



**KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK PAPAN PARTIKEL BATANG
TEMBAKAU (*Nicotiana tabaccum L.*) PADA BERBAGAI VARIASI BEBAN
TEKANAN PENCETAKAN DAN LAMA PENYIMPANAN**

SKRIPSI

Oleh

Whina Sofiana

NIM. 161710301051

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2020



**KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK PAPAN PARTIKEL BATANG
TEMBAKAU (*Nicotiana tabaccum L.*) PADA BERBAGAI VARIASI BEBAN
TEKANAN PENCETAKAN DAN LAMA PENYIMPANAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Industri Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

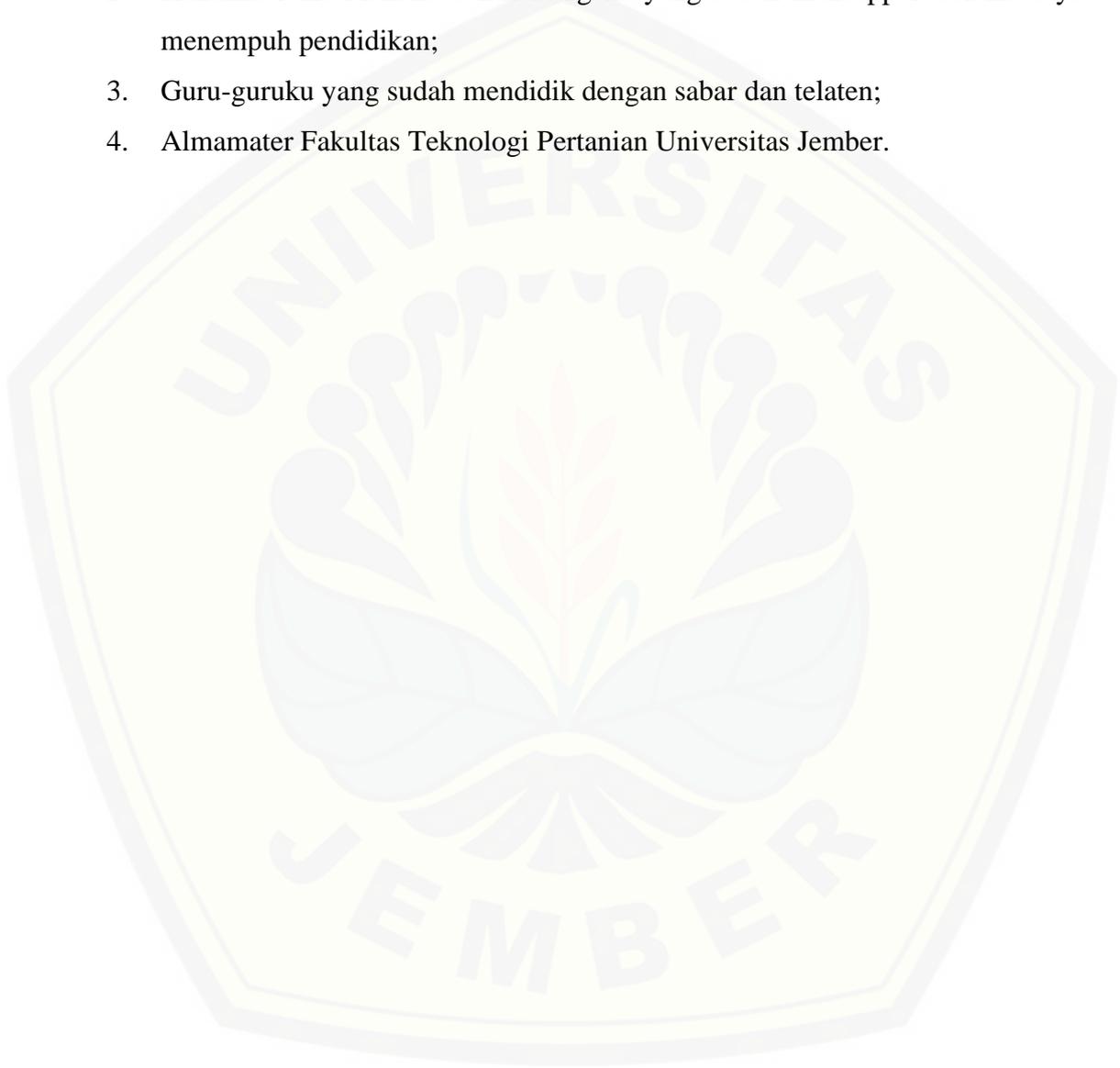
Oleh
Whina Sofiana
NIM. 161710301051

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Winarsih dan ayahanda Abd. Syukur yang kusayangi;
2. Kakakku Nika Maliana dan keluargaku yang sudah mensupport selama saya menempuh pendidikan;
3. Guru-guruku yang sudah mendidik dengan sabar dan telaten;
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Wahai orang – orang yang beriman, bersabarlah kamu, kuatkanlah kesabaranmu,
tetaplah bersiap siaga dan bertaqwalah kepada Allah supaya kamu menang”

(QS. Al-Imran: 200)

“Tidak ada balasan kebaikan kecuali kebaikan pula”

(QS. Ar – Rahman: 60)

“Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia menyelesaikannya dengan
baik”

(HR. Thabrani)

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

nama : WHINA SOFIANA

NIM : 161710301051

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Karakteristik Fisik Dan Mekanik Papan Partikel Batang Tembakau (*Nicotiana tabaccum L.*) Pada Berbagai Variasi Beban Tekanan Pencetakan Dan Lama Penyimpanan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar

Jember, 2 Mei 2020

Yang menyatakan,

WHINA SOFIANA

NIM. 161710301051

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK PAPAN PARTIKEL BATANG
TEMBAKAU (*Nicotiana tabaccum L.*) PADA BERBAGAI VARIASI BEBAN
TEKANAN PENCETAKAN DAN LAMA PENYIMPANAN**

Oleh

Whina Sofiana

NIM. 161710301051

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Andrew Setiawan Rusdianto, S. TP., M. Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Winda Amilia, S. TP., M. Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakteristik Fisik dan Mekanik Papan Partikel Batang Tembakau (*Nicotiana tabaccum L.*) pada Berbagai Variasi Beban Tekanan Pencetakan dan Lama Penyimpanan” karya Whina Sofiana telah diuji dan disahkan pada :

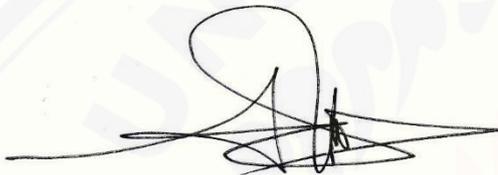
hari, tanggal : Rabu, 10 Juni 2020

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

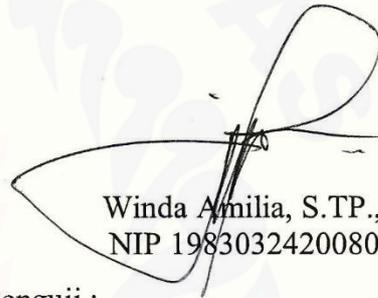
Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,



