

**“Karakteristik Papan Partikel Tanpa Perekat Dari
Kayu Pulai (*Alstonia scholaris*)”**



**Heru Arisandi
4509044009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA 45 MAKASSAR
2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas "Bosowa 45" Makassar Nomor: SK. A. 137/SK/FT./U- 45/IX/2015 tanggal 30 September 2015 tentang Panitia dan Penguji Tugas Akhir Mahasiswa, maka:

Pada hari/Tanggal : Jumat / 2 Oktober 2015
Tugas Akhir Atas Nama : Heru Arisandi
Stambuk : 4509044009
Judul Skripsi : **Karakteristik Papan Partikel Tanpa Perekat Dari Kayu Pulai (*Alstonia scholaris*)**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Skripsi Sarjana Negara Fakultas Teknik Universitas "Bosowa 45" Makassar. Setelah dipertahankan di depan Penguji Skripsi Sarjana Negara untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana, Jenjang Strata Satu (S-1) pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri (Program Studi Teknik Kimia) Universitas "Bosowa 45" Makassar.

TIM PENGUJI

Ketua : Ridwan, ST., M.Si

(.....)

Sekretaris : M. Tang, ST., M.P.Kim

(.....)

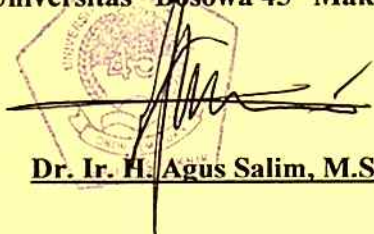
Anggota : 1. Hermawati, S.Si., M.Eng

(.....)

2. Ir. Nuraeni Yacob, M.Si

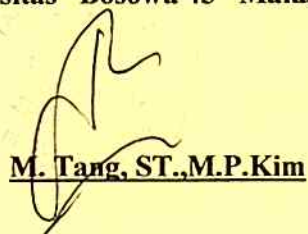
(.....)

Disahkan
Dekan Fakultas Teknik
Universitas "Bosowa 45" Makassar



Dr. Ir. H. Agus Salim, M.Si

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri
Universitas "Bosowa 45" Makassar

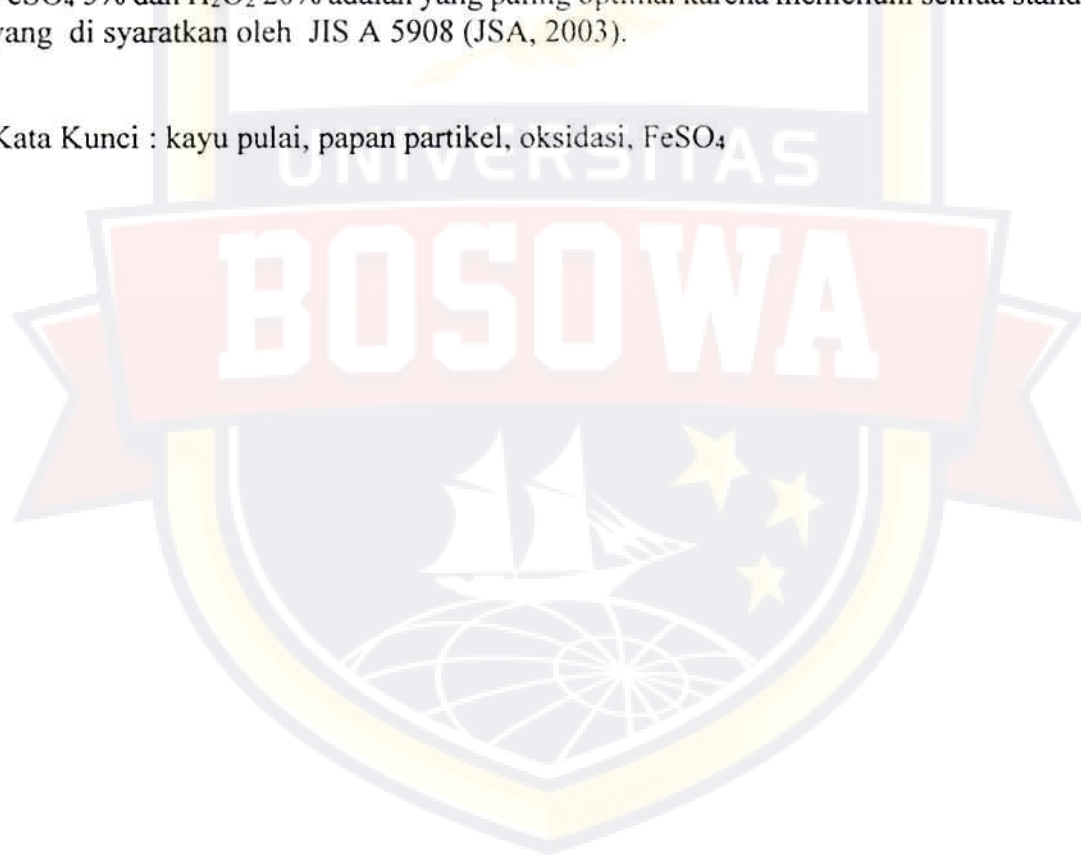


M. Tang, ST., M.P.Kim

INTISARI

Kayu pulai adalah kayu cepat tumbuh yang berasal dari hutan rakyat. Hampir semua bagian pohonnya baik dari batang, kulit, buah dan akar memiliki manfaat yang sangat besar. Khusus untuk bagian batangnya mempunyai potensi untuk dikembangkan menjadi produk hasil hutan termasuk papan partikel tanpa perekat. Objek penelitian ini adalah menguji karakteristik sifat papan artikel tanpa perekat (sifat fisik dan mekanis papan) pada berbagai kadar oksidator. Dalam pembuatan papan partikel tanpa perekat proses oksidasi menggunakan oksidator yaitu kombinasi FeSO_4 dengan H_2O_2 dengan tingkat konsentrasi tertentu. Papan partikel tanpa perekat ini dibuat dalam ukuran 30 cm x 30 cm x 0,7 cm dengan kerapatan sasaran $0,75 \text{ g/cm}^3$, tekanan 25 kg/cm^2 pada suhu 180°C . Pengujian sifat fisik dan sifat mekanis papan partikel tanpa perekat dievaluasi berdasarkan standar JIS A 5908 (JSA, 2003). Dari hasil pengujian yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa variasi oksidator FeSO_4 5% dan H_2O_2 20% adalah yang paling optimal karena memenuhi semua standar yang di syaratkan oleh JIS A 5908 (JSA, 2003).

Kata Kunci : kayu pulai, papan partikel, oksidasi, FeSO_4



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Karakteristik Papan Partikel Tanpa Perekat Dari Kayu Pulai (*Alstonia scholaris*)**” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Kimia Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Bosowa 45 Makassar.

Banyak kendala yang penulis hadapi dalam proses penyusunan skripsi ini, namun semua hal tersebut dapat terselesaikan dengan baik berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materil. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Bapak Ridwan, ST., M.Si. dan Bapak M. Tang, ST., M.PKim. selaku pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga serta kesabaran dalam memberikan bimbingan dan mengarahkan penulisan sejak awal hingga penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Hermawati, S.Si., M.Eng. dan Ibu Ir. Nuraeni Yacob, M.Si. selaku penguji yang banyak memberikan saran, masukan dan koreksi dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak M. Tang, ST., M.PKim. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Bosowa 45 Makassar.
4. Seluruh Dosen dan Staf Administrasi Fakultas Teknik khususnya Prodi Teknik Kimia Universitas Bosowa 45 Makassar yang telah banyak membantu penulis dalam pendidikan dan pengurusan administrasi selama penulis menempuh perkuliahan.
5. Teman-teman di Prodi Teknik Kimia Universitas Bosowa 45 Makassar atas bantuan dan dukungannya selama ini.

Ucapan terima kasih yang terkhusus dan sebesar - besarnya kepada orangtua dan saudara-saudara tersayang yang tak pernah putus mencurahkan doa dan dukungan yang diberikan baik berupa moril maupun material. Penulis menyadari bahwa tulisan ini tidak luput dari kekurangan dan kekeliruan sehingga kami berharap kiranya saran dan kritik yang membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat baik sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya maupun untuk bahan pembangunan industri pengolahan kayu khususnya industri papan partikel. Sekian dan terima kasih.

Makassar,

September 2015

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
INTISARI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Papan Partikel Tanpa Perekat.....	3
2.2 Kayu Pulai	4
2.3 Oksidator	8
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Penelitian.....	10
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Sifat Fisik Papan Partikel	17
4.2 Sifat Mekanis Papan Partikel	20

