serta ukuran bambu andong, sifat fisis dan mekanis bambu juga merupakan faktor yang mempengaruhi baik atau tidaknya bambu. Berdasarkan hasil penelitian I.M Sulistianingsih (2014) menjelaskan bahwa adanya kecenderungan meningkatnya kerapatan bambu dari pangkal ke ujung dengan nilai kerapatan pada bagian pangkal sebesar $0,67 \text{ g/cm}^3$ sedangkan pada bagian ujung sebesar $0,73 \text{ g/cm}^3$. Hal ini sejalan dengan penelitian Liese (1985) menyatakan bahwa peningkatan nilai kerapatan batang bambu dari bagian pangkal ke ujung diakibatkan oleh peningkatan jumlah ikatan pembuluh dari bagian

pangkal ke ujung. Semakin tinggi kerapatan maka akan semakin tinggi pula nilai MOE dan MOR. Dalam penelitian IM Sulistianingsih (2014) menjelaskan tidak hanya kerapatan, tetapi nilai MOE dan MOR pada bambu andong kecenderungan meningkat dari pangkal ke ujung. Hasil sifat fisis dan mekanis bambu terdapat pada Tabel 2.5 dan hasil sifat fisis dan mekanis bilah bambu andong terdapat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.5 Sifat Fisis dan Mekanis Bambu Andong

No	Sifat	Satuan	Nilai
1	Keteguhan Lentur Maksimum	kg/cm ²	128.31
2	Modulus Elastisitas	kg/cm ²	23775.0
3	Keteguhan Tekan Sejajar Serat	kg/cm ²	293.25
4	Berat Jenis	kg/cm ²	0.55

Sumber : Hadjib dan Karnasudirdja, 1986 dalam Sari Hasil Penelitian Bambu, 2006

Tabel 2.6 Sifat Fisis dan Mekanis Bilah Bambu Andong

No	Ukuran	Satuan	Nilai
1	Kadar Air	%	81,6
2	Kerapatan	g/cm ³	0,68
3	MOE	kg/cm ²	200,9
4	MOR	kg/cm ²	1277
5	Keteguhan Tarik Bilah Bambu	kg/cm ²	2223,4
6	Keteguhan Tekan Bilah Bambu	kg/cm ²	705,3

Sumber : IM Sulistianingsih, Pengembangan Papan Laminasi Bersilang dari Bambu Andong, , 2014

2.1.3 Pelepah Kelapa Sawit

Berdasarkan KBBI, pelepah adalah tulang daun yang terbesar, tangkai daun nyiur dan sebagainya. Sabut Pelepah kelapa sawit merupakan hasil potongan-potongan dari tulang daun kelapa sawit yang sudah tidak

terpakai yang kemudian dikeringkan dan dibuat menjadi sabut. Pelepah sawit yang mengandung 58% selulosa dan 21% hemiselulosa memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan baku industry (Yazid *et al.*, 2012). Panjang pelepah kelapa sawit mencapai 5m dengan lebar bervariasi dengan ketebalan 3-6 cm.

Struktur pelepah kelapa sawit memiliki sistem jaringan pengangkut (jaringan vaskuler) yang tersebar secara acak di antara jaringan parenkim dasarnya. Ikatan pembuluh yang tersebar secara acak pada jaringan dasar merupakan jaringan pembuluh arah lateral.

Dalam penelitian Lusita Wardani *et al.*(2012) menyatakan bahwa kandungan selulosa pelepah kelapa sawit sebesar 54,88% dan kandungan lignin nya sebesar 17,51%.

Tabel 2.7 Dimensi Serat Pelepah Kelapa Sawit

Parameter yang diukur	Bagian Pelepah		
	Bawah	Tengah	Ujung
Panjang Serat (μm)	2486 \pm 407,1	2406,25 \pm 337,2	2328,3 \pm 274,05
Diameter Serat (μm)	27 \pm 3,45	26,2 \pm 2,75	26,3 \pm 3,85
Tebal Dinding Serat (μm)	22,35 \pm 3,05	26,65 \pm 3,85	21,65 \pm 3,55

Sumber : Lusita Wardani et al. Struktur dan Dimensi Serat Pelepah Kelapa Sawit, 2014

2.1.4 Perekat

Perekat merupakan substansi yang memiliki kemampuan untuk mempersatukan bahan sejenis maupun tidak sejenis melalui ikatan permukaannya (Pizzi, 1989). Berdasarkan reaksinya terhadap panas, perekat dibagi menjadi 2 jenis yaitu *thermosetting* dan *thermoplastic*. *Thermosetting* merupakan perekat yang dapat mengeras bila terkena panas atau reaksi kimia dengan sebatu katalisator yang disebut *hardener* dan bersifat *irreversible*. Yang termasuk kedalam perekat jenis *thermosetting* antara lain, *Phenol Formaldehyde*, *Urea Formaldehyde*, *Melamine Formaldehyde*, *Isocyanate*, dan *Resorsinol Formaldehyde*. Perekat *Thermoplastic* adalah perekat yang dapat melunak bila terkena suhu panas dan akan mengeras kembali bila suhu telah rendah. Yang termasuk kedalam perekat jenis ini adalah *Polyvynil Adhesive*, *Cellulose Adhesive*, dan *Acrylic Resin Adhesive*.

2.1.4.1 Tanin Resorsinol Formaldehida

Tanin merupakan salah satu zat ekstraktif yang diperoleh dari bagian pohon terutama kulitnya. Untuk memperoleh tanin, secara umum bisa dengan cara mengekstrak kulit jenis pohon tertentu seperti *acacia* (*A. mangium*, *A. decurrens*, *A. leucophue*, dan *A. mearnsii*), *Schinopsis (quebracho)*, bakau-bakau dan *Switenia macrophylla*. Di Indonesia sumber tanin yang paling berpotensi adalah bakau-bakau dan akasia. Perekat tanin tergolong jenis perekat non sintetis dengan bahan

dasar alami dari kulit kayu mangium yang diciptakan untuk mensubstitusi perekat sintetis berbasis resorsinol yang selama ini diimpor, khususnya untuk pembuatan berbagai produk perekatan kayu eksterior dengan proses kempa panas untuk penggunaan structural seperti glulam, *laminated veneer lumber*, bilah bambu, balok lamina kelapa, lantai kayu (*Parquet flooring finger joint*), dan aplikasi lainnya dalam industri pengolahan kayu. Dalam penelitian ini perekat TRF yang digunakan adalah perbandingan campuran tannin resorsinol dan formaldehida sebesar 100 : 5 : 10. Sesuai dengan penelitian Adi Santoso (2004) yang menggunakan perbandingan campuran 100 : 5 : 10 pada pembuatan kayu lamina, venir lamina dan bilah sambung.

2.1.4.2 Poliuretan

Poliuretan merupakan bahan polimer yang mempunyai ciri khas adanya gugus fungsi uretan (-NHCOO-) dalam rantai utama polimer. Perekat poliuretan adalah salah satu produk perekat yang formulasinya ditujukan untuk produk perekat kayu.

Menurut Lees (2006), poliuretan umumnya disingkat PU terbentuk dari campuran senyawa *isocyanate* dan *polyol* dengan proporsi tertentu, kemudian bereaksi dan membentuk *polymer*. Ada beberapa tipe *isocyanate* yang umum digunakan pembentukan poliuretan. Masing – masing jenis tersebut akan menghasilkan produk yang berbeda dalam sifat, system pengerasan dan proses produksinya.

Jenis perekat ini dapat digunakan *indoor* maupun *outdoor* dan termasuk perekat lambat kering. Produk ini membutuhkan 24 jam hingga akhirnya mengering. Kelebihan dari perekat yang dibuat dari bahan *polyurethane* adalah dapat diaplikasikan pada kayu-kayu interior dan eksterior rumah. Hal ini tidak terlepas dari daya tahan lem ini terhadap suhu dan kelembaban yang tinggi.

Perekat poliuretan telah banyak digunakan di Eropa lebih dari 20 tahun. Di dalam industry perkayuan, penggunaan poliuretan berkembang karena adanya kontrol lingkungan yang cukup ketat terhadap perekat berbasis formaldehida yang umum digunakan.

Dalam penelitian ini perekat yang digunakan adalah PU 095 yang diproduksi oleh PT Brakat Arghad Sejati dengan komposisi dapat dilihat pada Tabel 2.8

Tabel 2.8 Komposisi Perekat Poliuretan

No	Komponen		Satuan	Nilai
1	Modified Diisocyanate	Diphenyl Methane	%	90
2	Ethyl acetate		%	10

Sumber : Material Safety Data Sheet PU 095, PT Barakat Arghad Sejati

2.2 Penelitian Relevan

Beberapa penelitian yang relevan diantaranya :

1. Penelitian Indra Marwardi dan Yuniati (2012) yang berjudul “Karakteristik Mekanis *Blockboard* Menggunakan *Core* Komposit Kayu kelapa sawit”. Material *core* yang dibuat dari komposit komposit dengan matriks dari *Styrofoam*. Komposit komposit kelapa sawit-*styrofoam* dibuat dengan variasi fraksi berat 30:70, 40:60 dan 50:50. Pembuatan *blockboard* menggunakan vinir dari jenis kayu meranti sebagai lapisan muka dan belakang. Pengujian sifat mekanis yang dilakukan MOR, geser tarik, kuat tarik sekrup, dan analisis kerusakan. Pengujian *blockboard* mengacu pada standar SNI 01-5008.2-2000. Dari hasil penelitian diperoleh karakteristik mekanis *blockboard* KKS; MOR berkisar $145,6 \text{ kg/cm}^2 \sim 204,2 \text{ kg/cm}^2$ kekuatan geser berkisar antara $4,63 \text{ kg/cm}^3 \sim 7,23 \text{ kg/cm}^3$, dan kuat Tarik sekrup berkisar $112,43 \text{ kgf} \sim 149,97 \text{ kgf}$. Keteguhan rekat maksimum didapat pada material *core* 30:70 sebesar $14,45 \text{ kg/cm}^2$. Kerusakan perpatahan *blockboard* lebih didominasi oleh tercabutnya komposit KKS pada material *core*.
2. Penelitian Fernando (2016) yang berjudul “Karakteristik Papan Komposit Sabut Kelapa Dengan Asam Sitrat Sebagai Perekat”. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan dua faktor, yaitu suhu kempa (180C, 200C dan 220C) dan jumlah perekat asam sitrat (10%, 20% dan 30%). Pembuatan papan dilakukan pada tekanan

3,6 MPa selama 10 menit dengan target kerapatan 0,8 g/cm³. Hasil terbaik diperoleh pada suhu 200C dan jumlah asam sitrat 39% dengan nilai kadar air papan 5,78%, kerapatan 0,82 g/cm³, pengembangan tebal 1,56%, penyerapan air 25,45%, keteguhan rekat internal 0,53 MPa, modulus patah 16,55 MPa, modulus elastisitas 3,19 GPa.

2.3 Kerangka Berpikir

Pelepah kelapa sawit merupakan salah satu limbah yang berpotensi untuk dijadikan bahan pembuatan papan komposit. Dikarenakan ketersediaan pelepah kelapa sawit yang melimpah dan berlignoselulosa sehingga memiliki sifat yang mirip dengan kayu. Namun pelepah kelapa sawit memiliki kekurangan yaitu hasil dari pelepah kelapa sawit yang dijadikan papan partikel tidak cukup kuat dalam menahan beban, maka di kombinasikan dengan bilah bambu untuk memperkuat papan komposit dalam menahan beban.

Salah satu bambu yang berpotensi untuk dijadikan perkuatan pada papan partikel pelepah kelapa sawit adalah bambu andong. Bambu andong memiliki kekuatan yang baik dan jumlah yang banyak di pasaran.

Selain penambahan perkuatan pada bahan baku, dibutuhkan juga perekat yang baik. Perekat yang berada di pasaran dan paling banyak digunakan seperti urea formaldehida dan phenol formaldehida memiliki kadar emisi yang tinggi. Pemanfaatan perekat alami juga merupakan salah satu upaya mengurangi *zero waste industry* dan mengurangi jumlah emisi

yang dihasilkan dari perekat sintetis yang umum dipakai saat ini. Penggabungan antara dua jenis bahan yaitu bilah bambu dan papan komposit yang juga menggunakan perekat tanin sebagai perekat alami diharapkan dapat memberikan hasil produk turunan kayu yang dapat membantu jumlah produk turunan kayu dan sesuai dengan standar pengujian JIS A. 5908 (2003) tentang *particleboards* .