Andrew Setiawan R., S.TP., M.Si.
NIP 198204222005011002



Winda Amilia, S.TP., M.Sc.
NIP 198303242008012007

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota,



Dr. Ir. Herlina, M.P.
NIP 196605181993022001



Ahmad Adib Rosyadi, S.T., M.T.
NIP 198501172012121001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Dr. Saswono Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP 196809231994031003

RINGKASAN

Karakteristik Fisik dan Mekanik Papan Partikel Batang Tembakau (*Nicotiana tabaccum L.*) pada Berbagai Variasi Beban Tekanan Pencetakan dan Lama Penyimpanan. Whina Sofiana, 161710301051; 2020: 59 halaman; Program Studi Teknologi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Data Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Tembakau tahun 2015-2017, menginformasikan bahwa produksi tembakau pada tahun 2017 sebanyak 198,296 ton dengan luas areal 201,8 Ha. Kisaran populasi tanaman tembakau perhektar lahan adalah 22.000 pohon dengan perkiraan berat batang tembakau 0,5 kg, sehingga terdapat lebih dari 2 juta ton pertahun batang tembakau. Penanganan limbah batang tembakau oleh petani masih sederhana antara lain, dibakar atau dibiarkan di perkebunan. Penanganan yang kurang tepat mampu menimbulkan pencemaran lingkungan, karena batang tembakau masih mengandung nikotin. Penanganan yang tepat untuk limbah batang tembakau adalah dengan memanfaatkan selulosa sebagai papan partikel. Papan partikel adalah salah satu produk kayu yang terbuat dari gabungan partikel kayu atau bahan berserat lainnya yang direkat dengan perekat alami atau sintetis kemudian dicetak menggunakan perlakuan pengempaan. Proses pembuatan papan partikel yang mempengaruhi kualitas papan salah satunya adalah proses pengempaan pada saat pencetakan. Pemberian tekanan pada pencetakan akan memaksa perekat untuk menyebar secara merata pada permukaan. Perekat akan mengisi rongga – rongga sehingga rakitan antar partikel kedudukannya terjaga dan tidak berubah. Adanya ikatan antar partikel yang baik ditujukan supaya papan partikel tidak mengalami perubahan secara signifikan pada sifat fisik dan mekanik selama penyimpanan.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik fisik dan mekanik papan partikel batang tembakau pada berbagai variasi beban tekanan pencetakan dan lama penyimpanan serta mengetahui perlakuan yang terbaik sebagai rekomendasi dalam pembuatan papan partikel batang tembakau.

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktorial, yaitu variasi beban tekanan pencetakan dan waktu penyimpanan. Perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan tiga kali pengulangan pengamatan. Parameter yang diamati meliputi kerapatan, stabilitas dimensi, kadar air, daya serap air, modulus elastisitas dan modulus patah.

Hasil penelitian menunjukkan perbedaan beban pemberat dan waktu penyimpanan menghasilkan nilai sebesar 1,13 – 1,25 g/cm³ untuk kerapatan, stabilitas dimensi untuk panjang dan lebar stabil yaitu 100 mm, tebal papan berkisar antara 5,71 – 5,43 mm serta penyimpangan siku sebesar 0,094 – 0,237 mm, kadar air bernilai 4,97 % – 12,57%, dan daya serap air berkisar 240,00% – 208,00%. Sifat mekanik papan partikel yaitu sebesar 16000,13 – 36222,77 kgf/cm² untuk keteguhan lentur / MOE dan nilai keteguhan patah / MOR adalah 824,47 – 1697,83 kgf/cm². Rekomendasi pembuatan papan partikel yang mengacu pada perlakuan terbaik adalah dengan beban tekanan sebesar 8 kg dan lama penyimpanan 12 hari.

SUMMARY

The Physical and Mechanical Characteristics of Tobacco Stem (*Nicotiana tabaccum L.*) Particle Board in Various Stamping Load Pressure and Storage Duration. Whina Sofiana, 161710301051; 2020; 59 pages; Program Study of Agroindustrial Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Statistical Data on Indonesian Plantation Tobacco Commodities in 2015 - 2017, informs that tobacco production in 2017 was 198,296 tons with an area of 201,8 Ha. The population range of tobacco plants per hectare is 22,000 trees with estimated tobacco stems weight of 0,5 kg, so there are more than 2 million tons of tobacco stems per year. The handling method of tobacco waste by Indonesian farmers is still simple, among others, burned or leaving the plantation. Improper handling can cause environmental pollution because tobacco stems still contain nicotine. The appropriate handling of tobacco stem waste is to use cellulose as particleboards. Particleboard is one of the wood products made from a combination of wood particles or other fibrous materials which are bonded with natural or synthetic adhesives and then printed using a press treatment. A particleboard manufacturing process affects the quality of the board one of which is the pressing process during printing. Putting pressure on the printing forces the adhesive to spread evenly on the surface. The adhesive will fill the cavities so that the assembly between the particles is maintained and unchanged. A good bond between particles is intended so that the particle board does not experience significant changes in physical and mechanical properties during storage.

The research aimed to determine the physical and mechanical characteristics of tobacco stem particleboard in various variations of printing pressure load and storage time and to find out the best treatment as a recommendation in making tobacco stem particleboard.

This research was designed using 2 factorial Completely Randomized Design (CRD), with the variation of printing pressure load and storage time. The treatment was repeated 3 times and three times the observation was repeated. The

parameters observed included density, dimensional stability, moisture content, water absorption, modulus of elasticity, and modulus of rupture.

The results showed differences in stamping pressure and storage time resulted in a value of 1,13 – 1,25 g/cm³ for density, dimension stability for stable length and width are 100 mm, board thickness ranges from 5,71 – 5,43 mm and elbow irregularities of 0,094 – 0,237 mm, moisture content valued at 4,97% - 12,57%, and water absorption ranged from 240,03% - 208,00 %. The mechanical properties of particleboard that are equal to 16000,13 – 36222,77 kgf/cm² MOE and MOR values are 824,47 – 1697,83 kgf/cm². The recommendation for making particleboard is to use 8 kg printing load and 12 days of storage time.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Fisik dan Mekanik Papan Partikel Batang Tembakau (*Nicotiana tabaccum L.*) pada Berbagai Variasi Beban Tekanan Pencetakan dan Lama Penyimpanan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua saya, Abdul Syukur dan Winarsih, juga Nika Maliana kakak saya serta seluruh keluarga tercinta yang telah memberikan do'a dan dukungan selama hidupsaya;
2. Bapak Dr. Siswoyo S, S.TP., M.Eng. selaku dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Bapak Andrew Setiawan Rudianto, S.TP., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Jember sekaligus dosen pembimbing utama yang tak pernah berhenti mengingatkan, memotivasi, juga member kritik dan saran kepada penulis selama penyelesaian tugas akhir;
4. Ibu Winda Amalia, S.TP., M.Sc. selaku Komisi Bimbingan Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Jember sekaligus dosen pembimbing anggota yang tak pernah berhenti memberikan bimbingan serta arahan selama menempuh perkuliahan dan menyelesaikan tugas akhir;
5. Dr. Ir. Herlina, M.P. dan Ahmad Adib Rosyadi, S.T., M.T. selaku dosen penguji utama dan dosen penguji anggota yang telah memberi saran dan evaluasi demi perbaikan skripsi;
6. Teknisi Laboratorium Teknologi dan Manajemen Agroindustri serta Laboratorium Fisika Material yang sudah membantu penulis melakukan penelitian dan pengujian;