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan24

5.2 Saran.....24

DAFTAR PUSTAKA25



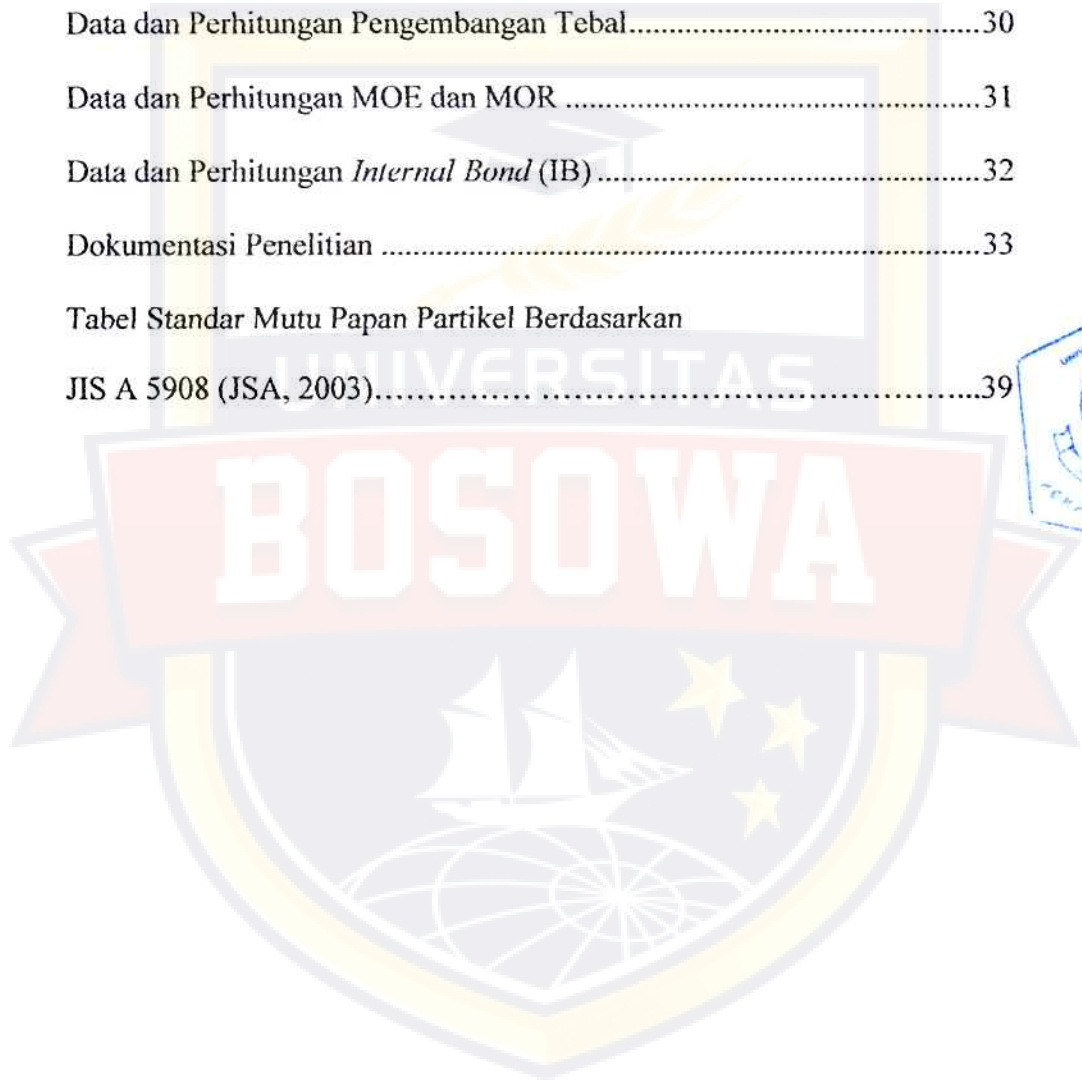
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
2.1	Pohon Pulai (<i>Alstonia Scholaris</i>)	5
2.2	Proses Ikatan Yang Mungkin Terjadi Melalui Interaksi Permukaan Kayu Yang Teroksidasi.....	8
3.1	Diagram Alir Proses Pembuatan Papan Partikel	11
3.2	Pola Pemotongan Contoh Uji	12
3.3	Pengujian Keteguhan Rekat (<i>Internal Bond</i>)	15
4.1	Histogram Nilai Kerapatan Papan Partikel	17
4.2	Histogram Nilai Kadar Air Papan Partikel.....	18
4.3	Histogram Nilai Pengembangan Tebal Papan Partikel	19
4.4	Histogram Nilai MOE Papan Partikel.....	20
4.5	Histogram Nilai MOR Papan Partikel.....	21
4.6	Histogram Nilai <i>Internal Bond</i> Papan Partikel	22



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Contoh Perhitungan.....	27
2.	Data dan Perhitungan Kerapatan dan Kadar Air.....	29
3.	Data dan Perhitungan Pengembangan Tebal.....	30
4.	Data dan Perhitungan MOE dan MOR	31
5.	Data dan Perhitungan <i>Internal Bond</i> (IB).....	32
6.	Dokumentasi Penelitian	33
7.	Tabel Standar Mutu Papan Partikel Berdasarkan JIS A 5908 (JSA, 2003).....	39



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan kayu dewasa ini semakin meningkat sementara kayu yang diproduksi baik dari hutan alam maupun hutan tanaman tidak dapat lagi memenuhinya. Produk utama yang dihasilkan dari hutan adalah kayu bulat. Produksi kayu bulat ini dihasilkan dari hutan alam melalui kegiatan pada IUPHHK- HA (Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu - Hutan Alam), Izin Pemanfaatan Kayu (IPK) dalam rangka pembukaan wilayah hutan, dan pembangunan Hutan Tanaman Industri (HTI) serta kegiatan hutan rakyat. Pada tahun 2013, produksi kayu bulat sebesar 23,23 juta m³, padahal kebutuhan kayu nasional mencapai 49 juta m³ per tahun (Kementerian Kehutanan, 2013). Hal tersebut menunjukkan terjadinya ketimpangan yang tinggi antara ketersediaan produksi kayu dengan kebutuhan kayu nasional. Beberapa upaya telah dikembangkan dalam rangka mengatasi keterbatasan tersebut dengan memanfaatkan perkembangan teknologi dan menciptakan produk-produk komposit.

Papan partikel merupakan salah satu produk komposit yang telah banyak dikembangkan. Papan partikel yang dikembangkan diharapkan mampu memaksimalkan bahan baku kayu dan bahan berlignoselulosa lainnya. Namun demikian, data yang dikemukakan Li (2002) menunjukkan bahwa sebanyak 96,6 % pembuatan papan partikel selama ini masih menggunakan perekat yang mengandung senyawa formaldehida. Penggunaan senyawa kimia ini berpotensi mengganggu kesehatan manusia terlebih perekat tersebut didominasi senyawa turunan minyak bumi sehingga tidak terbarukan.

Berbagai upaya dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satunya yaitu pembuatan papan partikel *binderless* atau tanpa perekat. Sejumlah penelitian telah banyak dilakukan untuk mengembangkan pembuatan papan partikel tanpa perekat. Pembuatan papan partikel tanpa perekat dengan metode oksidasi telah dilakukan oleh Suhasman (2009). Penelitian ini menghasilkan karakteristik papan partikel yang cukup baik meskipun belum mampu menyamai papan partikel

konvensional. Hal ini diduga diakibatkan oleh berbagai faktor antara lain komponen kimia penyusun kayu, ukuran partikel maupun faktor-faktor lainnya. Oleh karena itu, pembuatan papan partikel tanpa perekat khususnya menggunakan bahan baku kayu dengan jenis yang berbeda terbuka luas untuk dikembangkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah yang hendak kami kemukakan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik papan partikel kayu pulai sebagai alternatif pemanfaatan bahan baku kayu yang ramah lingkungan.
2. Bagaimana pengaruh variasi oksidator dalam proses pembuatan papan partikel tanpa perekat

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik papan partikel dari kayu pulai sebagai alternatif pemanfaatan bahan baku kayu yang ramah lingkungan.
2. Mengetahui variasi oksidator yang optimal dalam proses pembuatan papan partikel tanpa perekat.

1.3.2 Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai informasi mengenai perkembangan teknologi terutama pada bidang pembuatan papan partikel.
2. Diharapkan penelitian ini juga bermanfaat untuk memperkaya aset ilmu pengetahuan dan sebagai sumber informasi tentang pemanfaatan kayu sebagai bahan baku pembuatan papan partikel.

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

2.1 Papan Partikel Tanpa Perekat

Menurut Maloney (1993), papan partikel merupakan salah satu jenis komposit atau panel kayu yang terbuat dari partikel-partikel kayu atau bahan yang berlignoselulosa yang diikat dengan perekat sintetis atau bahan pengikat lain dengan kempa panas. Produk komposit memiliki beragam bentuk seperti papan partikel, papan serat, *wafer board*, *oriented strand board*, maupun *com-ply* (Maloney 1993). Produk-produk ini berkembang karena semakin sulitnya menemukan bahan baku berupa log berdiameter besar untuk produk kayu solid seperti kayu gergajian maupun kayu lapis. Untuk mengetahui sifat fisik dan mekanis papan partikel dilakukan pengujian kerapatan, kadar air, daya serap air, pengembangan tebal, *Modulus of Elasticity* (MOE) dan *Modulus of Repture* (MOR), serta *Internal Bond* (IB).

Dalam pembuatan papan partikel saat ini masih didominasi penggunaan perekat yang tidak ramah lingkungan. Li (2002) mengungkapkan sebanyak 96,6 % pembuatan papan partikel menggunakan perekat senyawa formaldehida yang potensial mengganggu kesehatan manusia. Peraturan ketat dari berbagai negara dalam menerima produk papan partikel menuntut adanya inovasi produk papan partikel yang lebih ramah lingkungan.

Dari berbagai macam produk komposit tersebut, pengembangan teknologi papan komposit tanpa perekat lebih banyak dikaji pada papan partikel dan papan serat. Hal ini terjadi karena untuk membuat papan komposit tanpa perekat dibutuhkan usaha untuk memodifikasi atau mengaktifkan komponen kimia kayu agar dapat berikatan tanpa kehadiran perekat.

Pengembangan teknologi papan komposit tanpa perekat merupakan inovasi untuk mencari teknologi alternatif yang dapat mengatasi kelemahan-kelemahan papan komposit seperti kandungan senyawa formaldehida dalam perekatnya, maupun bahan baku perekat yang umumnya tidak terbarukan. Beberapa metode yang digunakan dalam pengembangan teknologi pembuatan papan komposit tanpa perekat adalah

dengan metode *steam explosion* dalam penyiapan serat, perlakuan pendahuluan dengan enzim, injeksi uap panas, serta metode oksidasi.

Binderless merupakan produk dari kondisi yang mengalami percepatan perubahan kimia terhadap ikatan *carbonyl compounds* dalam ikatan sendirinya akan berdampak pada ekstraktif dan kadar lignin bahan baku tersebut. Okuda et al. (2005) mengemukakan bahwa pelunakan lignin akibat kempa panas, ikatan kimia yang dibentuk oleh asam karboksilat bebas, dan peningkatan struktur lignin terkondensasi berperan penting dalam mekanisme ikatan antar serat. Ia juga menyimpulkan bahwa suhu kempa juga berperan penting dalam proses terjadinya ikatan.

Widyorini et al. (2005) mengungkapkan bahwa potongan-potongan kayu yang lebih kecil dapat dikonversi menjadi papan dengan melakukan penguapan dan pemanasan tanpa menggunakan tambahan perekat, hal ini disebut sebagai *self bonding*. Okuda et al. (2005) mengungkapkan bahwa bahan yang berlignoselulosa dapat dibentuk dengan kempa panas, tanpa tambahan perekat atau resin. Hal ini terjadi karena perubahan komponen kimia seperti hidrolisis hemiselulosa dan pelarutan lignin. Salah satu metode yang digunakan oleh Kurniawan (2007) dalam pembuatan papan partikel *binderless* yakni dengan metode perebusan dengan waktu perebusan dan kempa lebih lama cenderung menghasilkan keteguhan rekat internal yang lebih.

2.2 Kayu Pulai

Pulai (*Alstonia Scholaris*) atau dikenal juga dengan nama lokal pule, kayu gabus, lame, lamo dan jelutung, termasuk ke dalam famili Apocynaceae. Pohon ini banyak tumbuh liar di hutan atau ditanam di perkebunan dan tersebar di daerah Sumatera Selatan, Jambi, Bengkulu, Kalimantan, Sulawesi dan daerah lainnya di Indonesia.