2.4 Perumusan Hipotesis

Berdasarkan kerangka berfikir diatas papan komposit pelepah kelapa sawit \ berlapis bambu andong dengan perekat tanin dapat memenuhi standar JIS A. 5908 (2003) tentang *particleboards*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kayu Majemuk Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor. Waktu pelaksanaan penelitian antara Juli 2016 – Desember 2016.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Pelelah kelapa sawit

Pelelah kelapa sawit yang diambil sudah berupa sabut yang sudah dipilah pilah yang diambil dari Banten.

2. Bilah bambu

Bambu yang dipakai adalah bambu andong yang sudah diawetkan dan dikeringkan hingga mencapai kadar air 5%.

3. Perekat

Perekat yang dipakai adalah perekat tanin untuk inti dan poliuretan untuk lapisan bilah bambu.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Oven, berfungsi untuk mengeringkan serabut pelepah kelapa sawit dan bilah bambu..
2. Alat Kempa Dingin, adalah mesin press dengan kapasitas 50 x 50 cm. Mesin ini berfungsi untuk mengepres benda uji sehingga memaksimalkan pengikatan perekatnya.
3. Alat Kempa Panas adalah mesin press dengan kapasitas 30 x 30 cm. Mesin ini berfungsi untuk mengepres dan memanaskan benda uji sehingga memaksimalkan pengikatan perekatnya.
4. Mesin Amplas, berfungsi untuk menghaluskan bagian permukaan bilah bambu agar permukaannya menjadi rata.
5. Alat Pemotong Bambu, berfungsi untuk memotong bambu menjadi bilah bilah bambu.
6. Jangka Sorong
7. Timbangan Digital dengan ketelitian 0.1 gram.
8. Timbangan Manual dengan ketelitian 10 gram.
9. Mesin Potong
10. Micrometer

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan dengan metode eksperimen yang pelaksanaannya dilakukan di laboratorium dengan benda uji papan

komposit menggunakan pelepah kelapa sawit dan bilah bambu andong yang menggunakan perekat tanin dari ekstrak kulit pohon mangium. Papan komposit dibuat dengan tebal 150mm dengan tebal lapisan atas dan bawah masing – masing 30mm menggunakan bilah bambu dan lapisan tengah dengan tebal 90mm menggunakan pelepah kelapa sawit. Pembuatan papan komposit dengan kempa panas menggunakan suhu 140C dengan tekanan 30kg/cm² selama 20 menit. Dan selanjutnya papan komposit dilapis bambu lamina andong menggunakan perekat poliuretan seberat 8,8 % dengan menggunakan kempa dingin bertekanan 30kg/cm² selama 20 menit. Penelitian akan dilakukan dengan menguji nilai kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, keteguhan lentur, keteguhan patah, keteguhan rekat internal dan keteguhan cabut sekrup.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1. Pekerjaan Persiapan Bahan

Persiapan bahan meliputi pendataan dan pengadaan bahan yang akan digunakan untuk pengujian dan persiapan peralatan meliputi peralatan pembuatan benda uji dengan mempelajari penggunaan alat agar mengetahui sifat-sifat dari bahan tersebut dan memenuhi standar penelitian yang ditetapkan sebelumnya.

3.4.2. Pembuatan Benda Uji

1. Bilah bambu

a. Pembuatan Bilah Bambu

Bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu andong. Bambu yang digunakan berumur antara 3-4 tahun dengan diameter batang rata – rata 8-10cm. bahan ini diperoleh dari daerah Sukabumi. Bilah bambu dibuat dengan cara dipotong menjadi beberapa bagian sepanjang 30 cm dari ujung batang. Lebar bilah bambu berkisar antara 2 – 2,5 cm. kemudian bambu dipersiapkan dan dipilih kemudian dibuat bilah bambu dengan menggunakan mesin pembelah bambu tertentu (Hasil Rekayasa Puslitbang Teknologi Hasil Hutan, Bogor tahun 2003). Pembelahan bambu dilakukan dengan memperhatikan bagian batang bambu yang berdiameter lebih kecil menggunakan sebagai acuan pembelahan. Bilah bambu yang digunakan adalah bilah bambu yang lurus pada kedua sisi panjangnya. Kemudian bilah bambu diserut kedua permukaannya dan dibiarkan mengering atau dikeringkan dengan sinar matahari.

2. Papan Komposit

a. Proses Pengeringan

Proses pengeringan pelepah kelapa sawit menggunakan oven dengan suhu 100C selama 1 hari hingga mencapai kadar air 5%.

b. Proses Perekatan

Proses perekatan komposit dilakukan dengan *spray gun*. Kadar perekat TRF yang digunakan sebesar 20%, 30% dan 40% dari berat pelepah kelapa sawit. Perekat terlebih dahulu dimasukkan kedalam *spray gun*. Kemudian perekat disemprotkan keseluruh bagian komposit yang telah diputar secara manual menggunakan tangan.

c. Proses Pembuatan Lembaran Papan

Pembuatan lembaran papan dilakukan setelah komposit dan perekat tercampur secara merata kemudian adonan tersebut dimasukkan ke dalam cetakan diusahakan tersebar secara merata sehingga produk papan komposit yang dihasilkan memiliki profil kerapatan seragam.

3. Proses Pengempaan

Sebelum dilakukan proses pengempaan dibagian bawah dan atas lembaran dilapisi dengan teflon dan plat alumunium dan dibagian bawah. Bagian tepi dibatas dengan batang besi. Setelah

itu proses pengempaan dilakukan dengan menggunakan kempa panas pada suhu 140C dengan tekanan sebesar 30 kg/cm² selama 20 menit.

4. Proses Perekatan Bilah Bambu

Bilah-bilah bambu yang sudah dipotong dan dibersihkan kemudian disusun secara memanjang pada bagian atas dan bawah dari papan komposit. Sebelumnya dilaburkan perekat secara merata sebanyak 8,8 % menggunakan lem poliuretan. Kemudian papan dikempa dingingin dengan tekanan 30 kg/cm² selama 20 menit.

5. Pengkondisian

Pengkondisian dilakukan untuk menyeragamkan kadar air dan menghilangkan tegangan sisa terbentuk selama proses pengempaan selama 7 hari pada suhu kamar. Selain itu pengkondisian dimaksudkan agar kadar air mencapai kesetimbangan.

3.5 Pengujian Benda Uji

3.2.1 Pengujian Sifat Fisis

1. Kerapatan

Kerapatan papan komposit dihitung berdasarkan berat dan volume kering udara, dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kerapatan} = \frac{B}{V}$$

Dimana :

Kerapatan= Kerapatan (g/cm³)

B = Berat contoh benda uji kering udara (g)

V = Volume contoh uji kering udara (cm³)

2. Kadar Air

Kadar air papan dihitung dari berat awal dan berat akhir setelah dilakukan pengeringan oven selama 24 jam pada suhu 103±2C. Kadar air papan dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$KA = \frac{W - F}{F} \times 100\%$$

Dimana :

KA = Kadar Air (%)

W = Berat awal contoh uji setelah pengkondisian (g)

F = Berat awal contoh uji setelah pengeringan (g)

3. Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal didasarkan atas tebal atau panjang sebelum dan sesudah perendaman dalam air selama 24 jam. Pengembangan tebal dinyatakan dalam persen dan dihitung dengan rumus :

$$S = \frac{T2 - T1}{T1} \times 100\%$$

Dimana :

S = Pengembangan tebal (%)

W = Tebal contoh uji sebelum perendaman (mm)

F = Tebal contoh uji setelah perendaman (mm)

3.2.2 Pengujian Sifat Mekanis

1. Keteguhan Patah atau *Modulus of Rupture* (MOR)

Pengujian modulus patah dilakukan dengan alat uji mekanis dan menggunakan jarak sangga (span) sebesar 15x tebal, dihitung dengan rumus.

$$MOR = \frac{3PL}{2Bd^2}$$

Dimana :

MOR = Modulus patah (kgf/cm²)

P = Beban sebelum batas proporsi (kgf)

L = Jarak sangga (cm)

B = Lebar contoh uji (cm)

d = Tebal contoh uji (cm)

2. Keteguhan Lentur atau *Modulus of Elasticity* (MOE)

Pengujian modulus lentur menggunakan contoh uji yang sama dengan contoh uji pengujian modulus patah, pengujian menggunakan mesin UTM. Nilai modulus lentur dihitung dengan rumus :

$$MOE = \frac{PL^3}{4YBd^3}$$

Dimana :

MOE = Modulus lentur (kgf/cm²)

P = Beban sebelum batas proporsi (kgf)

L = Jarak sangga (cm)

Y = Lenturan pada beban P (cm)

B = Lebar contoh uji (cm)

d = Tebal contoh uji (cm)

3. Keteguhan Rekat Internal (*Internal Bond*)

Keteguhan rekat dihitung dengan menggunakan mesin UTM sama seperti pada pengujian MOR dan MOE, penentuan nilai *internal bond* menggunakan rumus :

$$KR = \frac{P}{b_1 \times b_2}$$

Dimana :

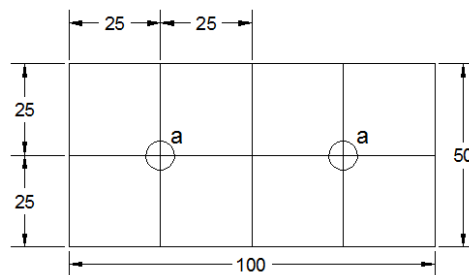
KR = Keteguhan rekat internal (kgf/cm^2)

P = Beban maksimum (kgf)

b1, b2 = Lebar contoh uji (cm)

4. Keteguhan Cabut Sekrup

Contoh uji berukuran $5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ dipasang berdiameter 3,1 mm hingga kedalaman 8 mm pada sisi kiri dan kanan contoh uji. Besarnya keteguhan cabut sekrup merupakan beban merupakan beban maksimum yang dicapai oleh papan serat untuk menahan sekrup atau sampai sekrup tercabut.. Posisi sekrup dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1. Pengujian Keteguhan Cabut Sekrup

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

3.2.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh lembaran papan komposit berbahan dasar *core* pelepah kelapa sawit dengan perekat TRF dan bilah bambu dari bambu andong dengan perekat poliuretan.

3.2.2 Sampel

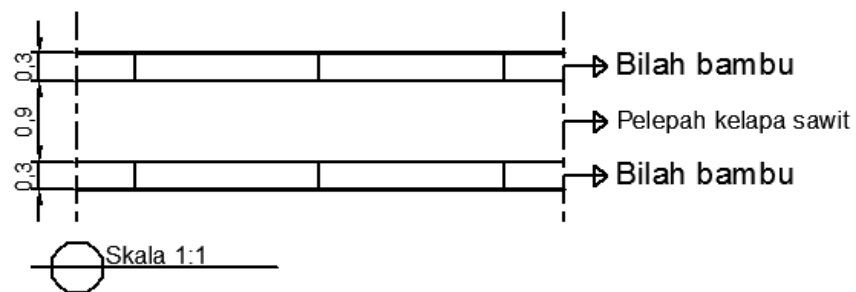
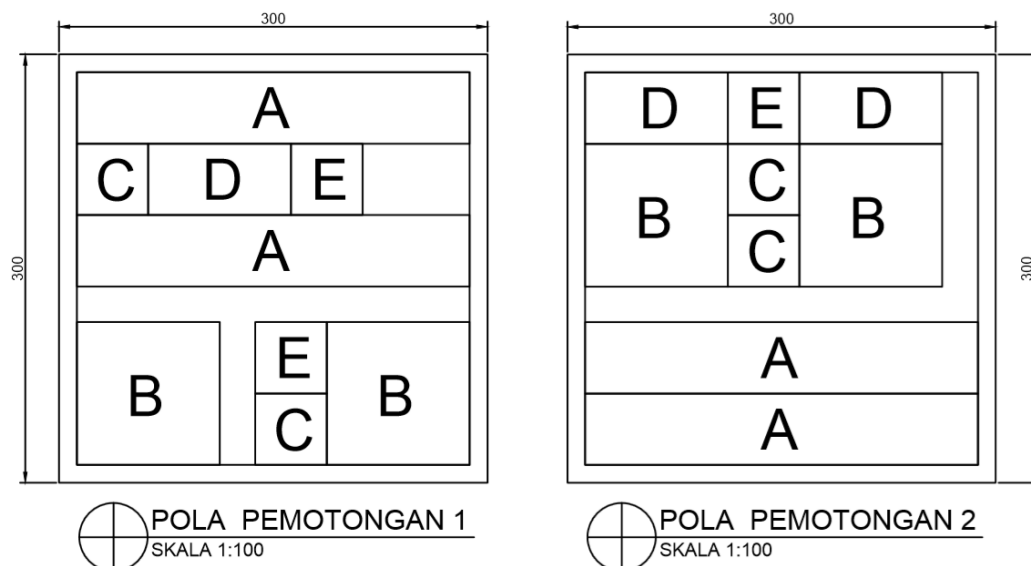
Penarikan sampel pada penelitian ini diambil 2 buah papan komposit dari 3 buah papan komposit yang dibuat dengan ukuran 300 mm x 300 mm x 15mm. Dalam 1 papan komposit dipotong dan diambil sampel benda uji. Banyaknya pembuatan papan komposit dapat dilihat dari Tabel 3.1 dan untuk ukuran dan jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.2 sedangkan untuk pola pembagian papan dilihat pada Gambar 3.2