7. Teman seperjuangan M. Edo Jamal M yang telah memberi bantuan, dukungan dan menemani saya dalam menyelesaikan tugas akhir;
8. Teman seperjuangan Nindya Badzlina, F. Z yang telah memberi dukungan dan membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir;
9. Teman – teman yang tergabung dalam Sahabat Abi yaitu yang telah mensupport satu sama lain selama penelitian;
10. Seluruh kru UKM-K Dolanan, keluarga Barista 16 dan keluarga besar Alaska yang selalu menjadi tempat kembali bagi penulis;
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penyusunan skripsi dilakukan dengan sebaik-baiknya, namun apabila masih terdapat kekurangan dalam penyusunan, penulis menerima saran dan kritikan yang sifatnya membangun dari semua pihak. Tidak lupa harapan penulis, semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta dapat menambah ilmu pengetahuan.

Jember, Mei 2020

Penulis

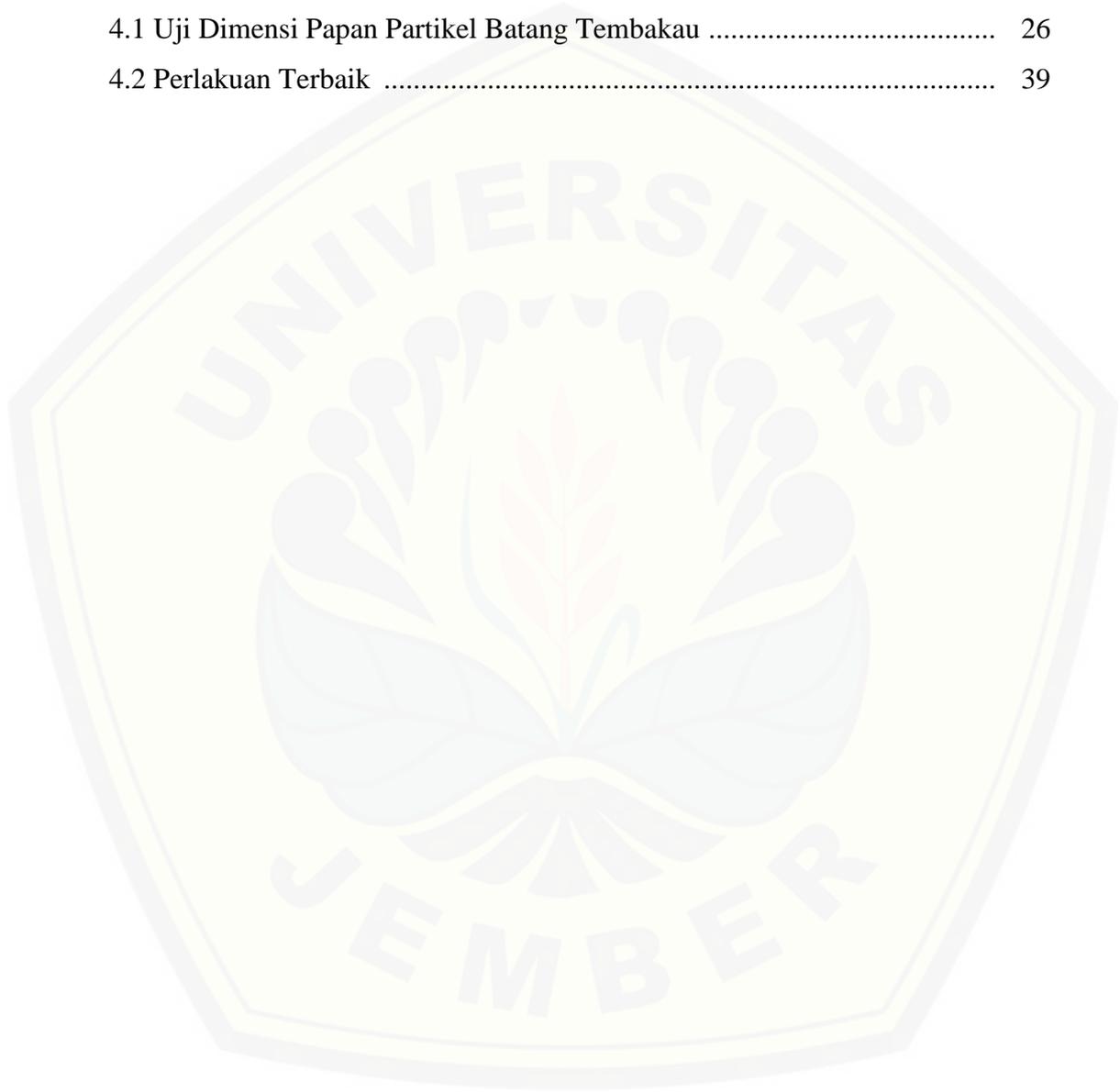
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Batang Tembakau	5
2.2 Selulosa	6
2.3 Tapioka	8
2.4 Delignifikasi	9
2.5 Papan Partikel	11
2.6 Faktor yang Mempengaruhi Mutu Papan Partikel	12
2.7 Sifat – Sifat Papan Partikel	14
2.7.1 Kerapatan Papan Partikel	14
2.7.2 Kadar Air	14
2.7.3 Daya Serap Air	15
2.7.4 Modulus Patah (<i>Modulus of Repture / MOR</i>)	15
2.7.6 Modulus Elastisitas (<i>Modulus of Elasticity / MOE</i>)	15
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	16
3.3 Rancangan Penelitian	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Pembuatan Cetakan Papan Partikel	17
3.4.2 Pembuatan Papan Partikel Batang Tembakau	18
3.5 Parameter Pengamatan	20
3.5.1 Uji Kerapatan	20
3.5.2 Uji Dimensi	20