Kayu pulai adalah kayu cepat tumbuh yang berasal dari hutan rakyat. Semua bagian baik dari batang, kulit, daun, bunga dan akar memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi produk hasil hutan yang bermanfaat. Kayu pulai tumbuh pada tanah liat dan tanah berpasir yang kering atau tidak digenangi air dan terdapat juga pada lereng bukit berbatu. Pohon pulai tumbuh pada ketinggian 0-1000 m dari permukaan laut dalam hutan hujan tropis dengan curah hujan tahunan 1000-3800 mm.



Gambar 2.1. Pohon Pulai (*Alstonia Scholaris*)

Klasifikasi dari Pulai (*Alstonia scholaris*) :

Kingdom : Plantae

Subkingdom : Tracheobionta

Divisi : Magnoliophyta

Super Divisi : Spermatophyta

Kelas : Magnoliopsida

Sub Kelas : Asteridae

Ordo : Gentianales

Family : Apocynaceae

Genus : *Alstonia*

Species : *Alstonia scholaris* R. Br

Sifat kayu pulai termasuk kelompok kayu ringan dengan berat jenis bervariasi antara 0,27 - 0,49. Dari segi kekuatannya tergolong kayu kelas kuat IV-V. Dari sifat pengerjaannya, kayu pulai mudah digergaji, diserut dan dibor, baik dalam keadaan segar

maupun kering. Mudah diawetkan dan dikeringkan, dengan tingkat keawetannya termasuk kelas awet V (Martawijaya A. et al. 2005).

2.2.1 Batang dan Kulit

Ciri – ciri dari pohon ini memiliki tinggi bisa mencapai 40 - 45 m, panjang batang bebas cabang 6 - 30 m, diameter 40 – 60 cm, batang lurus dan beralur dangkal, berbanir yang tingginya 4 – 5 m. Kulit luar berwarna kelabu putih atau kelabu-coklat, pohon mengeluarkan getah berwarna putih.

2.2.2 Daun

Daun tersusun melingkar berbentuk lonjong atau elips. Daunnya hijau mengkilap dengan bagian bawah daun berwarna lebih pucat. Daunnya menjari dengan jumlah tiga sampai sepuluh daun dan tangkai sepanjang 3 cm.

2.2.3 Bunga dan Buah

Pohon pulai berbunga dan berbuah antara bulan Mei – Agustus. Buah pulai berbiji banyak, tiap kg biji kering berisi 620.000 butir. Buah berwarna kuning merekah, berbentuk bumbung bercuping dua, sedikit berkayu, dengan ukuran panjang antara 15 – 32 cm, berisi banyak benih. Biji pulai yang telah dijemur selama 2 hari dan disimpan selama 2 bulan dalam kaleng tertutup rapat masih mampu berkecambah sampai 90% dengan persentase 80%.

2.2.4 Manfaat Pohon Pulai

Sebagian besar dari pohon pulai memiliki khasiat untuk obat yang tidak hanya dipercaya oleh nenek moyang bangsa Indonesia tetapi berlaku secara internasional (terutama negara-negara di Asia). Riset secara medis juga sudah dilakukan oleh banyak lembaga. Kulit kayu mengandung alkaloida ditanin, ekitamin (ditamin), ekitanin, ekitamidin, alstonin, ekiserin, ekitin, ekitein, porfirin dan triperpen. Kulit kayu dapat untuk mengatasi demam, malaria, limpa membesar, batuk berdahak, diare, disentri, kurang nafsu makan, perut kembung, sakit perut, kolik, kencing manis, tekanan darah tinggi, wasir, anemia, gangguan haid, rematik akut.

Daun mengandung pikrinin, daun dapat untuk mengatasi borok, bisul, perempuan setelah melahirkan (nifas), beri-beri dan payudara bengkak karena bendungan ASI. Akarnya juga digunakan untuk obat tukak didalam hidung, mengobati koreng dan borok.

Kayu pulai (*Alstonia scholaris*) memiliki bentuk daun mirip kamboja dan memiliki bunga warna kuning yang indah. Banyak di jumpai jalan protokol ibukota, serta beberapa tempat perbelanjaan dan hotel mewah.

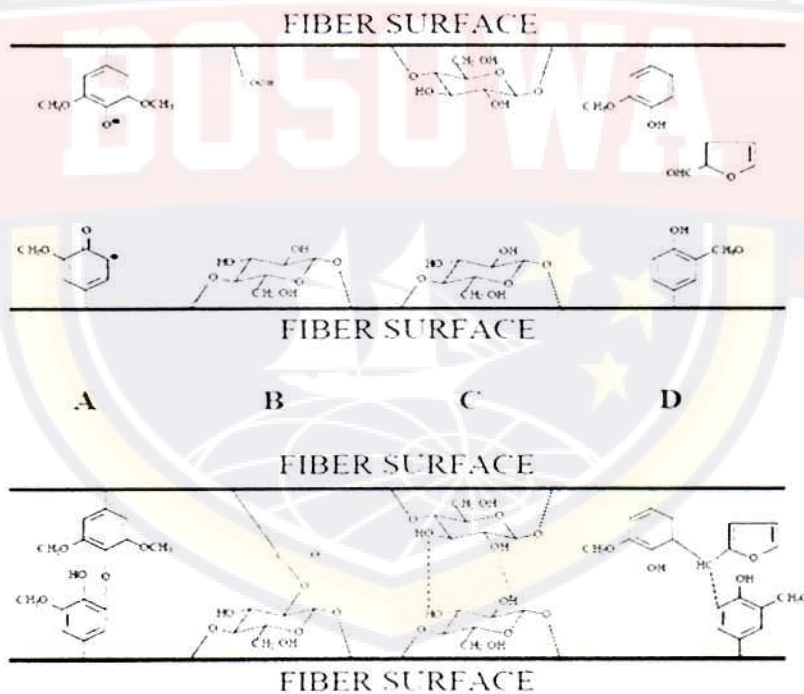
Pulai termasuk tanaman yang banyak manfaatnya dan mempunyai nilai ekonomis tinggi, memiliki prospek karena banyak memiliki kegunaan dan permintaannya cukup tinggi. Kegunaan kayu pulai dalam Industri antara lain untuk : pembuatan peti, korek api, hak sepatu / kelom, kerajinan (topeng, patung, golek, cenderamata dll), cetakan beton, batu tulis pensil, dan bubur. Beberapa industri yang menggunakan kayu pulai sebagai bahan baku di antaranya industri pensil slate di Sumatera Selatan, industri kerajinan di Yogyakarta, dan usaha atau kegiatan ritual di Bali.

Karakteristik dari tanaman pulai yang mendukung untuk industri antara lain: pulai darat memiliki batang yang lurus memiliki pertumbuhan cepat, pertumbuhan diameter bisa mencapai 3,5 cm / tahun dan pertumbuhan tinggi, 1,5 m / tahun sehingga bisa dipanen dalam 10-12 tahun. Diameter 30-40 cm dan volume yang sekitar 260 m kubik memungkinkan untuk dikombinasikan dengan tanaman lain (tumpang sari), kayunya mudah diolah (digergaji, diserut, diukir, dibor), tidak heran pulai menjadi incaran para perajin kayu dan pengusaha furnitur. Selain itu kayunya memiliki karakteristik ringan tapi cukup kuat dan awet.

Untuk kondisi Indonesia kini, prioritas konservasi diberikan utamanya bagi lahan kritis. Ada banyak faktor yang menjadi nilai tambah pohon pulai sebagai tanaman konservasi, antara lain: termasuk tanaman perintis yang bisa tumbuh di mana saja, termasuk tanaman adat dan cepat tumbuh serta memiliki sebaran di hampir seluruh wilayah Indonesia, kemampuannya dalam menyimpan udara, mendukung konservasi hewan karena disukai oleh beberapa hewan endemik seperti badak.

2.3 Oksidator

Pembuatan papan serat tanpa perekat juga dikembangkan dengan metode lain yaitu melalui oksidasi permukaan kayu dengan menggunakan hidrogen peroksida dan katalis. Penelitian yang menggunakan metode ini dilakukan oleh Karlsson dan Westermarck (2002). Dalam penelitian ini, ia menggunakan jenis kayu *Norway spruce* dan *scot pine*. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa oksidasi bahan kayu dengan peroksida dapat menghasilkan papan dengan nilai internal bond yang cukup tinggi yaitu 14 kg/cm^2 pada kadar peroksida 20%. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Widsten *et al.* (2003) yang membuat papan serat tanpa perekat, dengan menggunakan hidrogen peroksida dan katalis sebagai oksidator. Ia menyimpulkan bahwa penggunaan hidrogen peroksida dan katalis akan menghasilkan radikal bebas dan group reaktif lainnya yang kemudian akan berperan dalam pembentukan ikatan antar serat. Mekanisme terjadinya ikatan tersebut disajikan pada Gambar 2.2.



Sumber: Widsten *et al.* (2003).

Gambar 2.2. Proses ikatan yang mungkin terjadi melalui interaksi permukaan kayu yang teroksidasi. (A) coupling phenoxy radical, (B) Esterifikasi, (C) Ikatan hidrogen, (D) Kondensasi lignin dan Furfural.

Walaupun metode oksidasi tersebut memberikan hasil yang tampak cukup efektif dalam pembuatan papan serat, akan tetapi efektivitas aplikasi sistem ini pada pembuatan papan partikel masih diragukan. Untuk mengkonfirmasi ikatan yang berperan dalam pembuatan papan partikel tanpa perekat, maka Pantze *et al.* (2008) telah melakukan penelitian yang hasilnya menunjukkan bahwa ikatan ester yang merupakan ikatan kovalen merupakan salah satu tipe ikatan yang berperan penting dalam pembentukan ikatan antar partikel kayu yang dioksidasi.