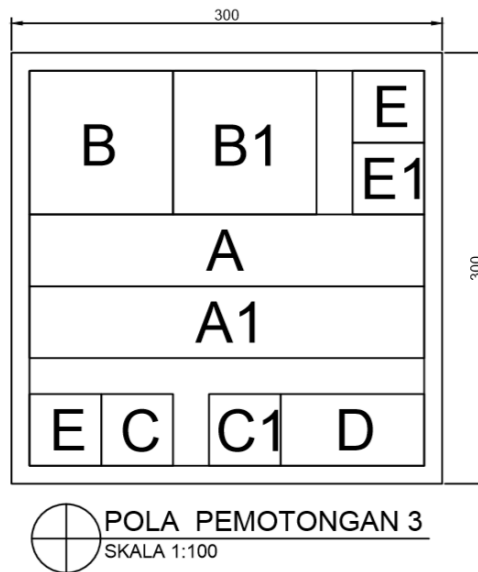
Tabel 3.1 Jumlah Papan Serat

Ukuran Papan	Persentase Perekat	Suhu Kempa	Jumlah Papan
300mm x 15mm	20%	140 C	3 Buah
300mm x 15mm	30%	140 C	3 Buah
300mm x 15mm	40%	140 C	3 Buah
Jumlah Papan Yang Dibuat			9 Buah

Tabel 3.2 Ukuran Dan Jumlah Benda Uji

No	Pengujian	Ukuran Sampel	Jumlah Sampel
1	Uji Kerapatan Uji Kadar Air	100mm x 100mm	5 Buah
2	Uji Pengembangan Tebal	50mm x 50mm	5 Buah
3	Uji Keteguhan Patah Uji Keteguhan Lentur	275mm x 50mm	4 Buah
4	Keteguhan Rekat Internal	50mm x 50mm	5 Buah
5	Keteguhan Cabut Sekrup	100mm x 50mm	5 Buah
Jumlah Sampel Yang Dibuat			19 Buah

**Gambar 3.2.** Potongan Melintang Sampel Uji

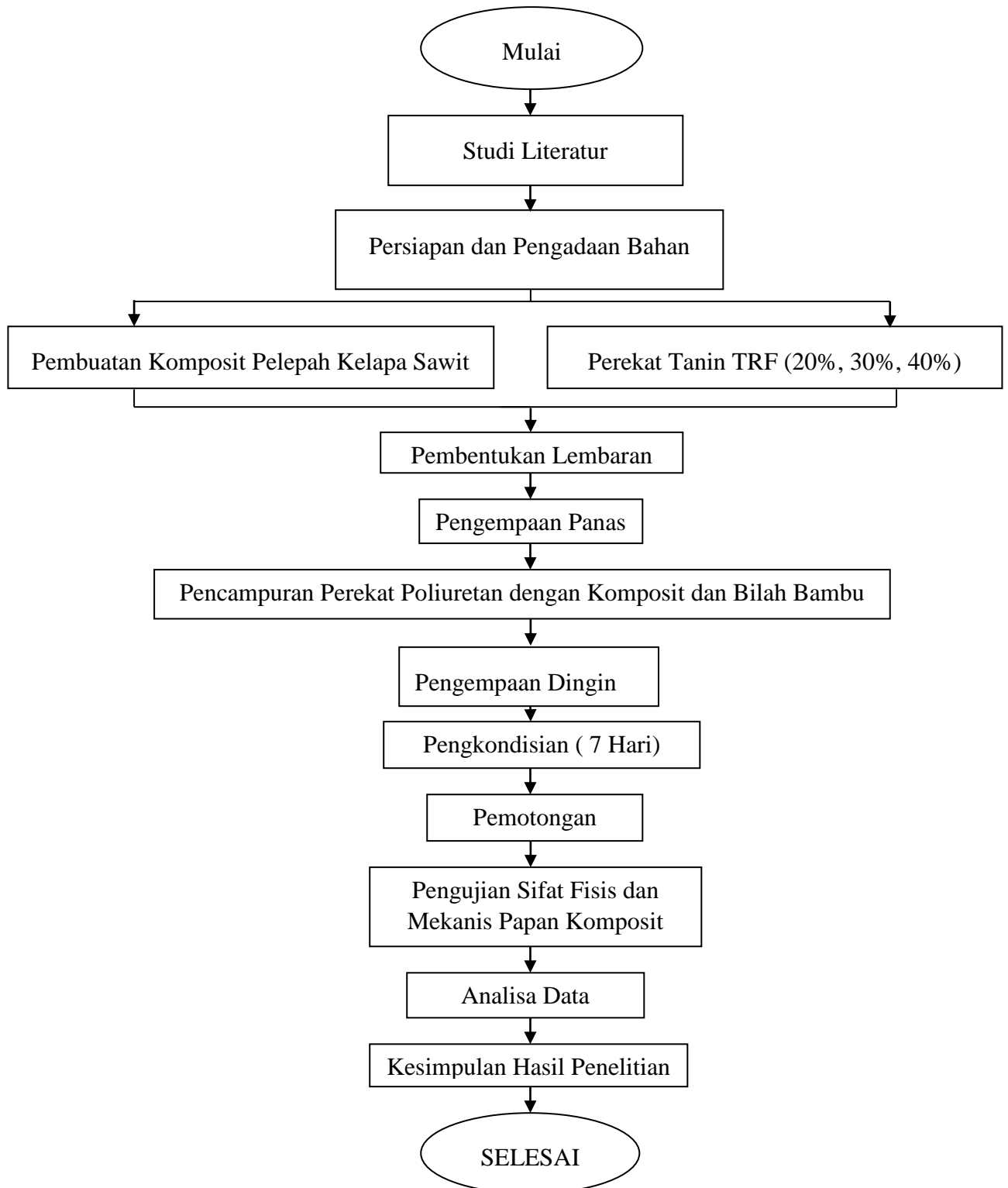


Gambar 3.3. Pola Pemotongan Sampel Uji

Keterangan :

- A. = Potongan untuk pengujian MOE dan MOR
 - B. = Potongan untuk pengujian Kadar Air dan Kerapatan
 - C. = Potongan untuk pengujian Pengembangan Tebal
 - D. = Potongan untuk pengujian Kuat Cabut Sekrup
 - E. = Potongan untuk pengujian Kuat Rekat
- A1, B1, C1, D1 dan E1 = Pola potongan untuk cadangan

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4. Diagram Alur Penelitian

3.8 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh peralatan yang digunakan dalam proses pengujian kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, keteguhan patah, keteguhan lentur, keteguhan rekat internal dan keteguhan cabut sekrup yang telah dikalibrasi

3.9 Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data dengan melakukan pengujian kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, keteguhan patah, keteguhan lentur,

keteguhan rekat internal dan keteguhan cabut sekrup yang diambil dari pengujian papan komposit sesuai dengan JIS A. 5908 (2003) tentang *particleboards*.

3.10 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dihasilkan dari pengujian sifat fisis adalah kerapatan, kadar air dan pengembangan tebal. Sedangkan yang dihasilkan dari pengujian sifat mekanis adalah keteguhan patah, keteguhan lentur, keteguhan rekat internal, dan keteguhan cabut sekrup yang dilakukan di laboratorium. Hasil pengolahan data akan diolah dalam bentuk diagram batang dan tabel kemudian hasil pengujian akan disimpulkan dan dibahas secara deskriptif dengan analisis statistik sederhana.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Pendahuluan

Sebelum pembuatan benda uji dilakukan uji pendahuluan berupa penyesuaian kadar perekat tanin yang akan digunakan untuk merekatkan serabut pelepah kelapa sawit dan penyesuaian suhu kempa pada pembuatan *core* serabut pelepah kelapa sawit, berikut beberapa hasil uji awal yang telah dilakukan :

Tabel 4-1. Hasil Uji Awal

No	Bahan Utama		Perlakuan			Perekat		
	Nama	Berat	Suhu Kempa	Kuat Tekan	Lama Kempa	Nama	Kadar Perekat	Hasil
		Gram	C	Mpa	Menit			
1	Pelepah Kelapa Sawit	700	120	12	10	Tanin Merbau	28%	Belum Berhasil
2	Pelepah Kelapa Sawit	700	130	30	10	Tanin Merbau	28%	Belum Berhasil
3	Pelepah Kelapa Sawit	350	130	30	10	Tanin Mahoni	58%	Belum Berhasil
4	Pelepah Kelapa Sawit	500	140	30	20	Tanin Mahoni	40%	Berhasil

Berdasarkan hasil uji awal tersebut, papan yang dinyatakan gagal yaitu papan yang dihasilkan tidak merekat baik antara bahan utama dengan perekat nya. Dari data tersebut maka suhu kempa yang digunakan 140°C selama 20 menit dan kempa dingin selama 20 menit pada lapisan bilah

bambu. Kadar perekat yang digunakan 20%, 30% dan 40% dan kadar perekat poliuretan sebanyak 8,8%.

4.2. Deskriptif Data

Penelitian papan komposit ini menggunakan bahan baku serabut pelepah kelapa sawit dan bilah bambu andong dengan ukuran lebar 2-2,5 cm dan panjang 30 cm. Penelitian ini dibagi menjadi 3 variasi benda uji, yaitu kadar perekat tanin 20%, 30% dan 40% dengan kadar perekat poliuretan yang sama pada setiap variasi sebesar 8,8%. Setiap masing-masing variasi dibuat sebanyak 3 papan, sehingga dapat dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali untuk setiap pengujian pada setiap variasi kecuali pengujian MOE dan MOR hanya dilakukan 4 kali pengulangan.

Sebelum papan komposit diuji kekuatannya, papan komposit yang sudah dibuat, dipotong sesuai standar pengujiannya. Kemudian dilakukan pengukuran dimensi berupa pengukuran panjang, lebar dan tebal, serta pengukuran berat benda uji. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis dari papan komposit. Pengujian sifat fisis yang dilakukan terdiri dari uji kerapatan, uji kadar air dan uji pengembangan tebal. Sedangkan pengujian sifat mekanis terdiri dari modulus elastisitas lentur, keteguhan patah, kuat rekat internal, dan kuat cabut sekrup.

4.2.1. Hasil Pengujian dan Pembahasan

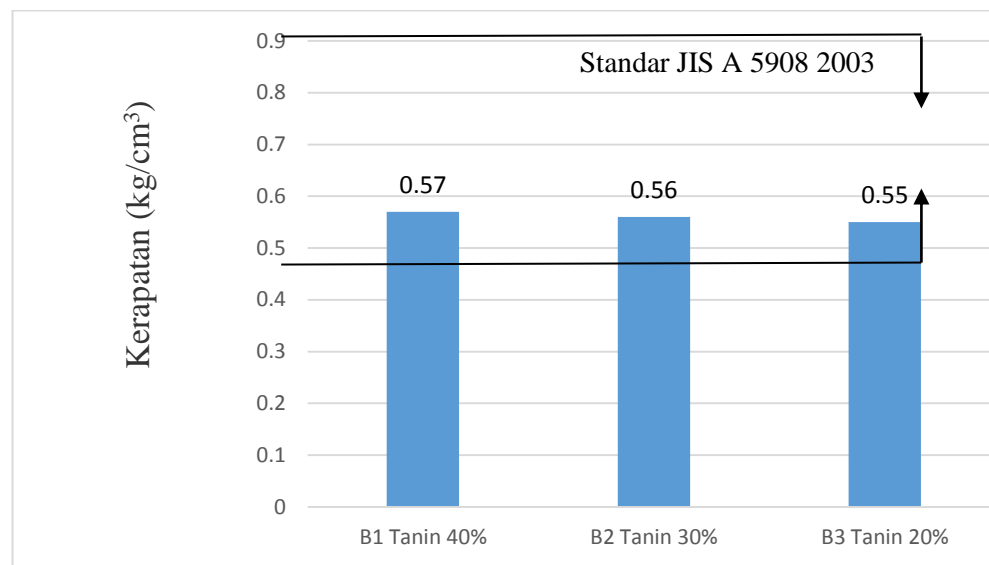
4.2.1.1. Hasil Pengujian Sifat Fisis

1. Kerapatan

Nilai Kerapatan yang ditargetkan pada penelitian ini adalah $0,5 \text{ g/cm}^3$. Hasil pengujian kerapatan disajikan pada gambar 4.1, dan tabel hasil pengujian kerapatan dapat dilihat pada Tabel 4.1 untuk data lengkap dapat dilihat pada lampiran 2 halaman 84.