3.5.3 Uji Kadar Air	21
3.5.4 Uji Daya Serap Air	22
3.5.5 Uji Modulus Elastisitas	22
3.5.6 Uji Modulus Patah	23
3.6 Analisis Data	23
BAB 4. PEMBAHASAN	24
4.1 Sifat Fisik Papan Partikel	24
4.1.1 Kerapatan	24
4.1.2 Stabilitas Dimensi	26
4.1.3 Kadar Air	28
4.1.4 Daya Serap Air	30
4.2 Sifat Mekanik Papan Partikel	33
4.2.1 Modulus Elastisitas	33
4.2.2 Modulus Patah	35
4.3 Rekomendasi Perlakuan Terbaik	38
BAB 5. PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Kimia Batang Tembakau	5
3.1 Rancangan Penelitian Dua Faktor	17
4.1 Uji Dimensi Papan Partikel Batang Tembakau	26
4.2 Perlakuan Terbaik	39

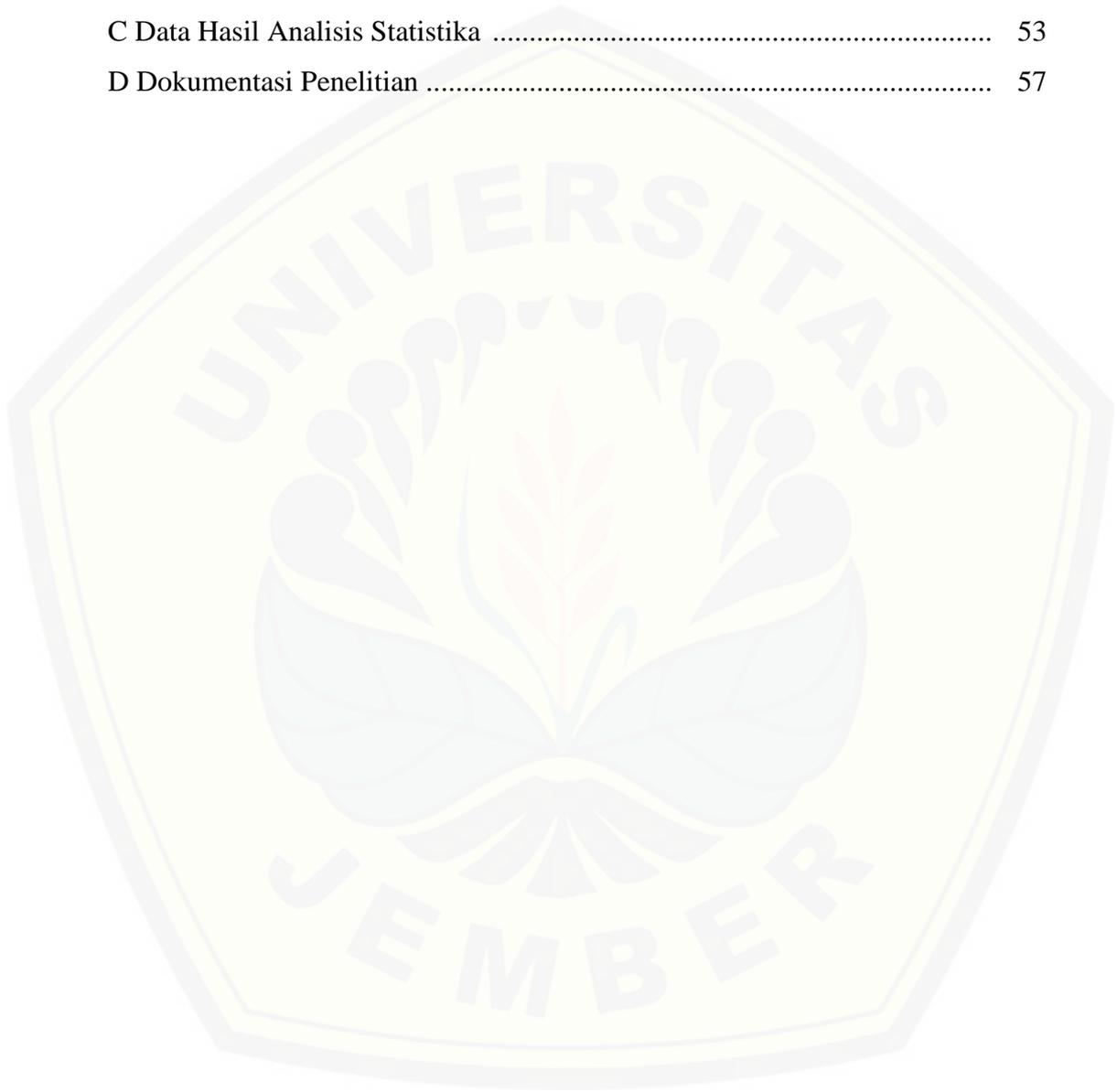


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur Selulosa	6
2.2 Rumus Struktur α -selulosa	7
2.3 Rumus Struktur β -selulosa	7
2.4 (a) Amilosa (b) Amilopektin	8
2.5 Perubahan Bentuk Granula Pati Selama Proses Gelatinisasi	9
2.6 Mekanisme dan Perusakan Lignoselulosa dengan NaOH	10
3.1 Cetakan Lembaran Papan Partikel	17
3.2 Diagram Alir Proses Pembuatan Papan Partikel	19
3.3 Pengukuran Contoh Uji Kerapatan	20
3.4 Pengujian Panjang, Lebar, dan Tebal Papan	21
3.5 Pengukuran Penyimpangan Siku Papan	21
4.1 Kerapatan Papan Partikel Batang Tembakau	24
4.2 Pengembangan Tebal Papan Partikel Batang Tembakau	27
4.3 Kadar Air Papan Partikel Batang Tembakau	29
4.3 Daya Serap Air Papan Partikel Batang Tembakau	31
4.4 Modulus Elastisitas Papan Partikel Batang Tembakau	33
4.5 Modulus Patah Papan Partikel Batang Tembakau	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Data Hasil Uji Sifat Fisik	51
B Data Hasil Uji Sifat Mekanik	52
C Data Hasil Analisis Statistika	53
D Dokumentasi Penelitian	57



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkebunan adalah salah satu sub sektor pertanian yang memiliki potensi dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan perekonomian negara. Komoditi hasil perkebunan yang memiliki peranan penting salah satunya adalah tembakau. Berdasarkan Data Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Tembakau tahun 2015-2017 produksi tembakau pada tahun 2017 sebanyak 198,296 ton dengan luas areal 201,8 Ha. Di sisi lain, jumlah produksi batang tembakau dengan kadar air 40% mampu mencapai 5 ton perhektar dalam masa panen 6 bulan sekali (Srbinska dkk., 2015). Kisaran populasi tanaman tembakau perhektar lahan adalah 22.000 pohon dengan perkiraan berat batang tembakau 0,5 kg, sehingga terdapat lebih dari 2 juta ton pertahun batang tembakau (Handayani dkk., 2018). Umumnya tanaman tembakau hanya dimanfaatkan daunnya sebagai bahan baku rokok dan batangnya dibuang sebagai limbah.