Dari metode-metode pembuatan papan partikel tanpa perekat sebagaimana diuraikan di atas, metode oksidasi tampak sangat menarik karena kesederhanaan metodenya dan kecepatan aktivasinya. Namun demikian, hasil-hasil penelitian yang dilakukan oleh Karlsson dan Westermarck (2002), Widsten *et al.* (2003), mengindikasikan adanya variasi sifat-sifat fisik dan mekanis yang luas pada produk papan serat maupun papan partikel yang menggunakan bahan baku berbeda-beda. Oleh karena itu, untuk mengkaji lebih lanjut kemungkinan pemanfaatan metode oksidasi ini dalam pembuatan papan partikel yang menggunakan bahan baku dari daerah tropis (Indonesia), maka beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan teknologi ini dengan memanfaatkan beragam jenis bahan baku seperti kayu sengon, mindi, pinus, kemiri, serta bambu andong (*Gigantochloa verticillata*) sebagai bahan baku. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan baku yang sesuai digunakan adalah bahan baku berkerapatan rendah. Oleh karena itu penelitian lebih lanjut perlu juga diarahkan pada jenis-jenis kayu yang berkerapatan rendah tersebut.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan. Pengambilan bahan baku kayu pulai dilakukan di Hutan Pendidikan Unhas yang terletak di Bengo-Bengo Kabupaten Maros. Pembuatan papan, pengujian sifat fisik serta sifat mekanis dilakukan di Laboratorium Pemanfaatan dan Pengolahan Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat yang digunakan

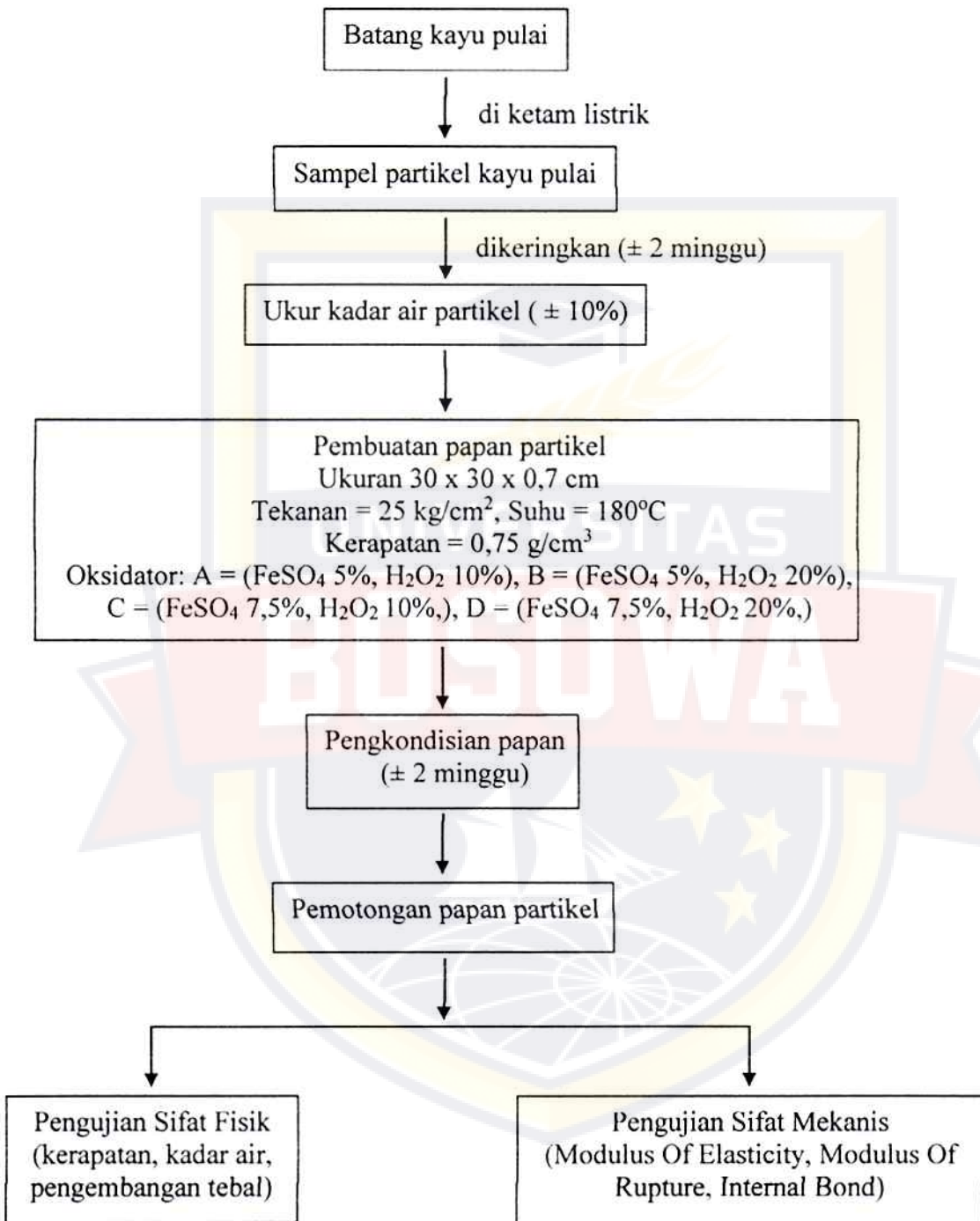
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat kempa panas (*hot press*), cawan petri, timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g, sarung tangan, masker, *sprayer*, desikator, cetakan ukuran 30 x 30 x 20 cm, aluminium foil, plat seng, stik besi 0,7 cm, kaliper digital, mikrometer digital, *table saw*, karung, oven, *Universal Testing Machine* (UTM), alat tulis menulis.

3.2.2 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan adalah kayu pulai (*Alstonia scholaris*), Ferosulfat (FeSO_4), Hidrogen Peroksida (H_2O_2), lem epoxy, karet gelang dan *aquadest*.

3.3 Prosedur Penelitian

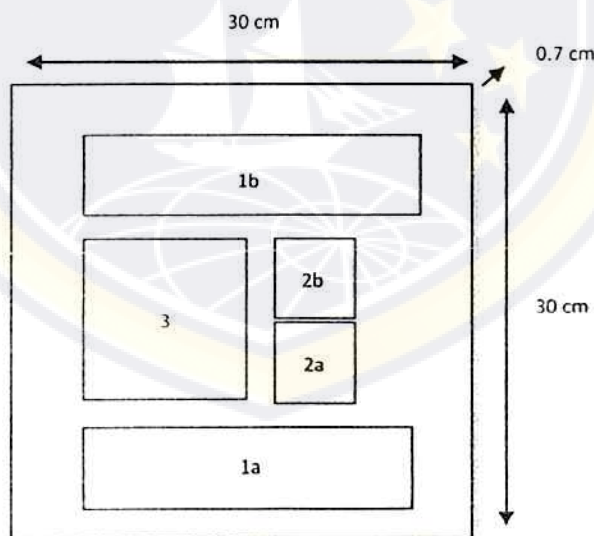
Prosedur penelitian pembuatan papan partikel tanpa perekat dari kayu pulai dapat dilihat pada diagram alir berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Papan Partikel

Papan partikel kayu pulai dibuat dengan terlebih dahulu menimbang bahan partikel yang telah dihitung kadar airnya, dimana ukuran papan 30 x 30 x 0,7 cm dengan kerapatan sasaran 0,75 g/cm³. Kelebihan partikel untuk pembuatan papan (*Allowance*) yaitu 10% dari berat bahan. Partikel kayu yang telah ditimbang kemudian dioksidasi dengan H₂O₂ sebanyak 10 % dan 20 % berdasarkan berat kering partikel dan FeSO₄ sebanyak 5 % dan 7,5 % berdasarkan berat hidrogen peroksida. Partikel tersebut kemudian didiamkan selama 15-20 menit kemudian dibentuk lembaran dengan menggunakan cetakan berukuran 30 x 30 x 20 cm. Lembaran tersebut kemudian di kempa dengan menggunakan *hot press* selama 12 menit pada suhu kempa 180°C dengan tekanan 25 kg/cm². Setelah itu papan yang telah dikempa dikondisikan pada suhu ruang selama kurang lebih 2 minggu.

Papan kemudian dipotong-potong menjadi contoh uji untuk dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanisnya pada papan partikel yang dihasilkan. Bentuk dan ukuran contoh uji berdasarkan standar *JIS A 5908 (JSA, 2003)* dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 3.2 Pola Pemotongan Contoh Uji

Keterangan :

- 1a dan 1b : Contoh uji untuk Modulus Of Elasticity (MOE) dan Modulus Of Rupture (MOR) (5 x 20 cm).
- 2a dan 2b : Contoh uji determinasi *internal bond* (IB) dan pengembangan tebal (5 x 5 cm).
- 3 : Contoh uji determinasi kerapatan dan kadar air (10 x 10 cm).

Pengujian yang dilakukan mengacu pada standar JIS A 5908 (JSA, 2003). Parameter sifat fisik dan mekanis adalah sebagai berikut:

3.3.1 Determinasi Kerapatan

Kerapatan papan partikel dihitung berdasarkan berat (B) kering udara yang didapatkan dari penimbangan sampel uji berukuran 10 x 10 x 0,70 cm yang kemudian pengukuran dimensi dilakukan meliputi panjang, lebar dan tebal untuk mengetahui volume (V). Kerapatan papan dihitung menggunakan rumus:

$$K_r = \frac{B}{V}$$

Keterangan:

K_r : Kerapatan (g/cm³)

B : Berat contoh uji kering udara (g)

V : Volume contoh uji kering udara (cm³)

3.3.2 Determinasi Kadar Air

Sampel uji dengan ukuran 10 x 10 x 0,70 cm ditimbang (BA) kemudian di masukkan ke dalam oven (BKO) sampai mencapai berat konstan pada suhu 103 ± 2°C, setelah di oven sampel uji kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang. Nilai kadar air dihitung dengan rumus:

$$KA = \frac{BA - BKO}{BKO} \times 100\%$$

Keterangan:

KA : Kadar Air (%)

BA : Berat awal contoh uji setelah pengkondisian (g)

BKO : Berat tetap contoh uji setelah dikeringkan dalam oven (g)

3.3.3 Determinasi Pengembangan Tebal

Determinasi pengembangan tebal didasarkan atas selisih tebal sebelum dan setelah perendaman dalam air selama 24 jam. Pengembangan tebal tersebut dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$$

Keterangan :

P : Pengembangan tebal (%)

T₁ : Tebal awal contoh uji setelah pengkondisian (cm)

T₂ : Tebal contoh uji setelah perendaman 24 jam (cm)

3.3.4 Determinasi Keteguhan Patah (MOR)

MOR dilakukan dengan menggunakan mesin penguji *Universal Testing Machine* (UTM). Pengujian dilakukan dengan memberikan beban secara perlahan-lahan pada bagian tengah contoh uji. Jarak sangga yang digunakan adalah 15 cm. MOR contoh uji dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$MOR = \frac{3 P L}{2 b h^2}$$

Keterangan:

MOR : Keteguhan patah (kg/cm²)

P : Beban maksimum (kg)

L : Jarak Sangga (cm)

b : Lebar contoh uji (cm)

h : Tebal contoh uji (cm)