Tabel 4.2 Hasil Uji Kerapatan

Type	No	Kerapatan (g/cm^3)	Rata – Rata (g/cm^3)
B1	1	0,62	0,57
	2	0,57	
	3	0,56	
	4	0,55	
	5	0,56	
B2	1	0,58	0,56
	2	0,56	
	3	0,53	
	4	0,54	
	5	0,56	
B3	1	0,58	0,55
	2	0,55	
	3	0,55	
	4	0,54	
	5	0,54	



Gambar 4.1 Histogram Kerapatan papan Komposit

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kerapatan yang dihasilkan sesuai dengan target kerapatan yang diinginkan yaitu $0,5 \text{ g/cm}^3$. Nilai kerapatan tertinggi didapat pada variasi kadar perekat 40% sebesar $0,62 \text{ g/cm}^3$. Nilai rata – rata kerapatan setiap variasi yaitu kadar perekat tanin 40% sebesar $0,58 \text{ g/cm}^3$, kadar perekat tanin 30% sebesar $0,56 \text{ g/cm}^3$, dan kadar perekat tanin sebesar 20% sebesar $0,55 \text{ g/cm}^3$. Sehingga papan komposit pelepah kelapa sawit pada setiap variasi telah memenuhi standar JIS 5098 2003 tentang papan partikel dan mencapai target kerapatan yaitu $0,5 \text{ g/cm}^3$.

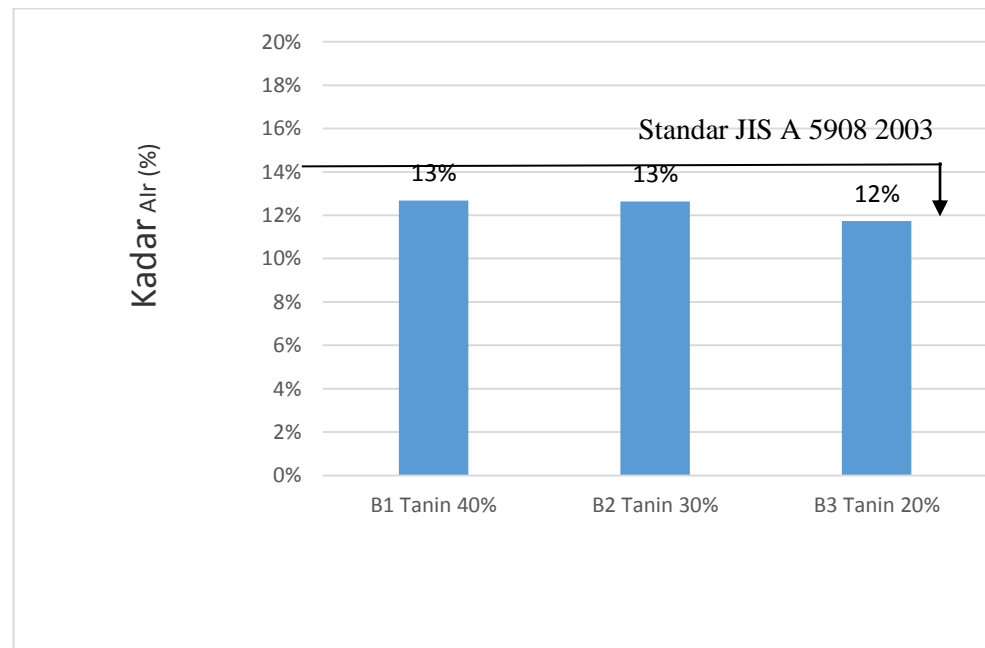
Berdasarkan data data pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar perekat tanin yang digunakan maka akan semakin tinggi nilai kerapatannya. Hal ini diduga semakin banyaknya perekat maka akan terisi rongga – rongga antara bahan dengan perekat, maka kerapatan papan komposit akan semakin meningkat. Hal lain yang mempengaruhi kerapatan adalah bahan baku serabut pelepah kelapa sawit.

2. Kadar Air

Hasil pengujian kadar air disajikan pada gambar 4.1, dan tabel hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Tabel 4.3 untuk data lengkap dapat dilihat pada lampiran 3 halaman 85.

Tabel 4.3 Hasil Uji Kadar Air

Tipe	No	Berat	Berat	Kadar
		Awal	Akhir	Air
		g	g	%
B1	1.00	114.87	101.53	13%
	2.00	109.61	97.17	13%
	3.00	105.71	93.94	13%
	4.00	104.30	92.61	13%
	5.00	106.98	95.24	12%
B2	1.00	106.81	94.53	13%
	2.00	105.52	93.83	12%
	3.00	101.43	90.09	13%
	4.00	102.12	90.75	13%
	5.00	106.39	94.49	13%
B3	1.00	109.88	98.43	12%
	2.00	103.80	93.09	12%
	3.00	92.46	82.80	12%
	4.00	90.55	80.97	12%
	5.00	92.31	82.37	12%



Gambar 4.2 Histogram kadar air papan komposit

Gambar 4.2 menunjukkan nilai rata-rata kadar air papan komposit yang cenderung stabil pada kisaran 12-13%. Nilai ini cukup tinggi, diduga dipengaruhi oleh tempat pengkondisian papan komposit yang didasari karena partikel yang digunakan memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap air. Hasil penelitian Nona Augustin (2016) menggunakan variasi kadar perekat, suhu kempa, tekanan kempa dan waktu yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda dengan kisaran kadar air sebesar 11%- 12%. Hal ini menunjukkan tidak adanya pengaruh bilah bambu andong terhadap kadar air papan komposit. Hasil analisis varians untuk mengetahui pengaruh faktor kadar perekat terhadap nilai kadar air dapat dilihat Tabel 4.4, perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 8 halaman 90.

Tabel 4.4 Analisis Varian Kadar Air Papan Komposit

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung
Kadar Perekat	2	0,000355	0,000141	22,8972**
Galat	12	0,000281	0,000006	
Total	14	0,000636		

Keterangan : ** = berbeda nyata pada taraf 0,01

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa faktor kadar perekat berpengaruh sangat nyata pada taraf uji 0,01 terhadap kadar perekat papan komposit pelepeh kelapa sawit berlapis bilah bambu.

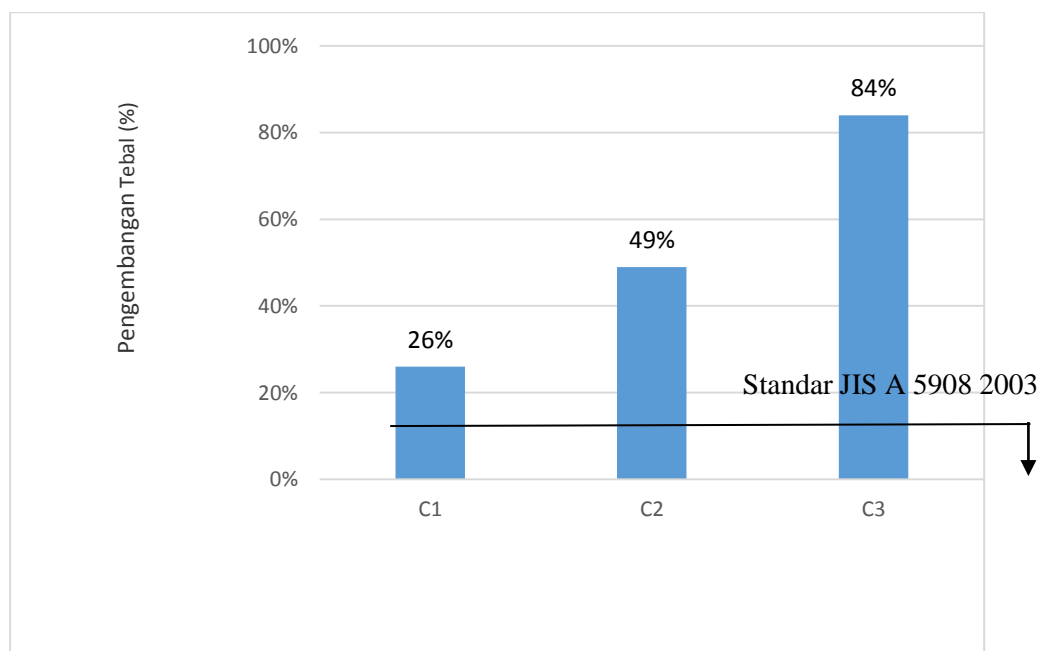
Pada penelitian Balfas (2003) yang menyatakan salah satu masalah serius dalam pemanfaat kayu kelapa sawit adalah sifat higroskopis atau kemampuan untuk menyerap molekul air yang berlebihan. Walaupun sudah dikeringkan mencapai kadar air pada suhu ruang, kayu kelapa sawit dapat menyerap uap air dari udara sehingga kadar air dapat mencapai 20%.

3. Pengembangan Tebal

Hasil pengujian pengembangan tebal disajikan pada gambar 4.3, dan tabel hasil pengujian pengembangan tebal dapat dilihat pada Tabel 4.5 untuk data lengkap dapat dilihat pada lampiran 4 halaman 86.

Tabel 4.5 Hasil Uji Pengembangan Tebal

Tipe	No	Ukuran Sebelum						Ukuran Sesudah				Hasil					
		P	L	T				T									
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	R	RT
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	%	%	%	%	%	%
C1	1.00	5.00	4.70	1.85	1.88	1.85	1.85	2.29	2.30	2.34	2.33	23%	22%	26%	26%	24%	27%
	2.00	5.00	5.00	1.83	1.88	1.84	1.84	2.44	2.62	2.38	2.40	33%	39%	29%	31%	33%	
	3.00	5.00	5.00	1.85	1.85	1.85	1.86	2.26	2.34	2.35	2.41	22%	27%	27%	30%	26%	
	4.00	5.00	5.00	1.86	1.84	1.83	1.84	2.21	2.22	2.26	2.26	19%	21%	23%	23%	22%	
	5.00	5.00	4.70	1.88	1.91	1.88	1.90	2.35	2.36	2.34	2.60	25%	24%	24%	37%	27%	
C2	1.00	5.00	4.70	1.86	1.87	1.88	1.884	2.34	2.65	2.63	2.61	26%	42%	40%	39%	37%	49%
	2.00	5.00	4.60	1.92	1.91	1.91	1.91	2.86	2.83	2.86	3.07	49%	48%	50%	61%	52%	
	3.00	5.00	5.00	1.88	1.87	1.85	1.87	2.91	2.83	2.58	2.89	55%	50%	39%	54%	50%	
	4.00	5.00	5.00	1.88	1.88	1.89	1.89	3.07	2.66	3.10	3.44	63%	42%	64%	83%	63%	
	5.00	5.00	4.20	1.87	1.88	1.89	1.90	2.67	2.71	2.94	2.66	43%	45%	56%	40%	46%	
C3	1.00	5.00	5.00	1.87	1.89	1.89	1.86	3.88	3.77	3.68	3.67	108%	100%	95%	97%	100%	85%
	2.00	5.00	5.00	1.87	1.90	1.89	1.91	3.56	3.63	3.58	3.54	90%	90%	90%	85%	89%	
	3.00	5.00	5.00	1.89	1.91	1.89	1.90	3.24	3.55	3.24	3.26	72%	86%	71%	71%	75%	
	4.00	5.00	4.30	1.88	1.87	1.87	1.87	3.21	3.10	3.07	3.11	70%	65%	64%	66%	66%	
	5.00	5.00	4.40	1.90	1.84	1.90	1.88	3.73	3.60	3.51	3.76	96%	96%	85%	100%	94%	

**Gambar 4.3** Histogram pengembangan tebal papan komposit

Gambar 4.3 menunjukkan nilai rata-rata pengembangan tebal sebesar

26% pada variasi perekat 40%, 49% pada variasi perekat 30% dan 84% pada

variasi perekat 20%. Berdasarkan hasil penelitian Nona Augustin (2016) menggunakan variasi kadar perekat, suhu kempa, tekanan kempa dan waktu yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda dengan kisaran pengembangan tebal sebesar 57%- 119%. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh bilah bambu andong terhadap pengembangan tebal papan komposit namun tidak signifikan. Berdasarkan hasil Fernando (2016) dengan menggunakan suhu kempa 180C – 220C pada papan komposit serat sabut kelapa sawit menggunakan lem asam sitrat menghasilkan nilai pengembangan yang kecil, yaitu sebesar 1,1% - 6,03%. Pengembangan tebal semakin kecil seiring dengan bertambahnya suhu kempa. Dari penelitian tersebut diduga besarnya hasil pengembangan tebal karena kecilnya suhu kempa pada saat pembuatan papan komposit pelepah kelapa sawit.