Batang tembakau merupakan limbah padat agroindustri tembakau dengan kuantitas yang mencapai 20% pertahun dari jumlah produksi tembakau. Penanganan limbah batang tembakau oleh petani masih sederhana antara lain, dibakar atau dibiarkan di perkebunan. Penanganan tersebut menyebabkan polusi pada air tanah dan udara, karena nikotin yang terkandung di dalamnya dapat dengan mudah masuk ke tanah serta terbebas ke udara (Fransiska dkk., 2015). Berdasarkan Liu, dkk (2015) batang tembakau memiliki kandungan nikotin sebesar 0,26%, selulosa sebesar 56,10%, lignin sebesar 15,11% dan hemiselulosa sebanyak 22,44%. Kandungan batang tembakau yang memiliki nilai relatif tinggi adalah selulosa.

Selulosa adalah suatu polimer yang berantai lurus yang terdiri dari unit-unit glukosa (Bahri, 2015). Selulosa memiliki sifat mekanik yang baik seperti kekuatan dan modulus renggang yang tinggi, kemurnian tinggi, kapasitas mengikat air tinggi, dan struktur jaringan yang sangat baik. Selulosa nanoserat juga memiliki beberapa keuntungan seperti densitas rendah, *biodegradable*, mengurangi emisi karbondioksida, dan permukaan yang relatif ringan (Frone dkk.,

2011). Selain itu selulosa memiliki keistimewaan yaitu dapat diperbarui, jumlahnya melimpah, dan harganya murah. Bentuk pemanfaatan selulosa yaitu sebagai bahan baku bioplastik, *tray* telur, papan partikel, dan sebagainya.

Papan partikel adalah salah satu produk kayu yang terbuat dari gabungan partikel kayu atau bahan berserat lainnya yang direkat dengan perekat alami atau sintesis kemudian dicetak menggunakan perlakuan pengempaan (Fitra dkk., 2019). Kelemahan produk komposit tersebut memiliki stabilitas dimensi yang rendah. Stabilitas dimensi adalah perubahan struktur dan sifat pada material lignoselulosa yang dapat menimbulkan permasalahan pada kualitas kayu (Iswanto dkk., 2013). Perubahan dimensi tersebut dapat menyebabkan penurunan stabilitas dimensi sehingga menyebabkan pengerutan dan pengeritingan yang tidak diinginkan (Aremu dkk., 2015).

Proses pembuatan papan partikel yang mempengaruhi kualitas papan salah satunya adalah proses pengempaan pada saat pencetakan. Proses pengempaan bertujuan untuk memadatkan bahan sehingga menjadi bentuk yang *solid* dan memiliki jarak ketebalan tertentu (Agustiawan, 2019). Pemberian tekanan pada pencetakan akan memaksa perekat untuk menyebar secara merata pada permukaan. Perekat akan mengisi rongga – rongga sehingga rakitan antar partikel kedudukannya terjaga dan tidak berubah (Mulyadi dan Alphanoda, 2016). Beban tekanan pencetakan yang bervariasi digunakan untuk mengidentifikasi papan yang memiliki sifat fisik dan mekanik yang baik. Pemberian tekanan yang semakin besar akan meningkatkan kemampuan perekat untuk menyebar dalam bahan, sehingga ikatan antar partikel yang dihasilkan menjadi kuat (Raharjo dkk., 2011). Adanya ikatan antar partikel yang kuat ditujukan supaya papan partikel tidak mengalami perubahan secara signifikan pada sifat fisik dan mekanik selama penyimpanan.

Lama penyimpanan mengakibatkan perubahan fisik pada papan partikel seperti meningkatnya kadar air (Sidabutar, 2013). Lama waktu penyimpanan juga berpengaruh fluktuatif terhadap sifat fisik papan partikel yang lain, seperti pengembangan tebal, kerapatan, dan daya serap air namun lama penyimpanan ini cenderung meningkatkan sifat mekanis dari papan partikel seperti modulus

elastisitas dan modulus patah (Safrika, 2008). Faktor lama penyimpanan yang bervariasi digunakan untuk mengetahui perubahan secara berkala pada sifat fisik dan mekanik papan partikel selama penyimpanan. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik papan partikel batang tembakau pada berbagai variasi beban tekanan pencetakan dan lama penyimpanan

1.2 Rumusan Masalah

Proses pembuatan papan partikel yang mempengaruhi kualitas papan salah satunya adalah proses pengempaan pada saat pencetakan. Proses pengempaan yang tidak diketahui besaran tekanannya mampu menyebabkan pengerutan saat penyimpanan. Pengerutan diduga mampu dicegah dengan mengetahui besaran beban pencetakan, karena pada saat pemberian beban perekat dipaksa masuk ke dalam rongga sel sehingga rakitan antar partikel kedudukannya terjaga dan tidak berubah. Pemberian tekanan yang semakin besar akan meningkatkan kemampuan perekat untuk menyebar dalam bahan, sehingga ikatan antar partikel yang dihasilkan menjadi kuat (Raharjo dkk., 2011). Ikatan antar partikel yang baik ditujukan supaya papan partikel tidak mengalami perubahan secara signifikan pada sifat fisik dan mekanik selama penyimpanan. Lama waktu penyimpanan berpengaruh fluktuatif terhadap sifat fisik papan partikel seperti kadar air, pengembangan tebal, kerapatan dan daya serap air namun lama penyimpanan ini cenderung meningkatkan sifat mekanis dari papan partikel seperti modulus elastisitas dan modulus patah.

Penelitian ini membahas beberapa masalah yaitu:

1. Bagaimana karakteristik fisik dan mekanik papan partikel batang tembakau pada berbagai variasi beban tekanan pencetakan dan lama penyimpanan?
2. Manakah perlakuan terbaik sebagai rekomendasi dalam pembuatan papan partikel batang tembakau?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik fisik dan mekanik papan partikel batang tembakau pada berbagai variasi beban tekanan pencetakan dan lama penyimpanan.
2. Mengetahui perlakuan yang terbaik sebagai rekomendasi dalam pembuatan papan partikel batang tembakau.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan nilai tambah batang tembakau dengan menjadikannya sebagai papan partikel
2. Dapat menjadi solusi dalam mengatasi pencemaran lingkungan akibat limbah batang tembakau.
3. Mampu memanfaatkan limbah batang tembakau sebagai bahan baku utama pembuatan papan partikel.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batang Tembakau

Tembakau termasuk golongan tanaman semusim, dalam dunia pertanian tergolong dalam tanaman perkebunan. Tembakau diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisio	: Spermatophyta
Sub divisio	: Angiospermae
Class	: Dicotyledoneae
Ordo	: Personatae
Famili	: Solanaceae
Genus	: Nicotiana
Spesies	: <i>Nicotiana tabaccum</i> L.