3.3.5 Determinasi Keteguhan Elastisitas (MOE)

Determinasi MOE dilakukan dengan menggunakan contoh uji yang sama dengan MOR. Pengujian juga dilakukan bersamaan dengan pengujian MOR, namun yang dicatat dalam pengujian ini adalah perubahan defleksi setiap perubahan beban tertentu. Nilai MOE dapat dihitung dengan rumus:

$$MOE = \frac{\Delta PL^3}{4\Delta Ybh^3}$$

Keterangan:

MOE : Modulus Elastisitas (kg/cm^2)

ΔP : Perubahan beban yang digunakan (kg)

ΔY : Perubahan defleksi setiap perubahan beban (cm)

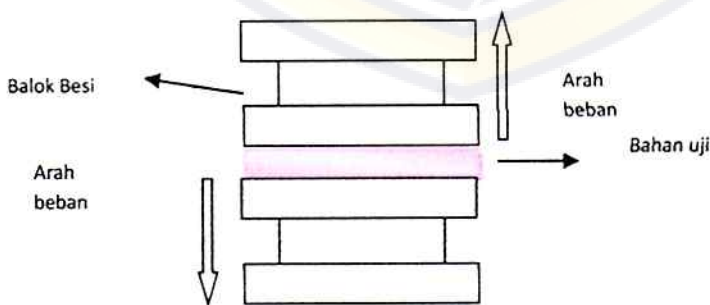
L : Jarak sangga (cm)

b : Lebar contoh uji (cm)

h : Tebal contoh uji (cm)

3.3.6 Determinasi Keteguhan Rekat (Internal Bond)

Determinasi keteguhan rekat dilakukan dengan merekatkan kedua permukaan papan pada balok besi dengan menggunakan perekat epoxy selama 24 jam kemudian balok besi tersebut ditarik dengan arah berlawanan. Cara pengujian internal bond ini disajikan pada gambar berikut:



Gambar 3.3 Pengujian Keteguhan Rekat (*Internal Bond*)

Keteguhan rekat tersebut dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IB = \frac{P \text{ maks}}{A}$$

Keterangan :

IB : Keteguhan rekat (kg/cm²)

P maks : Beban maksimum (kg)

A : Luas permukaan contoh uji (cm²)

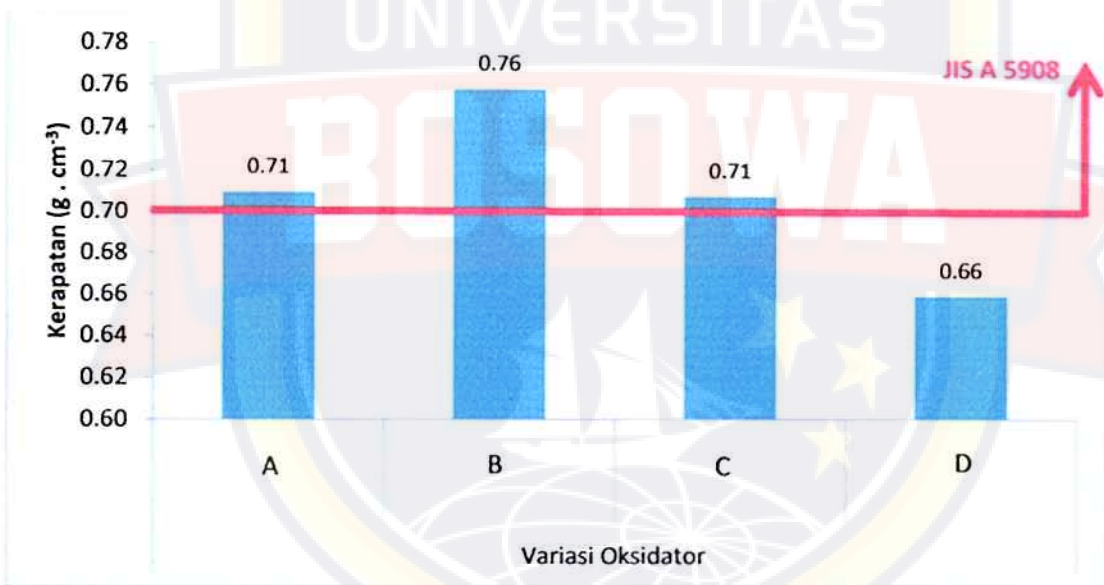


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sifat Fisik Papan Partikel

4.1.1 Kerapatan

Nilai kerapatan papan partikel berkisar antara 0,64-0,82 g/cm³ dengan kerapatan rata-rata untuk setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.1. Nilai kerapatan tertinggi terdapat pada sampel uji papan partikel dengan variasi FeSO₄ 5% dan H₂O₂ 20% sedangkan kerapatan terendah terdapat pada sampel uji papan partikel dengan variasi FeSO₄ 7,5% dan H₂O₂ 20%.



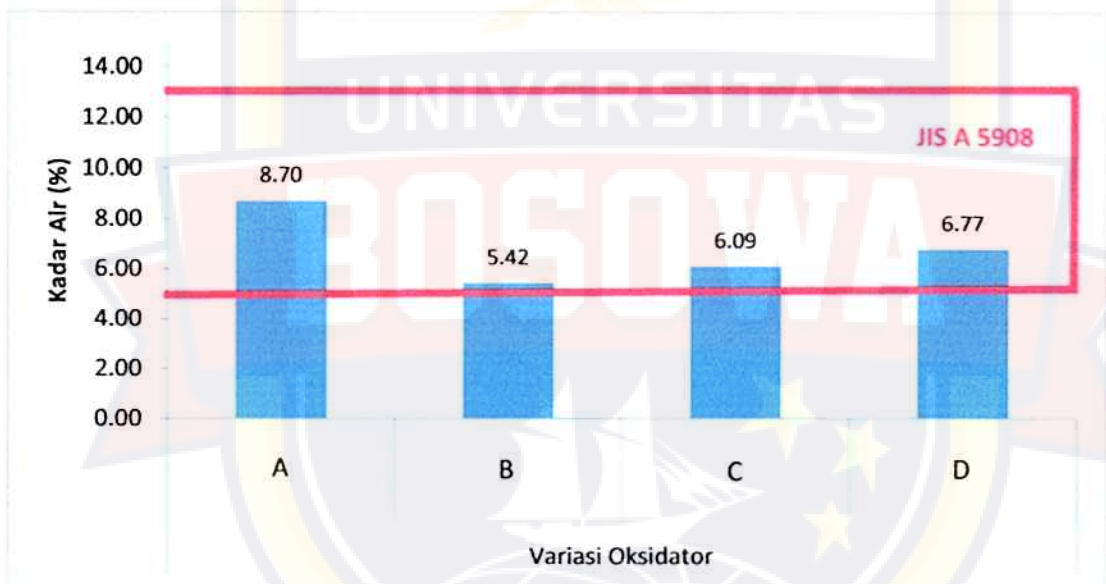
Gambar 4.1. Histogram Nilai Kerapatan Papan Partikel

Umumnya nilai kerapatan yang diperoleh sudah memenuhi kerapatan sasaran. Nilai kerapatan yang belum mencapai kerapatan sasaran tersebut diduga akibat dari degradasi komponen sebagian bahan kimia kayu pulai setelah diberikan perlakuan oksidasi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suhasman (2010a) dimana reaksi eksotermik yang terjadi selama proses oksidasi yang

menghasilkan suhu yang cukup tinggi ($> 100^{\circ}\text{C}$) menyebabkan terbakarnya partikel-partikel kayu pulai yang halus.

4.1.2 Kadar Air

Nilai kadar air papan partikel yang diperoleh berkisar antara 4,91-9,88% pada masing-masing perlakuan dengan kadar air rata-rata dapat dilihat pada Gambar 4.2. Nilai kadar air tertinggi terdapat pada sampel uji papan partikel dengan variasi FeSO_4 5% dan H_2O_2 10% sedangkan terendah terdapat pada sampel uji papan partikel dengan variasi FeSO_4 5% dan H_2O_2 20%.



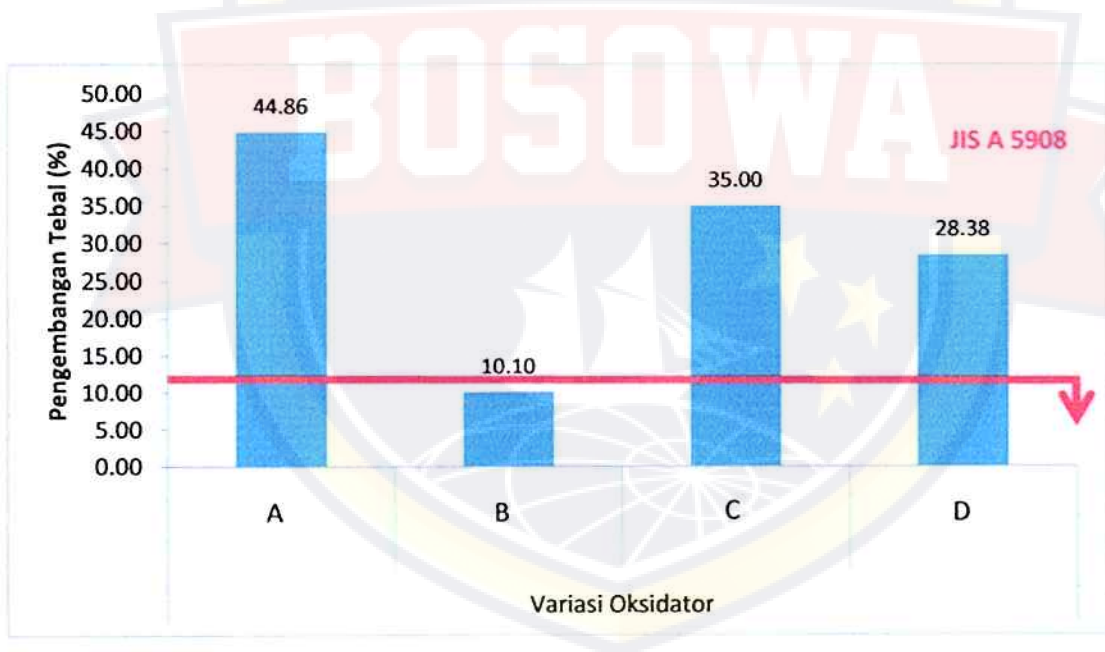
Gambar 4.2. Histogram Nilai Kadar Air Papan Partikel

Nilai kadar air papan partikel yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan oleh JIS A 5908 (JSA, 2003) yaitu pada kisaran kadar air 5-13%. Hal ini diduga diakibatkan oleh perlakuan pengempaan dengan suhu 180°C selama 12 menit membuat lignin mudah bergerak hingga sebagian dapat terdorong ke permukaan partikel sebagaimana dapat teramati secara visual pada papan partikel yang dihasilkan. Sejalan yang diungkapkan oleh Suhasman (2010a) bahwa suhu 180°C tersebut telah melampaui titik transisi gelas lignin (170°C) sehingga terjadi pelunakan yang

memungkinkan lignin mengalami pergerakan dengan mudah. Oleh karena lignin merupakan bahan yang bersifat *hydrophobic* (mampu menahan air), maka keberadaannya dapat menjadi penghambat penyerapan air selama proses pengkondisian, hal inilah yang kemungkinan menjadi penyebab kadar air keseimbangan papan partikel cenderung rendah.