Hasil analisis varians untuk mengetahui pengaruh faktor kadar perekat terhadap nilai pengembangan tebal dapat dilihat Tabel 4.6, perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 9 halaman 92.

Tabel 4.6 Analisis Varians Pengembangan Tebal Papan Komposit

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung
Pengembangan Tebal	2	0,9852	0,4327	43,0052**
Galat	12	0,8654	0,0101	
Total	14	1,8516		

Keterangan : ** = berbeda nyata pada taraf 0,01

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa faktor kadar perekat berpengaruh sangat nyata pada taraf uji 0,01 terhadap pengembangan tebal papan komposit pelepah kelapa sawit berlapis bilah bambu.

Dari hasil pengujian pengembangan tebal hasil yang diperoleh tidak memenuhi standar JIS 5908 2003 yaitu diatas 12%. Kecilnya hasil dari pengujian pengembangan tebal diduga karena tingginya kemampuan serabut pelepah kelapa sawit untuk menyerap air. Dugaan ini sesuai dengan penelitian Balfas (2003) yang menyatakan salah satu masalah serius dalam pemanfaatan kayu kelapa sawit adalah sifat higroskopis atau kemampuan untuk menyerap molekul air yang berlebihan. Walaupun sudah dikeringkan mencapai kadar air pada suhu ruang, kayu kelapa sawit dapat menyerap uap air dari udara sehingga kadar air dapat mencapai 20%.

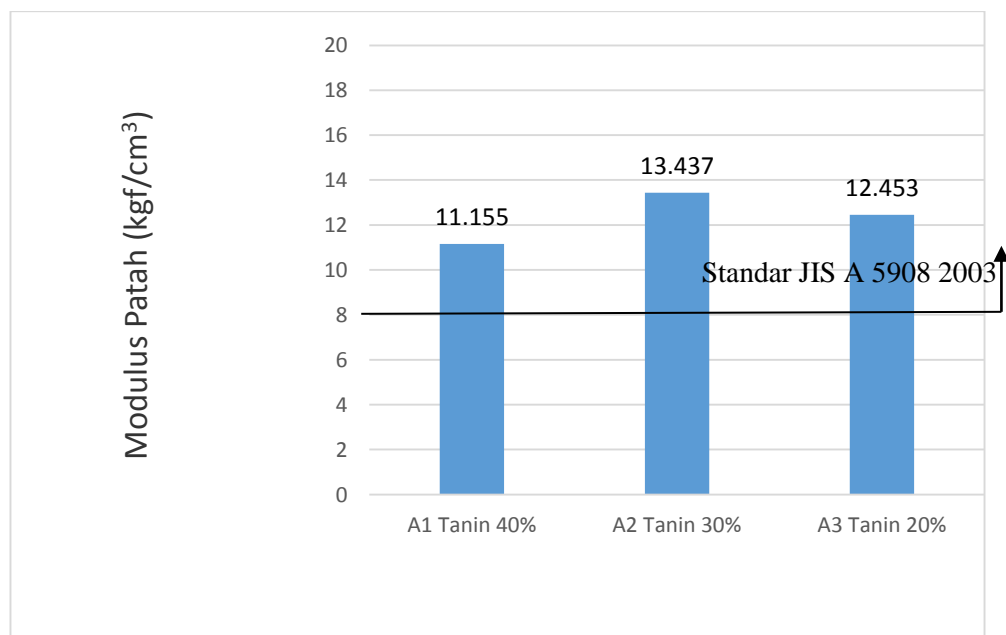
4.2.1.2. Hasil Pengujian Sifat Mekanis

1. Modulus Patah (*Modulus of Rupture*).

Hasil pengujian modulus patah tebal disajikan pada Gambar 4.4, dan tabel hasil pengujian modulus patah dapat dilihat pada Tabel 4.5 untuk data lengkap dapat dilihat pada lampiran 5 halaman 87.

Tabel 4.7 Hasil Uji MOR

Tipe	No	Beban	MOR
		kgf	kgf/cm ²
A1	1.00	52.59	11.58
	2.00	63.22	12.78
	3.00	50.00	10.52
	4.00	44.12	9.74
A2	1.00	60.73	13.37
	2.00	75.86	15.69
	3.00	67.14	14.17
	4.00	59.49	12.43
A3	1.00	54.96	11.66
	2.00	67.83	14.32
	3.00	53.22	11.08
	4.00	52.41	11.01

**Gambar 4.4** Histogram Modulus Patah Papan Komposit

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa, nilai rata – rata modulus patah pada papan komposit berkisar antara 11,55 kgf/cm² sampai 13,437 kgf/cm², nilai ini telah memenuhi standar JIS A 5908 tentang papan partikel dengan nilai rata-rata diatas 8 kgf/cm². Nilai MOR terbesar diperoleh pada papan dengan variasi tanin 30% yaitu 13,437 kgf/cm², dan nilai MOR terkecil diperoleh dari papan komposit dengan variasi perekat 40% sebesar 11,155 kgf/cm². Hasil ini lebih tinggi dari penelitian oleh Umi Fhatanah dan Sofyana dengan nilai modulus elastisitas papan partikel tandan kosong sawit sebesar 8,42 – 10,2 kgf/cm². Hasil tersebut lebih tinggi dari hasil penelitian Nona Augustin (2016) dengan nilai MOR tertinggi sebesar 3,229 kgf/cm². Perbedaan nilai yang cukup signifikan tersebut diduga karena adanya pengaruh bilah bambu andong yang cukup signifikan sehingga dapat meningkatkan nilai MOR papan komposit. Perbedaan nilai dari peneltiain Nona Augustin (2016) sebesar 10,208 kgf/cm², dengan adanya penggunaan bilah bambu andong dapat meningkatkan nilai MOR sebesar 3,16 kali lipat dibandingkan tanpa menggunakan bilah bambu.

Hasil analisis varians untuk mengetahui pengaruh faktor kadar perekat terhadap nilai modulus patah dapat dilihat Tabel 4.8, hasil perhitungan statistik modulus patah terdapat pada lampiran 10 halaman 94.

Tabel 4.8 Analisis Varians Modulus Patah Papan Komposit

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung
Modulus Patah	2	34,234	7,971	3,920 ^{ns}
Galat	9	15,943	2,033	
Total	11	50,186		

Keterangan : ns = tidak signifikan

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa faktor kadar perekat tidak signifikan berpengaruh terhadap modulus patah papan komposit pelepah kelapa sawit berlapis bilah bambu.

Penelitian yang dilakukan oleh I.M Sulistianingsih (2003) menyatakan bahwa kadar perekat sangat mempengaruhi modulus patah papan partikel, semakin tinggi kadar perekat maka akan semakin tinggi modulus patah papan partikel. Hal ini berbanding terbalik dengan hasil pada variasi perekat 40%, terjadi penurunan dibandingkan dengan variasi kadar perekat yang lebih rendah. Hal tersebut diduga dari panjang sampel uji yang kurang dibandingkan dengan contoh uji variasi kadar perekat 30% dan 20%..

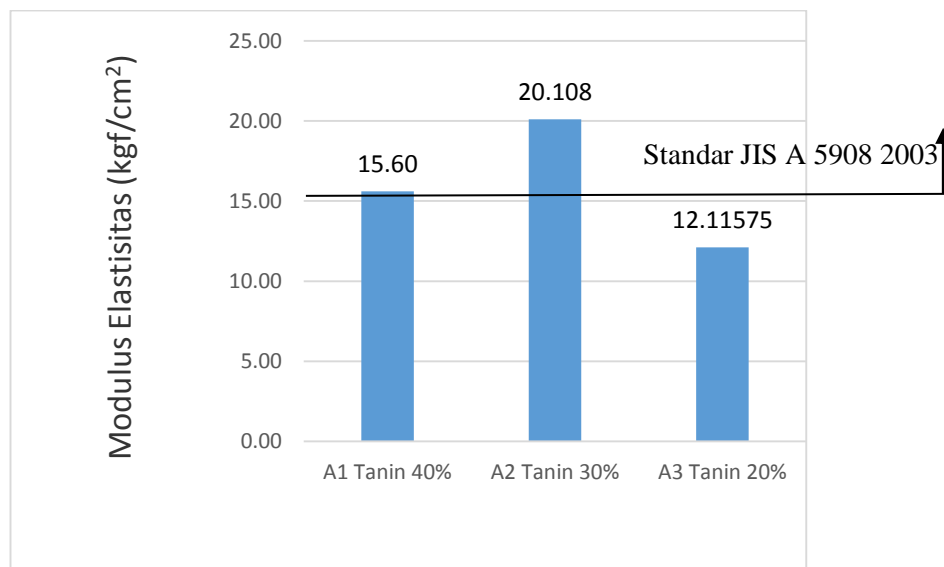
2. Modulus Elastisitas (*Modulus of Elasticity*)

Hasil pengujian modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 4.5, dan tabel hasil pengujian modulus elastisitas dapat dilihat pada Tabel 4.6 untuk data lengkap dapat dilihat pada lampiran 6 halaman 88.

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa, rata-rata nilai modulus elastisitas papan komposit berkisar 12.115 kgf/cm² sampai 20.108 kgf/cm². Nilai MOE terbesar diperoleh dari variasi kadar perekat 30% dengan nilai MOE sebesar 20.108 kgf/cm². Dan terkecil pada variasi kadar perekat 20% sebesar 12.115 kgf/cm². Dari data tersebut pada variasi perekat tanin 40% dan 30% memenuhi standar JIS A 5908 tentang papan partikel dengan nilai MOE diatas 15 kgf/cm². Sedangkan untuk variasi 20% dengan nilai 12.115 kgf/cm², tidak memenuhi standar JIS A 5908.

Tabel 4.9 Hasil Uji Modulus Elastisitas

TIPE	No	Beban	MOE
		kgf	kgf/cm ²
A1	1.00	52.59	22,91
	2.00	63.22	13,98
	3.00	50.00	13,58
	4.00	44.12	11,93
A2	1.00	60.73	22,17
	2.00	75.86	20,45
	3.00	67.14	18,70
	4.00	59.49	19,11
A3	1.00	54.96	11,55
	2.00	67.83	11,26
	3.00	53.22	12,07
	4.00	52.41	13,58



Gambar 4.5 Histogram modulus elastisitas papan komposit

Hasil MOE tersebut lebih tinggi dari hasil penelitian Nona Augustin (2016) dengan nilai MOE tertinggi sebesar 4,11 kgf/cm². Perbedaan nilai yang cukup signifikan tersebut diduga karena adanya pengaruh bilah bambu andong yang cukup signifikan sehingga dapat meningkatkan nilai MOE papan komposit. Perbedaan nilai dari peneltiain Nona Augustin (2016) sebesar 15,998 kgf/cm², dengan adanya penggunaan bilah bambu andong dapat meningkatkan nilai MOE sebesar 3,89 kali lipat dibandingkan tanpa menggunakan bilah bambu.

Hasil analisis varians untuk mengetahui pengaruh faktor kadar perekat terhadap nilai modulus elastisitas dapat dilihat Tabel 4.9, hasil perhitungan statistik modulus elastisitas terdapat pada lampiran 11 halaman 96

Tabel 4.10 Analisis Varians Modulus Elastisitas Papan Komposit

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung
Modulus Elastisitas	2	212,59	64,23	6,87*
Galat	9	128,45	9,35	
Total	11	341,04		

Keterangan : * = berbeda nyata pada taraf 0,05

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa faktor kadar perekat berpengaruh nyata pada tara 0,05 terhadap modulus elastisitas papan komposit pelepah kelapa sawit berlapis bilah bambu.