Batang tembakau berbentuk agak bulat, batangnya agak lunak tetapi kuat, makin ke ujung makin kecil. Ruas-ruas batang mengalami penebalan yang ditumbuhi daun, batang tanaman tidak bercabang atau sedikit bercabang. Ruas batang selain ditumbuhi daun juga ditumbuhi tunas yang disebut tunas ketiak daun. Batang tembakau memiliki diameter sekitar 5 cm, dan berfungsi sebagai tempat tumbuh daun, tempat jalan pengangkutan zat hara dari akar ke daun, dan jalan menyalurkan zat hasil asimilasi ke seluruh bagian tanaman. Komposisi kimia pada batang tembakau sehat menurut penelitian Liu dkk (2015) dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Batang Tembakau

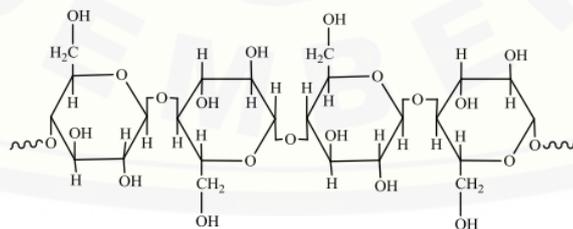
Parameter	HTS	WS	TL	Inokulum
TS (%)	94,11 ± 0,06	92,63 ± 0,08	12,16 ± 0,34	12,76 ± 0,08
VS (%)	87,93 ± 0,13	75,19 ± 1,26	10,77 ± 0,14	8,03 ± 0,04
Selulosa (%)	56,10 ± 0,24	47,01 ± 0,38		
HC (%)	22,44 ± 0,20	20,65 ± 0,35		
TOC (%)	44,61 ± 3,44	40,57 ± 2,75		6,89 ± 0,41
TN (%)	0,83 ± 0,02	0,46 ± 0,02		1,25 ± 0,04
C:N	53,75	88,2		5,51
Lignin(%)	15,11 ± 2,33	16,33 ± 4,15		5,32 ± 0,37
Nikotin (%)	0,26 ± 0,08			

Sumber: Liu dkk, 2015

Batang tembakau merupakan limbah padat pertanian dengan kuantitas yang mencapai 20% pertahun dari jumlah produksi tembakau. Penanganan limbah batang tembakau oleh petani masih sederhana antara lain, dengan dibakar atau dibiarkan di perkebunan. Batang tembakau yang dibiarkan saja di tanah dapat menyebabkan polusi pada air tanah, karena nikotin yang terkandung di dalamnya dapat dengan mudah masuk ke tanah. Limbah batang tembakau yang dibakar akan menyebabkan nikotin yang terkandung di dalamnya dapat terbebas ke udara dan menyebabkan polusi udara (Fransiska dkk., 2015).

2.2 Selulosa

Selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n adalah suatu polimer yang berantai lurus yang terdiri dari unit-unit glukosa (Bahri, 2015). Karakteristik selulosa antara lain muncul karena adanya struktur kristalin dan amorf serta pembentukan *micro fibril* dan *fibril* yang pada akhirnya menjadi serat selulosa. Sifat selulosa sebagai polimer dapat dilihat dari bobot molekul rata-rata, polidispersitas dan konfigurasi rantainya. Selulosa memiliki sifat berbentuk senyawa berserat, mempunyai tegangan tarik yang tinggi, tidak larut dalam air dan pelarut organik (Purnawan dan Parwati, 2014). Selulosa nanoserat juga memiliki beberapa keuntungan seperti densitas rendah, *biodegradable*, mengurangi emisi karbondioksida dan permukaan yang relatif ringan (Frone dkk., 2011). Selain itu selulosa memiliki keistimewaan yaitu dapat diperbarui, tersedia melimpah, dan harganya murah. Berikut merupakan struktur selulosa.

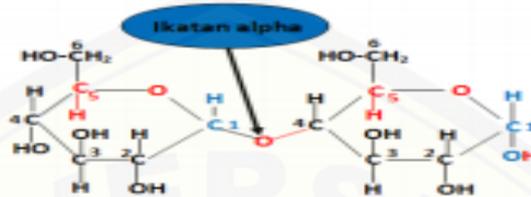


Gambar 2.1 Struktur selulosa

Selulosa merupakan unsur yang penting dalam pembuatan pulp. Semakin banyak selulosa yang terkandung dalam pulp maka semakin baik kualitas pulp yang dihasilkan. Berdasarkan Purnawan dan Parwati (2014) selulosa dapat dibedakan menjadi 3 jenis menurut derajat polimerisasi yaitu:

- Selulosa α (*Alpha Cellulose*)

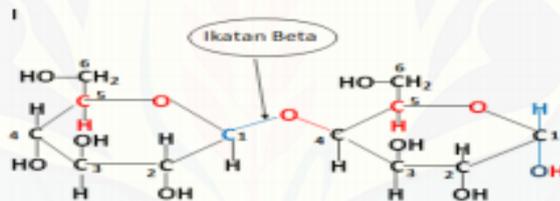
Selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan derajat polimerisasi berkisar 600-1500. Selulosa α dipakai sebagai penduga dan atau penentu tingkat kemurnian selulosa.



Gambar 2.2 Rumus struktur α -selulosa

- Selulosa β (*Betha Cellulose*)

Selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi sekitar 15-90. Selulosa ini dapat mengendap apabila dinetralkan.



Gambar 2.3 Rumus struktur β -selulosa

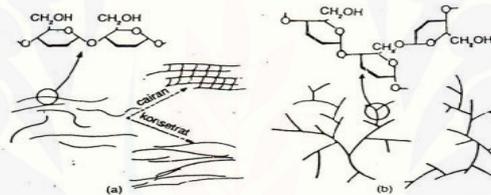
- Selulosa γ (*Gamma Cellulose*)

Selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi kurang dari 15. Selulosa ini tinggal dalam larutan meskipun sudah dinetralkan.

Selulosa α merupakan selulosa dengan kualitas yang tinggi (murni). Selulosa $\alpha > 92\%$ memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan propelin dan atau bahan peledak. Sedangkan selulosa dengan kualitas dibawahnya digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas dan industri sandang/kain (serat rayon).