4.1.3 Pengembangan Tebal

Nilai pengembangan tebal yang dihasilkan untuk perendaman 24 jam berkisar antara 9,21–46,09%. Nilai pengembangan tebal rata-rata papan partikel hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.3. Nilai rata-rata pengembangan tebal yang tertinggi untuk masa perendaman selama 24 jam terdapat pada variasi FeSO_4 5% dan H_2O_2 10% sedangkan terendah terdapat pada sampel uji papan partikel dengan variasi FeSO_4 5% dan H_2O_2 20%.



Gambar 4.3. Histogram Nilai Pengembangan Tebal Papan Partikel

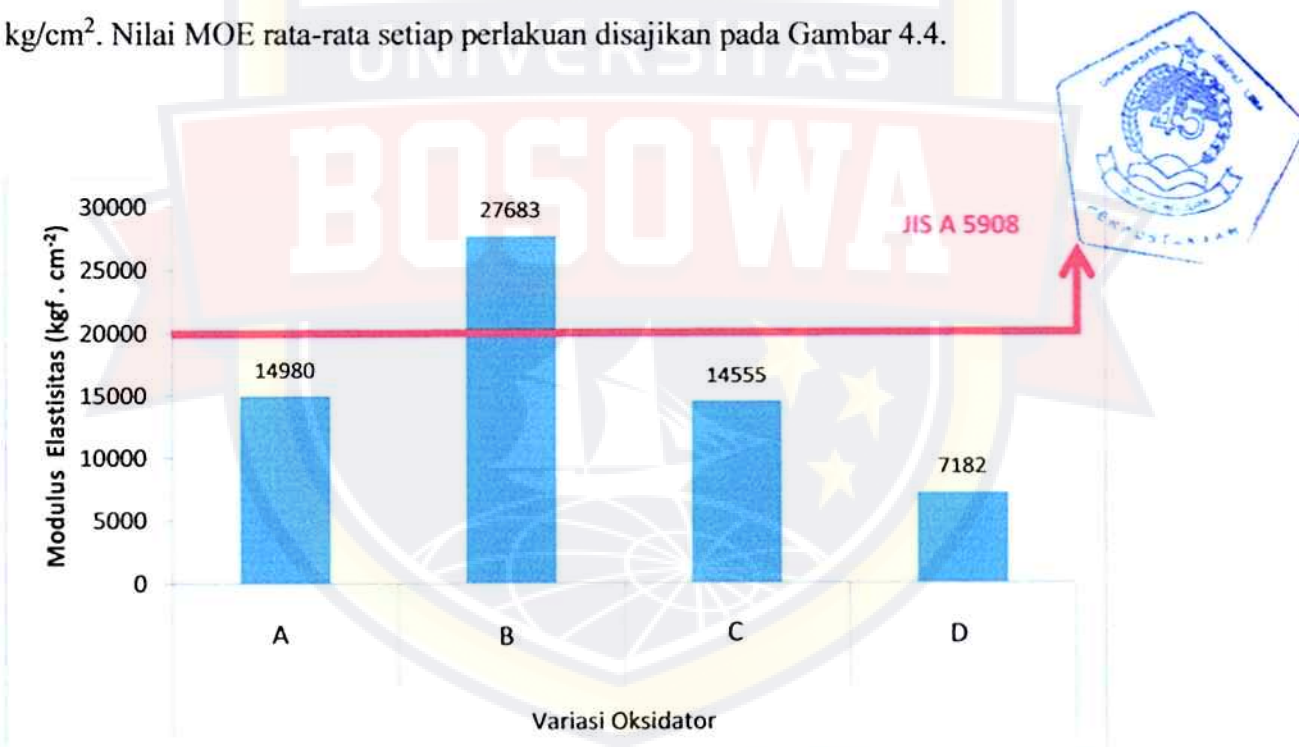
Nilai pengembangan tebal pada papan partikel kayu pulai dengan variasi FeSO_4 5% dan H_2O_2 20% lebih rendah dibandingkan dengan variasi yang lainnya. Hal ini berbanding lurus dengan nilai kerapatannya yang lebih tinggi dibandingkan dengan

variasi oksidator lainnya.. Jika kita amati angka-angka pengembangan tebalnya, maka papan partikel variasi FeSO_4 5% dan H_2O_2 20% dengan masa perendaman 24 jam memiliki stabilitas dimensi yang tinggi karena nilai pengembangan tebalnya di bawah 12 % yang merupakan syarat maksimal JIS A 5908 (JSA, 2003)

4.2 Sifat Mekanis Papan Partikel

4.2.1 Determinasi Keteguhan Elastis (MOE)

Hasil pengujian sifat mekanis berupa *Modulus of Elasticity* (MOE) atau Keteguhan Elastis papan partikel kayu pulai menunjukkan bahwa nilai MOE tertinggi terdapat pada variasi FeSO_4 5% dan H_2O_2 20% yaitu sebesar $32789,27 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai terendah terdapat pada variasi FeSO_4 7,5% dan H_2O_2 20% yaitu sebesar $4295,27 \text{ kg/cm}^2$. Nilai MOE rata-rata setiap perlakuan disajikan pada Gambar 4.4.



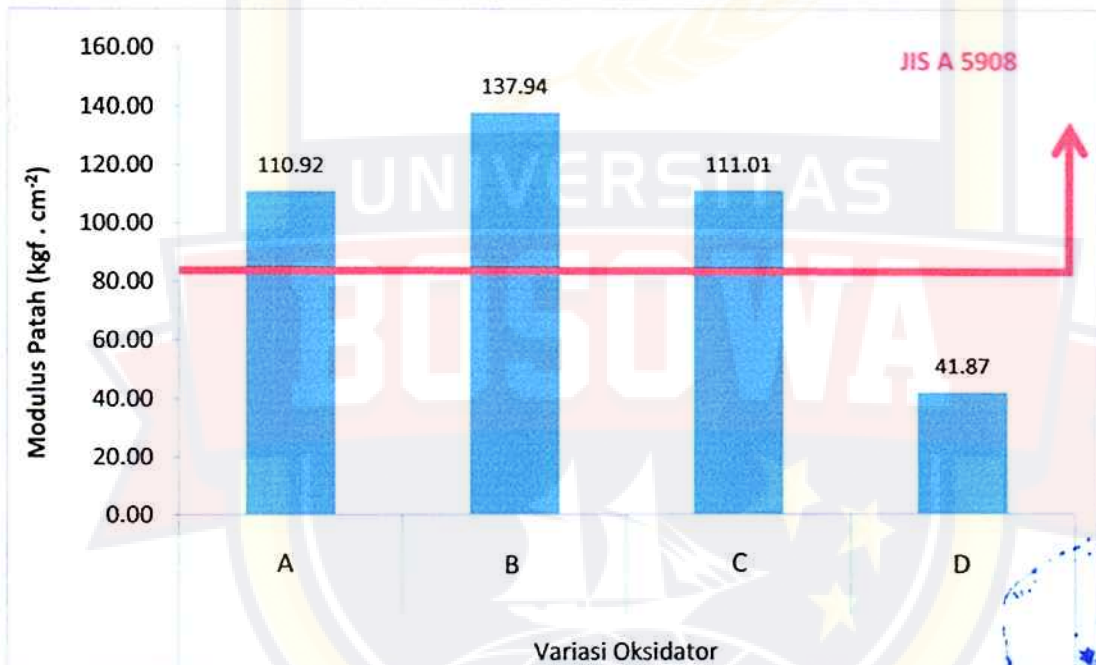
Gambar 4.4. Histogram Nilai MOE Papan Partikel

MOE ini merefleksikan kekuatan bahan menahan perubahan bentuk, dalam hal ini defleksi, apabila menerima beban dalam jumlah tertentu. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa papan partikel kayu pulai dengan variasi FeSO_4 5% dan H_2O_2 20% lebih stabil pada saat menerima beban karena memenuhi standar JIS A 5908

(JSA, 2003) yaitu sebesar 20.000 kg/cm², sedangkan variasi perlakuan yang lainnya belum memenuhi standar.

4.2.2 Determinasi Keteguhan Patah (MOR)

Hasil pengujian sifat mekanis papan partikel berupa *Modulus of Rupture* (MOR) atau Keteguhan Patah menunjukkan papan partikel kayu pulai memiliki nilai MOR antara 27,07-143,80 kg/cm². Nilai MOR rata-rata setiap perlakuan disajikan pada Gambar 4.5.