Penelitian yang dilakukan oleh I.M Sulistianingsih (2003) menyatakan bahwa kadar perekat sangat mempengaruhi modulus elastisitas papan partikel, semakin tinggi kadar perekat maka akan semakin tinggi modulus elastisitas papan partikel. Hal ini berbanding terbalik dengan hasil pada variasi perekat 40%, terjadi penurunan dibandingkan dengan variasi kadar perekat yang lebih rendah. Diduga karena pada kadar 40% terlampau tinggi kadar perekat TRF yang digunakan maka membuat papan komposit menjadi lebih detas.

3. Keteguhan Rekat Internal (*Internal Bond*)

Berdasarkan hasil pengujian, nilai kuat rekat iternal papan komposit bernilai 0. Hal ini diduga karna perekat yang digunakan tidak mengikat dengan baik partikel – partikel didalam nya..Serta bahan utama

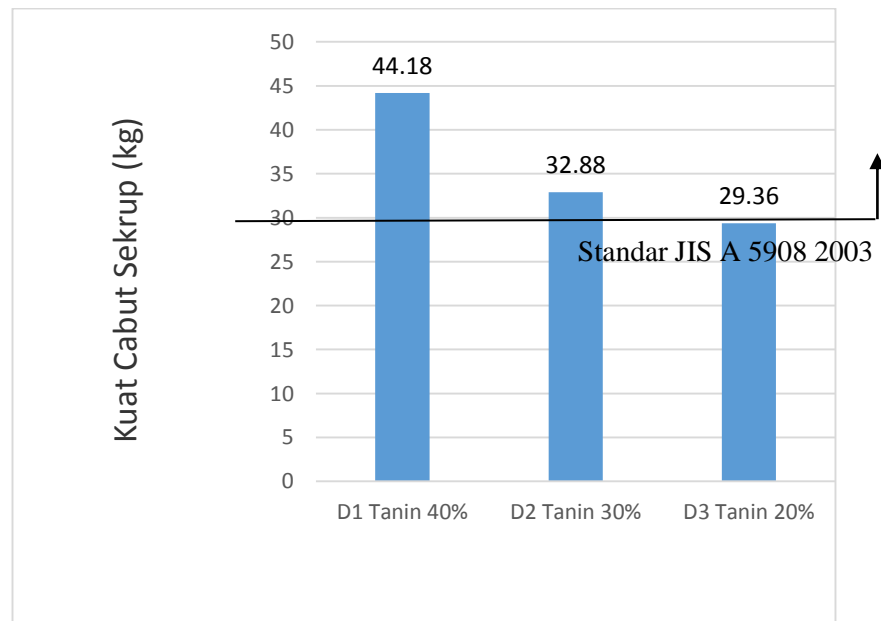
yang digunakan yaitu serabut pelepah kelapa sawit tidak senyawa dengan perekat tanin TRF. Berdasarkan hasil tersebut maka penggunaan bilah bambu tidak menambah nilai keteguhan rekat internal pada papan komposit.

4. Keteguhan Cabut Sekrup (*Screw Withdrawal*)

Hasil pengujian keteguhan cabut sekrup disajikan pada Gambar 4.6, dan tabel hasil pengujian keteguhan cabut sekrup dapat dilihat pada Tabel 4.10 untuk data lengkap dapat dilihat pada lampiran 7 halaman 89

Tabel 4.11 Hasil Uji Keteguhan Cabut Sekrup

Tipe	No	Keteguhan Cabut Sekrup
		kgf
E1	1.00	50.00
	2.00	44.80
	3.00	29.60
	4.00	50.00
	5.00	50.00
E2	1.00	32.40
	2.00	32.00
	3.00	36.00
	4.00	32.00
	5.00	32.00
E3	1.00	23.60
	2.00	30.00
	3.00	30.00
	4.00	38.00
	5.00	25.20



Gambar 4.6 Histogram keteguhan cabut sekrup papan komposit

Berdasarkan Gambar 4.7 diketahui bahwa, nilai rata-rata keteguhan cabut sekrup berkisar antara 29.36 kg – 44.18 kg. Nilai tertinggi keteguhan cabut sekrup terdapat pada variasi kadar perekat 40% sebesar 44,18 kg. Dari ketiga variasi 40%, 30% dan 20%, hanya variasi kadar perekat 20% yang tidak memenuhi standar JIS A 5908 karena nilai kuat cabut sekrupnya kurang dari 30 kg. Dari hasil sidik ragam pada Gambar 4.7 diketahui semakin tinggi kadar perekat maka akan semakin tinggi nilai kuat cabut sekrup nya. Hasil keteguhan cabut sekrup tersebut lebih tinggi dari hasil penelitian Nona Augustin (2016) dengan nilai keteguhan cabut sekrup tertinggi sebesar 22,83 kgf. Perbedaan nilai tersebut diduga karena adanya pengaruh bilah bambu andong yang cukup signifikan sehingga dapat meningkatkan nilai keteguhan cabut sekrup papan komposit. Perbedaan nilai dari peneltiain Nona Augustin (2016) sebesar 21,35

kgf/cm², dengan adanya penggunaan bilah bambu andong dapat meningkatkan nilai keteguhan cabut sekrup sebesar 1,95 kali lipat dibandingkan tanpa menggunakan bilah bambu.

Hasil analisis varians untuk mengetahui pengaruh faktor kadar perekat terhadap nilai keteguhan cabut sekrup dapat dilihat Tabel 4.12, hasil perhitungan statistik keteguhan cabut sekrup terdapat pada lampiran 12 halaman 98

Tabel 4.12 Analisis Varians Keteguhan Cabut Sekrup Papan Komposit

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung
Keteguhan Cabut Sekrup	2	1112,47	331,05	8,82*
Galat	12	662,10	37,53	
Total	14	1774,57		

Keterangan : * = berbeda nyata pada taraf 0,05

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa faktor kadar perekat berpengaruh sangat nyata pada taraf uji 0,01 terhadap keteguhan cabut sekrup papan komposit pelepah kelapa sawit berlapis bilah bambu.

Menurut Bowyer *et al* (2003) menyatakan bahwa kerapatan papan partikel mempengaruhi nilai kuat pegang sekrup, semakin besar kerapatan papan partikel maka akan semakin tinggi nilai kuat cabut sekrup. Hal ini berbanding lurus dengan hasil dari pengujian papan komposit serabut pelepah kelapa sawit ini, karena nilai tertinggi kuat cabut sekrup terdapat

pada variasi kadar perekat 40% dengan nilai kerapatan tertingi yaitu 0,58 g/cm³.

4.3. Pembahasan Umum

Dari hasil pengujian yang dilakukan yaitu berupa pengujian sifat fisis, hanya pada pengujian pengembangan tebal tidak sesuai dengan standar JIS A 5908. Sedangkan pada pengujian sifat mekanis, pada pengujian kuat rekat tidak ada yang memenuhi standar JIS A 5908 serta nilai dari hasil pengujian MOR dan kuat cabut sekrup pada variasi kadar perekat 20% tidak memenuhi standar JIS A 5908. Berdasarkan hasil analisis varian pada pengujian kadar air, pengembangan tebal, MOE, dan kuat cabut sekrup, kadar perekat berpengaruh secara signifikan pada taraf 0,01. Sedangkan pada pengujian keteguhan rekat internal dan dan MOR tidak berpengaruh secara signifikan. Berdasarkan data tersebut, papan komposit yang dihasilkan merupakan papan partikel tipe 8 dengan kerapatan sedang, yang dapat difungsikan sebagai partisi dan komponen interior bangunan. Perbandingan nilai rata – rata dari setiap variasi kadar perekat berdasarkan standar JIS A 5908 dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13

Tabel 4.12 Perbandingan Nilai Rata- Rata dari Setiap Variasi Kadar Perekat.

	Pengujian	Satuan	Kadar Perekat			Stdr
			1	2	3	
Sifat Fisis	Kerapatan	g/cm ³	0.58	0.57	0.56	0,4-0,9
	Kadar Air	%	13%	13%	12%	Maks 14%
	Pengembangan Tebal	%	27%	49%	84%	Maks 12%

Sifat Mekanis	MOE	kgf/cm ²	15.598	20.108	12.115	Min 15
	MOR	kgf/cm ²	11.155	13.914	12.453	Min 8
	IB	kgf/cm ²	0	0	0	Min 0,15
	SW	kg	44.88	32.88	29.36	Min 30

Tabel 4.13 Hasil Perbandingan Nilai Rata- Rata dari Setiap Variasi Kadar Perekat Berdasarkan JIS A 5908 2003

Pengujian		Kadar Perekat		
		1	2	3
Sifat Fisis	Kerapatan	√	√	√
	Kadar Air	√	√	√
	Pengembangan Tebal	x	x	x
Sifat Mekanis	MOE	√	√	x
	MOR	√	√	√
	IB	x	x	x
	SW	√	√	x

Keterangan : 1 = Kadar Perekat Tanin 40%

2 = Kadar Perekat Tanin 30%

3 = Kadar Perekat Tanin 20%

√ = Memenuhi Standar JIS A 5908 2003

x = Tidak memenuhi Standar JIS A 5908 2003

Berdasarkan hasil tersebut, nilai optimum terdapat pada papan komposit pelepah kelapa sawit dengan kadar perekat 30%, yaitu kerapatan 0,58 g/cm³, kadar air 13%, pengembangan tebal 49%, modulus patah 13,914 kgf/cm², modulus elastisitas 20,108 kgf/cm², dan kuat cabut sekrup 32,88 kg.

Pada hasil variasi kadar perekat 40% memiliki nilai yang lebih rendah dari variasi perekat 30% dalam pengujian MOE dan MOR diduga

karena kadar perekat yang tinggi dianggap melebihi batas sehingga mengurangi elastisitas pada sampel uji dengan kadar perekat 40%. Rendahnya hasil pengujian keteguhan rekat internal dan pengembangan tebal sangat kecil namun memiliki nilai uji MOE, MOR dan kuat cabut sekrup yang memenuhi standar JIS 5908 2008, ini diduga karena adanya bantuan dari bilah bambu yang direkatkan dengan perekat poliuretan.

4.4. Keterbatasan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini masih banyak kelemahan yang menyebabkan terjadinya kekeliruan pada saat penelitian yaitu :

1. Tidak dilakukan pengujian kekuatan pada bilah bambu andong terlebih dahulu
2. Tidak dilakukannya pengujian terhadap serabut pelepah kelapa sawit
3. Defleksi yang digunakan pada pengujian MOE dengan sampel uji kadar 40% hanya 15mm.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil pengujian sifat fisis dan mekanis papan komposit dari bahan bambu andong dan pelepah kelapa sawit dengan perekat tanin 20%, 30% dan 40% dari berat bahan pelepah kelapa sawit sebagai berikut :

1. Kadar perekat berpengaruh secara signifikan pada pengujian kadar air, pengembangan tebal, modulus elastisitas dan kuat cabut sekrup serta bilah bambu andong dapat meningkatkan nilai MOE, MOR, dan kuat cabut sekrup secara signifikan
2. Pada pengujian kerapatan, kadar air dan MOR, seluruhnya memenuhi JIS A 5908 2003, untuk pengujian MOE dan kuat cabut sekrup hanya pada variasi perekat 20% tidak memenuhi standar, sedangkan pada pengujian pengembangan tebal dan kuat rekat internal seluruh variasi uji belum memenuhi standar.

5.2. Saran

Berdasarkan pembahasan masalah dan kesimpulan di atas, dapat diajukan saran – saran sebagai berikut :

1. Untuk memperbaiki mutu papan komposit pelepah kelapa sawit berlapis bilah bambu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang waktu kempa, formula lem tanin serta suhu kempa yang optimal untuk memenuhi standar JIS A 5908 2003
2. Dalam proses pencampuran perekat tanin, perlu dilakukan secara merata
3. Perlu dilakukannya peneltian lebih lanjut tentang anatomi serabut pelepah kelapa sawit
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan kadar perekat pada bilah bambu.