2.3 Tapioka

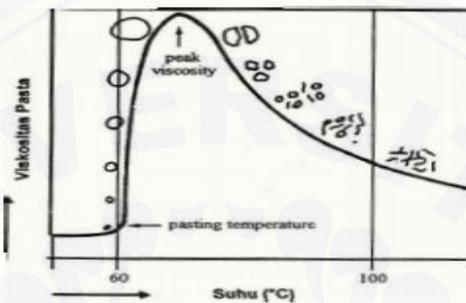
Tapioka merupakan pati yang diambil dari ubi kayu dan dimanfaatkan sebagai bahan pangan atau bahan pembantu industri non pangan (Herawati, 2012). Pati terdiri dari amilosa dan amilopektin. Proporsi amilosa dan amilopektin dari berbagai sumber pati berbeda-beda, demikian juga dengan bentuk dan ukuran granula yang disusunnya. Susunan pati yang memiliki proporsi lebih besar adalah amilopektin daripada amilosa. Kandungan amilosa pada berbagai sumber pati berkisar antara 20-30% dan amilopektin 70-80%. Karakteristik granula pati yang berbeda akan mempengaruhi pada sifat fisik, kimia dan sifat fungsional pati. Pada struktur granula pati, amilosa dan amilopektin tersusun dalam suatu cincin – cincin. Amilosa dan amilopektin di dalam granula pati dihubungkan dengan ikatan hidrogen. Berikut merupakan gambar amilosa dan amilopektin.



Gambar 2.4 (a) amilosa (b) amilopektin

Tapioka pada industri non pangan salah satunya dimanfaatkan sebagai perekat. Penggunaan perekat berbahan dasar tapioka memiliki beberapa keuntungan yaitu: harganya murah, mudah pemakaiannya, dan dapat menghasilkan kekuatan rekat yang kering tinggi (Amin dkk., 2017). Pembuatan perekat dari tapioka dilakukan dengan menambahkan air perbandingan 1:2 setelah itu dipanaskan sambil diaduk hingga terbentuk lem selama 6 menit dengan suhu 70°C . Air dan panas pada proses pembuatan lem bermanfaat untuk pemecahan ikatan molekuler pati (gelatinisasi) (Santosa, 2010). Mekanisme pembentukan larutan pati menjadi lebih kental adalah dengan pemanasan pati, hal tersebut akan membuat fraksi amilopektin merenggang dan terlepas akibat adanya ikatan hidrogen yang terputus. Penggunaan suhu tinggi menyebabkan banyaknya ikatan hidrogen yang terputus dan menyebabkan air terserap masuk ke dalam granula pati. Pada proses ini molekul amilosa terlepas ke fase air yang menyelimuti granula, sehingga struktur dari granula menjadi terbuka serta banyak air yang

masuk ke dalam granula dan menyebabkan granula membengkak dan volumenya meningkat. Molekul air kemudian membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil gula dari molekul amilosa dan amilopektin. Bagian luar granula, jumlah air bebas menjadi berkurang sedangkan jumlah amilosa yang terlepas meningkat. Molekul amilosa ini cenderung meninggalkan granula karena strukturnya lebih pendek dan mudah larut (Imanningsih, 2012).



Gambar 2.5 Perubahan bentuk granula pati selama proses gelatinisasi

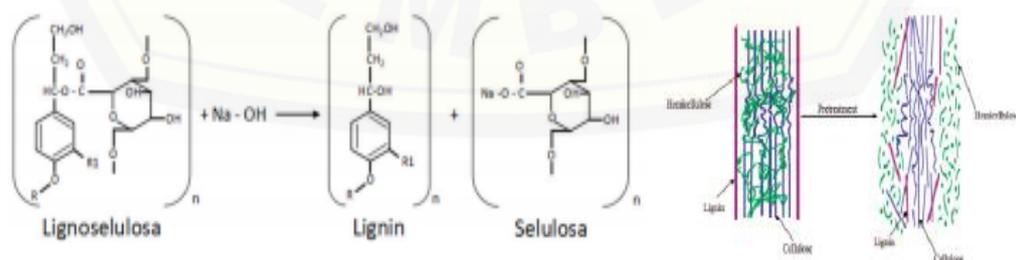
2.4 Delignifikasi

Delignifikasi merupakan metode yang bertujuan untuk membebaskan / menghilangkan lignin pada bahan (Azhari dkk., 2010). Keberadaan lignin memiliki pengaruh yang kurang baik karena serat menjadi kaku sehingga sulit di fibrilasi (ikatan serat terhambat), hal tersebut membuat produk yang dihasilkan memiliki kekuatan fisik yang rendah (Fatriasari dkk., 2009). Delignifikasi akan membuka struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah diakses. Proses delignifikasi menyebabkan kerusakan terhadap struktur lignin dan melepaskan senyawa karbohidrat. Proses perusakan struktur dari materi dengan kandungan lignoselulosa merupakan langkah untuk mengkonversi lignoselulosa menjadi senyawa gula (Kurniaty dkk., 2017). Larutan yang sering digunakan pada proses delignifikasi adalah larutan basa atau alkali salah satunya yaitu NaOH.

Delignifikasi dengan NaOH merupakan salah satu metode yang paling efisien untuk melarutkan komponen selain selulosa (Singh dkk., 2014). Larutan NaOH digunakan karena mampu merusak struktur lignin pada bagian kristalin dan *amorf* serta memisahkan sebagian hemiselulosa. NaOH juga merupakan alkali kuat yang memiliki kelarutan tinggi dengan air dan dapat bereaksi pada suhu rendah.

Delignifikasi dengan NaOH konsentrasi 10% pada penelitian Handayani dan Amrullah (2018) mampu menghasilkan kadar alpha selulosa batang tembakau yang tinggi yaitu 61% dengan kadar lignin 8,60%. Penggunaan larutan alkali dengan konsentrasi yang semakin tinggi maka semakin banyak selulosa yang larut (Azhary dkk., 2010). Hal tersebut akibat terjadinya reaksi senyawa lignin karbohidrat kompleks dengan NaOH yang menyebabkan terlepasnya selulosa kemudian terlarut dalam air (Asror dan Emilia, 2017). Perbandingan antara berat bahan dan larutan pemasak harus diketahui pada saat delignifikasi, hal tersebut untuk mendapatkan kondisi minimal dimana bahan terendam sempurna sehingga larutan pemasak mampu bereaksi sama dalam mendegradasi lignin (Fatriasari dkk., 2007).

Delignifikasi dilakukan selama waktu yang ditentukan 60 menit dengan suhu 100⁰C. Suhu pemasakan berhubungan dengan laju reaksi, dimana suhu yang tinggi akan menyebabkan selulosa terdegradasi lebih banyak karena pada suhu tinggi lignin telah habis terlarut sehingga delignifikator yang tersisa akan mendegradasi selulosa. Sedangkan pada suhu rendah lignin belum terurai dan masih melindungi selulosa sehingga selulosa masih sulit diakses (Nurhidayah, 2017). Waktu yang terlalu lama akan mengurangi kadar selulosa karena sebagian ikatan selulosa yang diperoleh dapat terdegradasi oleh NaOH (Han dkk., 2017). Waktu pemasakan yang sebentar (kurang dari 30menit) menyebabkan delignifikator hanya dapat mendegradasi lignin diantara sel-sel kayu sementara lignin yang berada pada dinding sel kayu baru terlarut setelah waktu pemasakan ditingkatkan (Permatasari dkk., 2014).