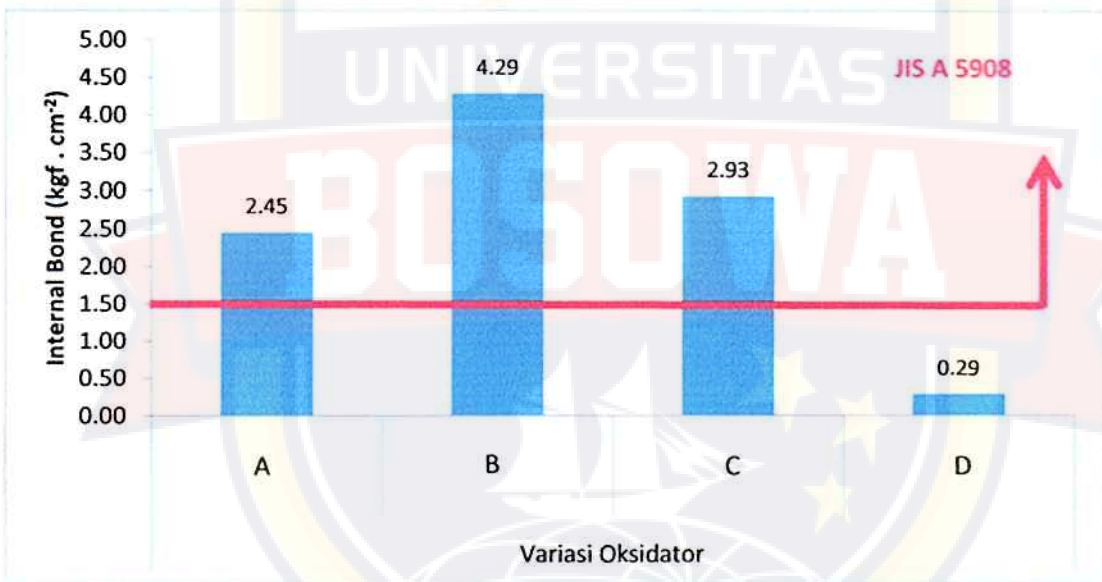
Gambar 4.5. Histogram Nilai MOR Papan Partikel

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa rata-rata papan partikel kayu pulai memiliki nilai MOR yang sudah memenuhi standar JIS A 5908 (JSA, 2003) yaitu sebesar 83 kg/cm² kecuali untuk variasi FeSO₄ 7,5% dan H₂O₂ 20% yang masih dibawah standar. Oleh karena dalam proses pembuatan papan partikel tanpa perekat sepenuhnya mengandalkan interaksi antar komponen kimia dalam partikel, maka hal ini diduga yang menyebabkan papan partikel dengan tingkat konsentrasi oksidator yang tidak terlalu tinggi bisa mengalami proses oksidasi yang lebih seimbang dibandingkan dengan yang memiliki tingkat konsentrasi oksidator tinggi. Dalam

pengertian bahwa, komponen lignin mengalami reaksi yang cukup memadai, sementara di sisi lain komponen selulosa hanya mengalami sedikit gangguan.

4.2.3 Internal Bond (IB)

Nilai *Internal Bond* (IB) atau keteguhan rekat internal papan partikel tanpa perekat berkisar antara 0,17–6,23 kg/cm² dengan rata-rata IB untuk setiap variasi perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.6. Papan partikel dengan variasi FeSO₄ 5% dan H₂O₂ 20% memiliki nilai IB tertinggi yaitu sebesar 4,29 kg/cm² dan nilai terendah terdapat pada variasi FeSO₄ 7,5% dan H₂O₂ 20% yaitu sebesar 0,29 kg/cm².



Gambar 4.6. Histogram Nilai *Internal Bond* Papan Partikel

Dari gambar 4.6 terlihat bahwa nilai *Internal Bond* papan partikel rata-rata sudah memenuhi standar JIS A 5908 (JSA, 2003) yaitu sebesar 1,5 kg/cm² kecuali untuk variasi FeSO₄ 7,5% dan H₂O₂ 20% yang masih dibawah standar.

Lignin yang pada dasarnya berfungsi sebagai perekat alami pada kayu, menjadi perekat antar partikel dengan proses pemanasan dan pengempaan. Menurut Okuda dan Sato (2005), hidrolisis dari hemiselulosa dan lignin terlarut akan mempengaruhi mekanisme perekatan sendiri (*self bonding*), sehingga pada temperatur

yang tinggi membantu lignin terhidrolisis dan membentuk ikatan partikel yang lebih banyak. Hal tersebut diduga memberikan pengaruh yang besar terhadap cukup baiknya nilai keteguhan rekat yang diperoleh. Sedangkan tingkat konsentrasi oksidator yang terlalu tinggi justru akan mengganggu proses hidrolisis dan menurunkan nilai kekuatan *Internal Bond*.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa variasi oksidator FeSO_4 5% dan H_2O_2 20% adalah yang paling optimal karena memenuhi semua standar yang di syaratkan oleh JIS A 5908 (JSA, 2003). Sedangkan yang paling tidak optimal adalah variasi oksidator FeSO_4 7,5% dan H_2O_2 20% karena hanya kadar air saja yang memenuhi standar sedangkan parameter lainnya tidak memenuhi standar JIS A 5908 (JSA, 2003).

5.2 Saran

Untuk optimasi penggunaan kayu pulai sebagai bahan baku pembuatan papan partikel tanpa perekat, maka masih perlu dieksplorasi kemungkinan penggunaan ukuran partikel yang paling optimal, kadar air bahan baku dan waktu kempa yang paling optimal. Hal ini diharapkan mampu menghasilkan papan partikel tanpa perekat dengan bahan baku kayu pulai dengan kualitas yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [JSA] *Japanese Standards Association*, 2003. *Particleboards*. Japanese Industrial Standar (JIS) A 5908-1993. Japan.
- Karlsson O, U Westermark, 2002. *Resin-free Particleboard by Oxidation of Wood*. In : Humphrey P E, compiler. *Proceedings of The 6th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium & Workshop on The Chemical Modification of Cellulosics*. Portland, Oregon, USA.
- Kementerian Kehutanan. 2013. *Statistik Kementerian Kehutanan Tahun 2013*. Jakarta.
- Kunsuwan K, N Okuda, M Sato, 2005. *Study on the Manufacturing Conditions and the Mechanical Properties Bamboo Binderless particleboard*. Proceeding of International Symposium on Wood Science and Technoloy (Poster Pesentation). Pacifico Yokohama, Japan, November 27-30.
- Kurniawan R. 2007. *Studi Pembuatan Papan Partikel Binderless dari Inti Kenaf (Hibiscus cannabiouos. L)*. [Skripsi]. Bogor : Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Li K, 2002. *Use of Marine Ahesive Protein as a Model to Develop Formaldehyde-Free Wood Adhesives*, in Proceeding the 6th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium,. Oregon State University. Oregon USA.
- Maloney T M. 1993. *Modern Particle Board and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Publications. USA.
- Martawijaya A, I Kartasujana, Y.I. Mandang, S.A. Prawira, K. Kadir, 2005. *Atlas Kayu Indonesia Jilid I*.
- Okuda N, K Hori, M Sato, 2005. *The Bond Durability of Kenaf Core Binderless Board*. Proceeding of International Symposium on Wood Science and Technoloy (Poster Pesentation). Pacifico Yokohama, Japan, November 27-30.
- Pantze A, O Karlsson, and U Westermark. 2008. *Esterification of carboxylic acids on cellulosic material: Solid state reactions*. *Holzforschung*, Vol. 62, pp. 136-141.
- Suhasman, M Y Massijaya, Y S Hadi, A Santoso, 2009. *Karakteristik papan partikel dari bambu tanpa menggunakan perekat*. Paper accepted. Seminar Nasional MAPEKI XII. Bandung. 23-25 Juli 2009.
- Suhasman, M Y Massijaya, Y S Hadi, dan A Santoso. 2010a. *Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Sifat Fisik dan Mekanis Papan Partikel Tanpa Perekat Berbahan Baku Bambu*. Di dalam: Nawawi D S et al. Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XIII, Bali 10-11 November 2010.
- Widsten P, P Qvintus-Leino, S Tuominen, J E Laine, 2003. *Manufacture of Fiberboard from Wood Fibers Activated with Fenton's Reagent (H₂O₂/FeSO₄)*. Germany. *Holzforschung*, 57: 447-452.

Widyorini R, J Xu, K Umemura, S Kawai, 2005. *Manufacture and properties of binderless particleboard from bagasse I: effects of raw material type, storage methods, and manufacturing process*. Japan. Journal of Wood Science, 51 : 648–654.



Lampiran 1. Contoh Perhitungan

Kode Sampel: PF5H20a (Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 20% ulangan 1)

1. Kerapatan

Berat contoh uji kering udara = 57.71 g
Volume contoh uji kering udara = 70.80 cm³

$$\text{Kerapatan} = \frac{57.71 \text{ g}}{70.80 \text{ cm}^3} = 0.82 \text{ g/cm}^3$$

2. Kadar Air

Berat awal contoh uji setelah pengkondisian = 57.71 g
Berat tetap contoh uji setelah dikeringkan dalam oven = 54.84 g

$$\text{Kadar Air} = \frac{57.71 \text{ g} - 54.84 \text{ g}}{54.84 \text{ g}} \times 100\% = 5.23\%$$

3. Pengembangan Tebal

Tebal awal contoh uji setelah pengkondisian = 0.7733 cm
Tebal contoh uji setelah perendaman 24 jam = 0.8512 cm

$$\text{Pengembangan Tebal} = \frac{0.8512 \text{ cm} - 0.7733 \text{ cm}}{0.7733 \text{ cm}} \times 100\% = 10.07\%$$

4. Keteguhan Patah (MOR)

Beban maksimum = 18.20 kg
Jarak Sangga = 15.00 cm
Lebar contoh uji = 5.10 cm
Tebal contoh uji = 0.75 cm

$$\text{Keteguhan Patah} = \frac{3 \times 18.20 \text{ kg} \times 15.00 \text{ cm}}{2 \times 5.10 \text{ cm} \times (0.75 \text{ cm})^2} = 143.80 \text{ kg/cm}^2$$

5. Keteguhan Elastisitas (MOE)

Perubahan beban/perubahan defleksi = 82.67 kg/cm
Jarak Sangga = 15.00 cm
Lebar contoh uji = 5.10 cm
Tebal contoh uji = 0.75 cm

$$\text{Keteguhan Elastisitas} = \frac{82.67 \text{ kg/cm} \times (15.00 \text{ cm})^3}{4 \times 5.10 \text{ cm} \times (0.75 \text{ cm})^3} = 32789.27 \text{ kg/cm}^2$$

6. Keteguhan Rekat (Internal Bond)

Beban maksimum = 163.00 kg
Luas permukaan contoh uji = 26.16 cm²

$$\text{Keteguhan Rekat} = \frac{163.00 \text{ kg}}{26.16 \text{ cm}^2} = 6.23 \text{ kg/cm}^2$$