DAFTAR PUSTAKA

- Augustin, Nona (2016). Karakteristik Papan Partikel Pelepah Kelapa Sawit [Skripsi] Universitas Brawijaya.
- Balfas, J. 2003. Potensi Kayu Sawit Sebagai Alternatif Bahan Baku Industri PerKayuan. Seminar Nasional Himpunan ALmuni IPB dan HAPKA. Fakultas Kehutanan IPB Wilayah Regional Sumatera. Medan
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. SNI 03 2105 2006 Papan Partikel.
- [DEPDIKNAS] Departemen Pendidikan Nasional. Kamus Besar Bahasa Indonesia. Jakarta Balai Pustaka
- Dransfield, S dan E.A. Widjaja. 1995. *Plant Resources of South East Asia* (PROSEA) No 7 : Bamboos. Backhuys Publishers. Leiden
- Frick, Heinz. (2004). Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu. Kanisius. Yogyakarta.
- Haygreen, J. G. dan J. L. Bowyer. (1993). Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Suatu Pengantar .Terjemahan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Haygreen JG, JL. Bowyer. (1989). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu* : Suatu Pengantar. Penerjemah: Dr. Ir. Sutjipto A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Iswanto, A. 2008. Pengujian Siklis Papan Partikel. USU Press. <http://www.usu.ac.id>. Diakses Sabtu, 8 Oktober 2016
- Jansen, J.J.A. 1980. The Mechanical Properties of Bamboo Used in Construction Bamboo Reseach in Asia. Proceeding of Workshop. Singapore.
- [JSA] *Japan Standard Association*. JIS A 5908 2003. *Particleboards*
- Kollman dan Cote. 1968. *Principles of Wood Science and Technology: Solid Wood*. Springer – Verleg. House & Home
- Krisdianto., Ginuk S., Agus, I., 2006. Sari Hasil Penelitian Bambu. FORDA. <http://www.forda-mof.org>. Diakses Minggu, 9 Oktober 2016.
- Lees B. 2006. *Polyurethanes – What Goes Into Pus?. Material Information Service. The Institute of Materials*. [ww.azom.com/details.asp?ArticleID=218](http://www.azom.com/details.asp?ArticleID=218). Diakses 2 Januari 2017.

- Liese W. 1980. Anatomy of Bamboo. Dalam : Erniwati. Pengembangan Papan Komposit Berlapis Anyaman Bambu dengan Perekat Poliuretan. 2008. [Skripsi] Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Massijaya. 1997. Development Of Board Made From Newspaper. Disertation. Tokyo.
- Massijaya. 2001. Pengembangan Papan Komposit Dari Limbah Kayu dan Plastik. Bogor.
- Pizzi A. 1983. Wood Adhesives Chemistry and Technology. New York : Marcel Dekker, INC.
- Retno W. dan Dana K. 2015. Serat Pelepah Kelapa Sawit Untuk Bahan Baku Produk Kerajinan. [Prosiding] Seminar Nasional 4th UNS SME's Summit And Awards 2015. Sinergitas Pengembangan UMKM dalam Era Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA). Yogyakarta
- Ruhendi, S. 1988. Teknologi Perekatan. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.
- Santoso, Adi. 2012. Pemanfaatan Lignin dan Tanin Sebagai Perekat Kayu Komposit. [Prosiding] Simposium Nasional Polimer V. Pusat Penelitian Hasil Hutan. Bogor
- Santoso, Adi., Yusuf S.H., Jamaludin, M. 2012. *Tanin Resorcinol Formaldehyde As Potential Glue For Manufacture Of Plybambu*. Jurnal Of Forestry Study Vol 9 No 1 2012. Bogor
- Sulistianingsih, I., Novitasari dan Agus Turoso., 2006 Pengaruh Kadar Perekat Terhadap Sifat Papan Partikel Bambu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 24(1): 1-8. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Suschland, O and Woodson. 1986. Some important aspects of fiber board manufacturing process in industry. USDA (*United Stated Development Agency*) America.
- Wardani. L, Faisal M, dan Yusuf S.H. 2014. Struktur dan Dimensi Serat Pelepah Kelapa Sawit. Jurnal Hutan Tropis Volume 2 No.1 Fakultas Kehutanan Universitas LAngung MAngkurat dan PERSAKI Pusat.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

ANALISA KEBUTUHAN BAHAN
PAPAN KOMPOSIT PELEPAH KELAPA SAWIT

Direncanakan :

1. Bahan Baku : Serabut pelepah kelapa sawit
Bambu Andong
2. Perekat : Perekat Tanin Mahoni
Perekat Poliuretan
3. Kerapatan Papan Komposit : $0,5 \text{ g/cm}^3$
4. Ukuran Papan : $30 \times 30 \times 1,5 \text{ cm}$
5. Perhitungan Kebutuhan Bahan untuk 1 Papan Uji
 - a. Berat Papan Komposit : $0,5 \text{ g/cm}^3 \times 30 \times 30 \times 1,5$
 $= 675 \text{ gr/cm}^3$
 - b. Berat Pelepah Kelapa Sawit : $((1 \times 30 \times 30) \times 0.5) + 10\%$
: 495 g
 - c. Kebutuhan Bambu : 30 btg bilah dengan ukuran
: lebar 2cm, panjang 30cm
 - d. Berat Perekat Tanin : 20% = 100 g
: 30% = 150 g
: 40% = 200 g

e. Berat Perekat Poliuretan : $8,8\% = 44 \text{ g}$

Maka kebutuhan untuk membuat 9 papan komposit pelepah kelapa sawit berlapis bambu andong adalah :

Kadar Perekat	Jumlah Papan (bh)	Pelepah Kelapa Sawit (gram)	Perekat Tanin (gram)	Perekat Poliuretan (gram)
20%	3	1485	300	132
30%	3	1485	450	132
40%	3	1485	600	132
Jumlah	9	4455	1350	396

LAMPIRAN 2
HASIL UJI KERAPATAN

Bahan : Papan Komposit Pelelah Kelapa Sawit

Tanggal Pengujian : 28 Desember 2016

Kode : B1 = Tanin 40%

B2 = Tanin 30%

B3 = Tanin 20%

Tipe	No	Ukuran			Kerapatan	Rata - Rata
		P	L	T		
		cm	cm	cm	g/cm ³	g/cm ³
B1	1.00	10.00	10.00	1.85	0.62	0.57
	2.00	10.00	10.00	1.93	0.57	
	3.00	10.00	10.00	1.89	0.56	
	4.00	10.00	10.00	1.89	0.55	
	5.00	10.00	10.00	1.90	0.56	
B2	1.00	10.00	10.00	1.85	0.58	0.56
	2.00	10.00	10.00	1.88	0.56	
	3.00	10.00	10.00	1.90	0.53	
	4.00	10.00	10.00	1.89	0.54	
	5.00	10.00	10.00	1.90	0.56	
B3	1.00	10.00	10.00	1.88	0.58	0.55
	2.00	10.00	10.00	1.89	0.55	
	3.00	10.00	9.00	1.87	0.55	
	4.00	10.00	9.00	1.85	0.54	
	5.00	10.00	9.00	1.89	0.54	

LAMPIRAN 3

HASIL UJI KADAR AIR

Bahan : Papan Komposit Pelepah Kelapa Sawit

Tanggal Pengujian : 28 Desember 2016

Kode : B1 = Tanin 40%

B2 = Tanin 30%

B3 = Tanin 20%

Tipe	No	Ukuran			Berat Awal	Berat Akhir	Kadar Air
		P	L	T			
		cm	cm	cm	g	g	%
B1	1.00	10.00	10.00	1.85	114.87	101.53	13%
	2.00	10.00	10.00	1.93	109.61	97.17	13%
	3.00	10.00	10.00	1.89	105.71	93.94	13%
	4.00	10.00	10.00	1.89	104.30	92.61	13%
	5.00	10.00	10.00	1.90	106.98	95.24	12%
B2	1.00	10.00	10.00	1.85	106.81	94.53	13%
	2.00	10.00	10.00	1.88	105.52	93.83	12%
	3.00	10.00	10.00	1.90	101.43	90.09	13%
	4.00	10.00	10.00	1.89	102.12	90.75	13%
	5.00	10.00	10.00	1.90	106.39	94.49	13%
B3	1.00	10.00	10.00	1.88	109.88	98.43	12%
	2.00	10.00	10.00	1.89	103.80	93.09	12%
	3.00	10.00	9.00	1.87	92.46	82.80	12%
	4.00	10.00	9.00	1.85	90.55	80.97	12%
	5.00	10.00	9.00	1.89	92.31	82.37	12%

LAMPIRAN 4
HASIL UJI PENGEMBANGAN TEBAL

Bahan : Papan Komposit Pelepah Kelapa Sawit
 Tanggal Pengujian : 28 Desember 2016
 Kode : C1 = Tanin 40%
 C2 = Tanin 30%
 C3 = Tanin 20%

Tipe	No	Ukuran Sebelum						Ukuran Sesudah				Hasil					
		P	L	T				T									
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	R	RT
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	%	%	%	%	%	%
C1	1.00	5.00	4.70	1.85	1.88	1.85	1.85	2.29	2.30	2.34	2.33	23%	22%	26%	26%	24%	27%
	2.00	5.00	5.00	1.83	1.88	1.84	1.84	2.44	2.62	2.38	2.40	33%	39%	29%	31%	33%	
	3.00	5.00	5.00	1.85	1.85	1.85	1.86	2.26	2.34	2.35	2.41	22%	27%	27%	30%	26%	
	4.00	5.00	5.00	1.86	1.84	1.83	1.84	2.21	2.22	2.26	2.26	19%	21%	23%	23%	22%	
	5.00	5.00	4.70	1.88	1.91	1.88	1.90	2.35	2.36	2.34	2.60	25%	24%	24%	37%	27%	
C2	1.00	5.00	4.70	1.86	1.87	1.88	1.884	2.34	2.65	2.63	2.61	26%	42%	40%	39%	37%	49%
	2.00	5.00	4.60	1.92	1.91	1.91	1.91	2.86	2.83	2.86	3.07	49%	48%	50%	61%	52%	
	3.00	5.00	5.00	1.88	1.87	1.85	1.87	2.91	2.83	2.58	2.89	55%	50%	39%	54%	50%	
	4.00	5.00	5.00	1.88	1.88	1.89	1.89	3.07	2.66	3.10	3.44	63%	42%	64%	83%	63%	
	5.00	5.00	4.20	1.87	1.88	1.89	1.90	2.67	2.71	2.94	2.66	43%	45%	56%	40%	46%	
C3	1.00	5.00	5.00	1.87	1.89	1.89	1.86	3.88	3.77	3.68	3.67	108%	100%	95%	97%	100%	85%
	2.00	5.00	5.00	1.87	1.90	1.89	1.91	3.56	3.63	3.58	3.54	90%	90%	90%	85%	89%	
	3.00	5.00	5.00	1.89	1.91	1.89	1.90	3.24	3.55	3.24	3.26	72%	86%	71%	71%	75%	
	4.00	5.00	4.30	1.88	1.87	1.87	1.87	3.21	3.10	3.07	3.11	70%	65%	64%	66%	66%	
	5.00	5.00	4.40	1.90	1.84	1.90	1.88	3.73	3.60	3.51	3.76	96%	96%	85%	100%	94%	

Keterangan : R : Rata - rata

RT : Rata – rata total

LAMPIRAN 5
HASIL UJI MODULUS PATAH

Bahan : Papan Komposit Pelelah Kelapa Sawit
 Tanggal Pengujian : 28 Desember 2016
 Kode : A1 = Tanin 40%
 A2 = Tanin 30%
 A3 = Tanin 20%

Tipe	No	Ukuran			Beban	MOE
		P	L	T		
		cm	cm	cm	kgf	kgf/cm ²
A1	1.00	28.00	5.00	1.85	52.59	11.58
	2.00	27.50	5.00	1.93	63.22	12.78
	3.00	27.80	4.50	1.89	50.00	10.52
	4.00	27.50	4.70	1.90	44.12	9.74
A2	1.00	30.00	5.00	1.85	60.73	13.37
	2.00	30.00	5.00	1.90	75.86	15.69
	3.00	30.00	5.00	1.89	67.14	14.17
	4.00	29.30	5.00	1.90	59.49	12.43
A3	1.00	29.80	5.00	1.88	54.96	11.66
	2.00	29.80	4.50	1.89	67.83	14.32
	3.00	30.00	5.00	1.85	53.22	11.08
	4.00	29.80	5.00	1.89	52.41	11.01

LAMPIRAN 6
HASIL UJI MODULUS ELASTISITAS

Bahan : Papan Komposit Pelelah Kelapa Sawit
 Tanggal Pengujian : 28 Desember 2016
 Kode : A1 = Tanin 40%
 A2 = Tanin 30%
 A3 = Tanin 20%

Tipe	No	Ukuran			Beban	MOE
		P	L	T		
		cm	cm	cm	kgf	kgf/cm ²
A1	1.00	28.00	5.00	1.85	52.59	22,91
	2.00	27.50	5.00	1.93	63.22	13,98
	3.00	27.80	4.50	1.89	50.00	13,58
	4.00	27.50	4.70	1.90	44.12	11,93
A2	1.00	30.00	5.00	1.85	60.73	22,17
	2.00	30.00	5.00	1.90	75.86	20,45
	3.00	30.00	5.00	1.89	67.14	18,70
	4.00	29.30	5.00	1.90	59.49	19,11
A3	1.00	29.80	5.00	1.88	54.96	11,55
	2.00	29.80	4.50	1.89	67.83	11,26
	3.00	30.00	5.00	1.85	53.22	12,07
	4.00	29.80	5.00	1.89	52.41	13,58

LAMPIRAN 7
HASIL UJI KETEGUHAN CABUT SEKRUP

Bahan : Papan Komposit Pelelah Kelapa Sawit

Tanggal Pengujian : 28 Desember 2016

Kode : E1 = Tanin 40%

E2 = Tanin 30%

E3 = Tanin 20%

Tipe	No	Ukuran			Kadar Air
		P	L	T	
		cm	cm	cm	%
E1	1.00	10.00	4.70	1.80	50.00
	2.00	9.70	4.70	1.70	44.80
	3.00	9.80	5.00	1.80	29.60
	4.00	9.80	4.60	1.80	50.00
	5.00	9.80	5.00	1.80	50.00
E2	1.00	10.00	4.70	1.80	32.40
	2.00	9.60	4.80	1.80	32.00
	3.00	9.80	5.00	1.80	36.00
	4.00	9.60	5.00	1.70	32.00
	5.00	9.50	4.20	1.70	32.00
E3	1.00	10.00	5.00	1.80	23.60
	2.00	9.80	5.00	1.80	30.00
	3.00	9.80	5.00	1.80	30.00
	4.00	10.00	4.30	1.80	38.00
	5.00	10.00	4.40	1.80	25.20

LAMPIRAN 8
HASIL ANALISA VARIAN KADAR AIR

Data uji kadar air

Kode : A = Tanin 40%
B = Tanin 30%
C = Tanin 20%

Ulangan (r)	Perlakuan			Jumlah
	A	B	C	
1	0.1314	0.1299	0.1163	
2	0.1280	0.1246	0.1150	
3	0.1253	0.1259	0.1167	
4	0.1262	0.1253	0.1183	
5	0.1233	0.1259	0.1207	
Jumlah	0.6342	0.6316	0.5870	1.8528
Banyak Pengulangan	5.0	5.0	5.0	15.0
Rata - Rata	0.1268	0.1263	0.1174	0.3706

Derajat Bebas (db)

Dbt : Jumlah n - 1 = 14

Dbp : t - 1 = 2

Dbg : t (r-1) = 12

Faktor Koreksi (FK)

FK : $Y_{ij}^2 / r \times t = 0,2289$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\text{JKT} : \sum(Y_{ij})^2 - FK = 0,0004$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$\text{JKP} : (\sum (\sum Y_{ij})^2) / r - FK = 0,0003$$

Jumlah Kuadrat Galat

$$\text{JKG} : \text{JKT} - \text{JKP} = 0,0001$$

Kuadrat Tengah (KT)**Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)**

$$\text{KTP} : \text{JKP} / \text{dbp} = 0,00014$$

Kuadrat Tengah Galat

$$\text{KTG} : \text{JKG} / \text{dbg} = 0,0000061$$

F Hitung (Fhit)

$$\text{Fhit} : \text{KTP} / \text{KTG} = 22,8972$$

Tabel ANAVA Kadar Air

Sumber Variasi	DB	JK	KT	F HIT	F TABEL	
					5%	1%
Kadar Perekat	2.00	0.000355	0.000141	22,8972	3.89	6,93
Galat	12.00	0.000281	0.000006			
Total	14.00	0.000636				

LAMPIRAN 9
HASIL ANALISA VARIAN PENGEMBANGAN TEBAL

Data uji pengembangan tebal

Kode : A = Tanin 40%
B = Tanin 30%
C = Tanin 20%

Ulangan (r)	Perlakuan			Jumlah
	A	B	C	
1	0.2442	0.3650	0.9993	
2	0.3303	0.5200	0.8886	
3	0.2647	0.4974	0.7517	
4	0.2157	0.6298	0.6649	
5	0.2744	0.4582	0.9436	
Jumlah	1.3293	2.4705	4.2481	8.0479
Banyak Pengulangan	5.0	5.0	5.0	15.0
Rata - Rata	0.2659	0.4941	0.8496	1.6096

Derajat Bebas (db)

Dbt : Jumlah n – 1 = 14

Dbp : t – 1 = 2

Dbg : t (r-1) = 12

Faktor Koreksi (FK)

FK : $Y_{ij}^2 / r \times t = 4,3179$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT : \sum(Y_{ij})^2 - FK = 0,9862$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$JKP : (\sum (\sum Y_{ij})^2) / r - FK = 0,8654$$

Jumlah Kuadrat Galat

$$JKG : JKT - JKP = 0,1207$$

Kuadrat Tengah (KT)**Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)**

$$KTP : JKP / dbp = 0,4327$$

Kuadrat Tengah Galat

$$KTG : JKG / dbg = 0,0101$$

F Hitung (Fhit)

$$Fhit : KTP / KTG = 43,005$$

Tabel ANAVA Pengembangan Tebal

Sumber Variasi	DB	JK	KT	F HIT	F TABEL	
					5%	1%
Pengembangan Tebal	2.00	0,9862	0,4327	43,0052	3.89	6,93
Galat	12.00	0,8654	0,0101			
Total	14.00	1,8516				

LAMPIRAN 10
HASIL ANALISA VARIAN MODULUS PATAH

Data uji modulus patah

Kode : A = Tanin 40%
B = Tanin 30%
C = Tanin 20%

Ulangan (r)	Perlakuan			Jumlah
	A	B	C	
1	11.5750	13.3660	11.6630	
2	12.7830	15.6940	14.3180	
3	10.5200	14.1720	11.0810	
4	9.7417	12.4250	11.0050	
Jumlah	0.6342	0.6316	0.5870	1.8528
Banyak Pengulangan	4.0	4.0	4.0	12.0
Rata - Rata	11.1549	13.9143	12.0168	37.0859

Derajat Bebas (db)

Dbt : Jumlah n – 1 = 11

Dbp : t – 1 = 2

Dbg : t (r-1) = 9

Faktor Koreksi (FK)

FK : $Y_{ij}^2 / r \times t = 1833,8211$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\text{JKT} : \sum(Y_{ij})^2 - \text{FK} = 34,2428$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$\text{JKP} : (\sum(\sum Y_{ij})^2)/r - \text{FK} = 15,9428$$

Jumlah Kuadrat Galat

$$\text{JKG} : \text{JKT} - \text{JKP} = 18,3$$

Kuadrat Tengah (KT)**Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)**

$$\text{KTP} : \text{JKP} / \text{dbp} = 7,9714$$

Kuadrat Tengah Galat

$$\text{KTG} : \text{JKG} / \text{dbg} = 2,0333$$

F Hitung (Fhit)

$$\text{Fhit} : \text{KTP}/\text{KTG} = 3,9204$$

Tabel ANAVA Modulus Patah

Sumber Variasi	DB	JK	KT	F HIT	F TABEL	
					5%	1%
Kadar Perekat	2.00	34,243	7,971	3,920	4,26	8,02
Galat	9.00	15,943	2,033			
Total	11.00	50,186				

LAMPIRAN 10
HASIL ANALISA VARIAN MODULUS ELASTISITAS

Data uji modulus elastisitas

Kode : A = Tanin 40%
B = Tanin 30%
C = Tanin 20%

Ulangan (r)	Perlakuan			Jumlah
	A	B	C	
1	22,9080	22,1670	11,5540	
2	13,9830	20,4510	11,2610	
3	13,5750	18,7020	12,0660	
4	11,9280	19,1120	13,5820	
Jumlah	62,3940	80,4320	48,4630	191,2890
Banyak Pengulangan	4.0	4.0	4.0	12.0
Rata - Rata	15,5985	20,1080	12,1158	47,8223

Derajat Bebas (db)

Dbt : Jumlah n – 1 = 11

Dbp : t – 1 = 2

Dbg : t (r-1) = 9

Faktor Koreksi (FK)

FK : $Y_{ij}^2 / r \times t = 3049,2901$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT : \sum(Y_{ij})^2 - FK = 212,5852$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$JKP : (\sum (\sum Y_{ij})^2) / r - FK = 128,4549$$

Jumlah Kuadrat Galat

$$JKG : JKT - JKP = 84,1303$$

Kuadrat Tengah (KT)**Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)**

$$KTP : JKP / dbp = 64,2275$$

Kuadrat Tengah Galat

$$KTG : JKG / dbg = 9,3478$$

F Hitung (Fhit)

$$Fhit : KTP / KTG = 6,8709$$

Tabel ANAVA Modulus Elastisitas

Sumber Variasi	DB	JK	KT	F HIT	F TABEL	
					5%	1%
Kadar Perekat	2.00	212,59	64,23	6,87	4,26	8,02
Galat	9.00	128,45	9,35			
Total	11.00	341,04				

LAMPIRAN 11
HASIL ANALISA VARIAN KETEGUHAN CABUT SEKRUP

Data uji keteguhan cabut sekrup

Kode : A = Tanin 40%

B = Tanin 30%

C = Tanin 20%

Ulangan (r)	Perlakuan			Jumlah
	A	B	C	
1	50,00	32,40	23,60	
2	44,80	32,00	30,00	
3	29,60	36,00	30,00	
4	50,00	32,00	38,00	
5	50,00	32,00	25,20	
Jumlah	224,40	164,40	146,80	535,60
Banyak Pengulangan	5.0	5.0	5.0	15.0
Rata - Rata	44,88	32,88	29,360	107,120

Derajat Bebas (db)

Dbt : Jumlah n – 1 = 14

Dbp : t – 1 = 2

Dbg : t (r-1) = 12

Faktor Koreksi (FK)

FK : $Y_{ij}^2 / r \times t = 19124,491$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\text{JKT} : \sum(Y_{ij})^2 - \text{FK} = 1112,469$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$\text{JKP} : (\sum (\sum Y_{ij})^2) / r - \text{FK} = 662,101$$

Jumlah Kuadrat Galat

$$\text{JKG} : \text{JKT} - \text{JKP} = 450,368$$

Kuadrat Tengah (KT)**Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)**

$$\text{KTP} : \text{JKP} / \text{dbp} = 331,051$$

Kuadrat Tengah Galat

$$\text{KTG} : \text{JKG} / \text{dbg} = 37,531$$

F Hitung (Fhit)

$$\text{Fhit} : \text{KTP} / \text{KTG} = 8,821$$

Tabel ANAVA Keteguhan Cabut Sekrup

Sumber Variasi	DB	JK	KT	F HIT	F TABEL	
					5%	1%
Pengembangan						
Tebal	2.00	1112,47	331,05	8,82	3.89	6,93
Galat	12.00	662,1	37,53			
Total	14.00	1774,57				

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



YOGI PRASETIYA, Lahir di Jakarta pada tanggal 15 Juli 1993, anak pertama dari 3 bersaudara. Selama kuliah bertempat tinggal di Gang. G No 37 RT/RW 08/05 Kel. Rawabadak Utara Kec. Rawabadak – Jakarta Utara.

Menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN Sumber Jaya 05 Tambun Selatan – Bekasi pada tahun 2005. Menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMP N 03 Tambun Selatan – Bekasi pada tahun 2008. Mengenyam pendidikan sekolah menengah atas di SMA N 114 Jakarta pada tahun 2011 dan menyelesaikan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri pada program Studi Strata 1 (S1) di Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

Aktif dalam kegiatan kemahasiswaan Sipil dan pernah mengikuti Praktek Keterampilan Mengajar di SMK N 4 Rorotan dan Praktek Kerja Lapangan di proyek T-Tower, Jl. Jendral Gatot Subroto kav 3-4 – Jakarta Selatan.