Kode	Panjang (mm)		Lebar (mm)		Tebal (mm)				BKO	P rata-rata cm	L rata-rata cm	T rata-rata cm	Volume cm ³	Kerapatan g/cm ³	KA %
	1	2	1	2	1	2	3	4							
PF5H10a	101.28	101.18	101.05	101.02	7.29	7.13	7.24	7.50	46.91	10.12	10.10	0.72	73.72	0.69	9.08
PF5H10b	101.22	101.18	101.14	100.95	7.71	7.76	8.09	7.80	51.83	10.12	10.10	0.77	79.06	0.72	9.88
PF5H10c	101.27	101.07	101.17	101.13	7.59	7.47	7.22	7.60	51.30	10.12	10.12	0.75	77.03	0.71	7.13
	Rata-rata														
PF5H20a	101.47	101.48	101.57	101.48	6.68	7.07	7.94	7.17	54.84	10.15	10.15	0.69	70.80	0.82	5.23
PF5H20b	101.50	101.58	101.62	101.26	7.12	7.09	7.10	7.26	52.42	10.15	10.14	0.71	73.18	0.76	5.42
PF5H20c	101.46	101.46	101.52	101.45	7.14	7.05	7.86	6.85	48.64	10.15	10.15	0.71	73.06	0.70	5.61
	Rata-rata														
PF7,5H10a	100.90	101.41	101.34	101.57	7.38	7.53	7.68	7.34	55.11	10.12	10.15	0.75	76.51	0.72	5.53
PF7,5H10b	101.52	101.40	101.34	101.58	7.27	7.87	7.49	7.61	56.01	10.15	10.15	0.76	77.94	0.72	6.93
PF7,5H10c	101.15	101.59	101.57	101.49	7.90	7.83	7.93	7.78	52.20	10.14	10.15	0.79	80.92	0.68	5.80
	Rata-rata														
PF7,5H20a	101.30	101.26	101.22	100.86	7.83	7.71	8.31	8.10	49.27	10.13	10.10	0.78	79.51	0.67	7.83
PF7,5H20b	100.67	100.88	100.92	101.10	8.21	8.67	8.47	8.50	51.15	10.08	10.10	0.84	85.91	0.64	7.57
PF7,5H20c	100.91	101.16	100.86	101.31	7.58	7.81	7.30	7.69	50.06	10.10	10.11	0.77	78.59	0.67	4.91
	Rata-rata														

Keterangan:

- PF5H10a : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 1
PF5H10b : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 2
PF5H10c : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 3
PF7,5H10a : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 1
PF7,5H10b : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 2
PF7,5H10c : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 3
PF7,5H20a : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 1
PF7,5H20b : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 2
PF7,5H20c : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 3

Kode Sampel	Lama Perendaman		Lama Perendaman		Pembembangan	
	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam	Tebal	
	Tebal (mm)	Tebal (mm)	Tebal (cm)	Tebal (cm)	%	
PF5H10a	7.8000	11.1460	0.7800	1.1146	42.90	
PF5H10b	8.0890	11.8170	0.8089	1.1817	46.09	
PF5H10c	8.0560	11.7300	0.8056	1.1730	45.61	
	Rata-rata				44.86	
PF5H20a	7.7330	8.5120	0.7733	0.8512	10.07	
PF5H20b	7.0980	7.8810	0.7098	0.7881	11.03	
PF5H20c	7.3640	8.0420	0.7364	0.8042	9.21	
	Rata-rata				10.10	
PF7,5H10a	7.3300	9.4940	0.7330	0.9494	29.52	
PF7,5H10b	7.8120	10.5490	0.7812	1.0549	35.04	
PF7,5H10c	7.8890	11.0790	0.7889	1.1079	40.44	
	Rata-rata				35.00	
PF7,5H20a	7.3780	9.4930	0.7378	0.9493	28.67	
PF7,5H20b	7.0740	9.3000	0.7074	0.9300	31.47	
PF7,5H20c	7.0920	8.8660	0.7092	0.8866	25.01	
	Rata-rata				28.38	

Keterangan:

- PF5H10a : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 1 : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 1
- PF5H10b : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 2 : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 2
- PF5H10c : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 3 : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 3
- PF5H20a : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 20% ulangan 1 : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 1
- PF5H20b : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 20% ulangan 2 : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 2
- PF5H20c : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 20% ulangan 3 : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 3

Kode	Lebar (mm)		Tebal (mm)		L rata-rata cm	T rata-rata cm	Jarak Sangga cm	P Max kg	$\Delta P/\Delta Y$ (A) kg/mm	MOR kg/cm ²	MOE kg/cm ³
	1	2	1	2							
PF5H10a	51.57	51.97	7.90	7.65	5.18	0.78	15.00	16.00	40.22	115.03	13946.86
PF5H10b	52.32	52.31	7.88	8.04	5.23	0.80	15.00	18.00	54.33	122.18	17373.53
PF5H10c	52.25	51.91	8.09	8.49	5.21	0.83	15.00	15.20	47.89	95.55	13618.34
	Rata-rata										
PF5H20a	50.97	51.10	7.58	7.36	5.10	0.75	15.00	18.20	82.67	143.80	32789.27
PF5H20b	50.97	51.29	7.56	8.03	5.11	0.78	15.00	18.00	71.21	130.36	24810.22
PF5H20c	51.05	51.15	7.73	7.42	5.11	0.76	15.00	18.20	66.99	139.66	25448.08
	Rata-rata										
PF7,5H10a	52.40	52.61	7.96	7.76	5.25	0.79	15.00	16.00	40.75	110.98	13485.69
PF7,5H10b	52.44	52.25	7.66	7.44	5.23	0.76	15.00	13.40	40.66	101.05	15228.78
PF7,5H10c	52.02	52.04	7.39	8.29	5.20	0.78	15.00	17.20	44.43	121.01	14951.61
	Rata-rata										
PF7,5H20a	51.13	51.26	8.40	8.31	5.12	0.84	15.00	4.30	15.20	27.07	4295.27
PF7,5H20b	51.24	51.38	8.01	8.30	5.13	0.82	15.00	7.80	34.56	51.43	10478.85
PF7,5H20c	51.14	51.06	7.91	7.56	5.11	0.77	15.00	6.40	18.98	47.10	6771.86
	Rata-rata										
										41.87	7181.99

Keterangan:

- PF5H10a : Pulaui FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 1
 PF5H10b : Pulaui FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 2
 PF5H10c : Pulaui FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 3
 PF7,5H10a : Pulaui FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 1
 PF7,5H10b : Pulaui FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 2
 PF7,5H10c : Pulaui FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 3
 PF7,5H20a : Pulaui FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 1
 PF7,5H20b : Pulaui FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 2
 PF7,5H20c : Pulaui FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 3

KODE	Panjang (mm)		Panjang rata2 (cm)	Lebar (mm)		Lebar rata2 (cm)	Luas (cm ²)	P max (kg)	IB (kg/cm ²)
	1	2		1	2				
PF5H10a	51.88	51.95	5.19	52.19	52.35	5.23	27.14	78.00	2.87
PF5H10b	52.18	52.15	5.22	52.04	52.20	5.21	27.19	56.00	2.06
PF5H10c	52.24	52.32	5.23	52.13	52.08	5.21	27.24	66.00	2.42
	Rata-rata								2.45
PF5H20a	51.13	51.37	5.13	51.01	51.07	5.10	26.16	163.00	6.23
PF5H20b	51.18	51.20	5.12	51.05	50.99	5.10	26.12	62.00	2.37
PF5H20c	51.14	51.16	5.12	50.97	50.96	5.10	26.07	111.00	4.26
	Rata-rata								4.29
PF7,5H10a	52.33	52.50	5.24	52.51	52.63	5.26	27.55	90.00	3.27
PF7,5H10b	52.45	52.40	5.24	52.34	52.38	5.24	27.45	65.00	2.37
PF7,5H10c	52.44	52.47	5.25	51.64	52.40	5.20	27.29	86.00	3.15
	Rata-rata								2.93
PF7,5H20a	50.89	50.74	5.08	51.35	51.19	5.13	26.05	4.50	0.17
PF7,5H20b	51.08	51.08	5.11	51.22	51.27	5.12	26.18	11.00	0.42
PF7,5H20c	50.97	51.80	5.14	51.23	51.28	5.13	26.34	7.00	0.27
	Rata-rata								0.29

Keterangan:

- PF5H10a : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 1
PF5H10b : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 2
PF5H10c : Pulai FeSO₄ 5%, H₂O₂ 10% ulangan 3
- PF7,5H10a : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 1
PF7,5H10b : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 2
PF7,5H10c : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 10% ulangan 3
- PF7,5H20a : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 1
PF7,5H20b : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 2
PF7,5H20c : Pulai FeSO₄ 7,5%, H₂O₂ 20% ulangan 3



Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian



Pengukuran kadar air partikel kayu pulai



Penimbangan bahan oksidator





Penimbangan partikel kayu pulai



Proses oksidasi partikel kayu dengan oksidator



Pengkondisian partikel yang sudah di oksidasi



Pemasukan partikel kedalam cetakan



Proses pencetakan papan partikel dengan alat *Hotpress*



Pemotongan papan partikel untuk sampel uji

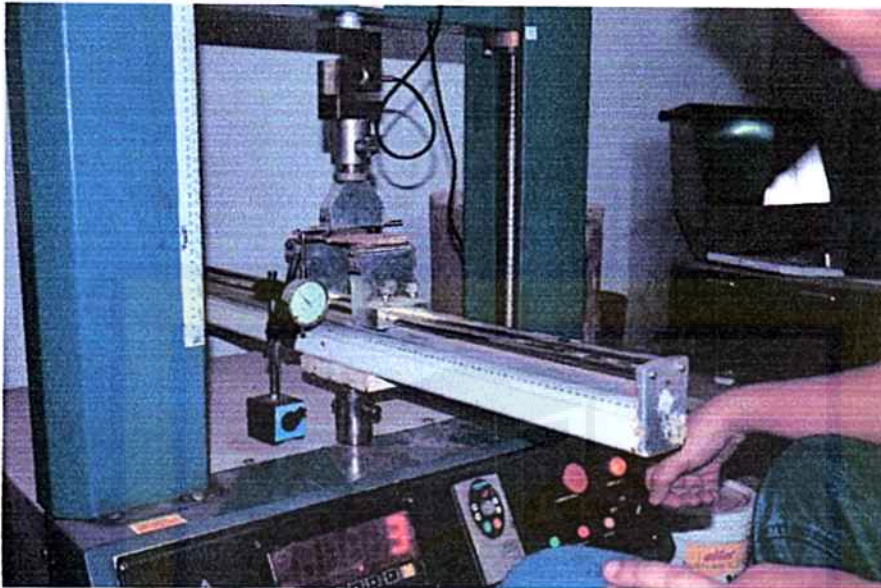


Pengujian kadar air dan kerapatan sampel papan partikel



Pengujian pengembangan tebal





Pengujian MOE dan MOR



Pengujian *Internal Bond* (IB)



Tabel Standar Mutu Papan Partikel Berdasarkan JIS A 5908 (JSA, 2003)

No	Pengujian	Standar
1	Kerapatan	$> 0.7 \text{ g/cm}^3$
2	Kadar Air	5-13 %
3	Pengembangan Tebal	$< 12 \%$
4	Keteguhan Patah (Modulus Of Rupture)	$> 20.000 \text{ kg/cm}^2$
5	Keteguhan Elastisitas (Modulus Of Elasticity)	$> 83 \text{ kg/cm}^2$
6	Keteguhan Rekat (Internal Bond)	$> 1,5 \text{ kg/cm}^2$