Gambar 2.6 Mekanisme dan perusakan lignoselulosa dengan NaOH

2.5 Papan Partikel

Papan partikel adalah salah satu produk kayu yang terbuat dari gabungan partikel kayu atau bahan berserat lainnya yang direkat dengan perekat alami atau sintesis kemudian dicetak menggunakan perlakuan pengempaan (Fitra dkk., 2019). Keunggulan papan partikel adalah bahan baku utamanya berasal dari serat alam yang bisa diperoleh dari limbah lingkungan dan dapat dibuat dengan proses yang relatif murah. Keunggulan lainnya adalah papan partikel bebas dari mata kayu, tidak mudah pecah, tidak mudah retak, ukuran dan kerapatan dapat disesuaikan dengan kebutuhan, tebal dan kerapatannya seragam dan mudah dikerjakan.

Papan partikel berdasarkan rekomendasi ASTM 1974, dalam standar *designation* 1554-67 diklasifikasikan menjadi 3, yaitu papan partikel dengan rapat jenis rendah, sedang, dan papan partikel dengan rapat jenis tinggi.

1. Papan Partikel Rapat Jenis Rendah (*Low Density particleboard*) yaitu papan yang mempunyai kerapatan kurang dari 37 lb/ft^3 atau berat jenis kurang dari $0,59 \text{ g/cm}^3$.
2. Papan Partikel Rapat Jenis Sedang (*Medium Density particleboard*) yaitu papan yang mempunyai kerapatan kurang dari $37 - 50 \text{ lb/ft}^3$ atau berat jenis kurang dari $0,59 - 0,80 \text{ g/cm}^3$.
3. Papan Partikel Rapat Jenis Tinggi (*High Density particleboard*) yaitu papan yang mempunyai kerapatan lebih dari 50 lb/ft^3 atau berat jenis lebih dari $0,8 \text{ g/cm}^3$.

Pembuatan papan partikel dapat dilakukan dengan dua metode produksi yaitu proses basah (*wet process*) dan proses kering (*dry process*). Klasifikasi menurut SNI 01-4449-2006 adalah sebagai berikut:

a. Papan Partikel Proses Basah (*Wet Process*)

Pembuatan papan partikel proses basah merupakan pembentukan lembaran papan partikel yang dilakukan dengan bantuan media air. *Pulp* akan dicampur dengan air kemudian dipindahkan ke saringan kasa dan air pada *pulp* dihilangkan menggunakan penghisap, pemberian kempa pendahuluan, dan kempa panas.

b. Papan Partikel Proses Kering (*Dry Process*)

Pembuatan papan partikel proses kering yaitu pembentukan papan partikel yang tidak dilakukan dengan media air tetapi dengan bantuan udara. *Pulp* yang dihasilkan dikeringkan dan ditambahkan perekat kemudian dimasukkan ke dalam alat pembentuk lembaran, dikempa menggunakan kempa yang berbentuk silinder selanjutnya dikempa panas.

2.6 Faktor yang Mempengaruhi Mutu Papan Partikel

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu papan partikel menurut Purwanto (2015) antara lain berat jenis kayu, zat ekstraktif, jenis kayu, campuran jenis kayu, ukuran partikel, kulit kayu, jenis perekat dan pengolahannya.

1. Berat Jenis Kayu

Berat jenis kayu sangat berpengaruh terhadap berat jenis papan partikel yang dihasilkan. Berat jenis kayu yang rendah umumnya baik digunakan sebagai bahan baku papan partikel. Kayu dengan berat jenis rendah sampai sedang akan menghasilkan papan partikel dengan sifat fisik dan mekanik yang lebih baik. Perbandingan antara berat jenis papan partikel dengan berat jenis kayu (*Compression ratio*) harus lebih dari satu, yaitu 1,3 agar mutu papan partikelnya yang dihasilkan baik. Pada kayu yang memiliki berat jenis rendah sampai sedang proses pengempaan mampu berjalan optimal dan mudah sehingga kontak antar partikel baik.

2. Zat Ekstraktif

Zat ekstraktif didefinisikan sebagai senyawa yang dapat diekstrak dari kayu atau kulit dengan pelarut polar dan non polar. Zat ekstraktif bukan bagian struktural dinding sel, tetapi sebagai zat pengisi rongga sel. Zat ekstraktif, terutama berupa minyak dan lemak akan dapat mengurangi kekuatan antar serat, memperbesar konsumsi alkali sehingga proses pemasakan menjadi kurang sempurna serta memperlambat proses delignifikasi (Fatriasari dan Hermiati, 2006). Kandungan zat ekstraktif yang tinggi pada bahan akan menghambat pengerasan perekat. Hal ini menyebabkan papan pecah-pecah, yang dipicu oleh tekanan ekstraktif yang mudah menguap pada proses pengempaan. Zat ekstraktif

yang seperti inilah yang akan mengganggu proses perekatan. Zat ekstraktif juga dapat mempengaruhi kemampuan perekatan (pematangan perekat) dan warna papan partikel yang dihasilkan. Zat ekstraktif berdasarkan susunan kimianya dibedakan menjadi 5 yaitu; (1) karbohidrat, gula, alkohol, siklita dan asam turunan siklita; (2) asam amino, protein, dan enzim; (3) lemak dan asam lemak; (4) terpena, terpenoida dan stereoida; (5) senyawa karbosiklis dan alkaloida (Cahyandaru dkk., 2010).

3. Jenis Kayu dan Campuran Jenis Kayu

Jenis kayu yang satu dengan yang lain akan menghasilkan kualitas papan partikel yang berbeda-beda. Papan partikel yang dibuat dengan satu jenis bahan baku akan memiliki kualitas struktural yang lebih baik dari papan partikel yang dibuat dengan campuran berbagai jenis kayu.

4. Ukuran Partikel

Ukuran partikel yang semakin besar akan berpengaruh terhadap kekuatan dan stabilitas dimensi papan partikel. Disamping bentuk partikel, perbandingan panjang dan tebal (nisbah kelangsingan) dan perbandingan panjang dan lebar (nisbah aspek) juga berpengaruh terhadap penyerapan air, pengempangan tebal, pengembangan linier dan keteguhan papan partikel. Aspek yang paling penting adalah nisbah panjang dan tebal partikel. Partikel yang ideal untuk mengembangkan kekuatan dan stabilitas dimensi ialah serpih yang ketebalannya seragam dengan nisbah antara panjang dan tebal yang tinggi.

5. Kulit Kayu

Kulit kayu akan mempengaruhi sifat papan partikel karena kulit kayu banyak mengandung zat ekstraktif sehingga akan mengganggu proses perekatan antar partikel. Banyaknya kulit kayu maksimum adalah sebesar 10%. Kulit kayu akan mempengaruhi penampilan papan partikel (titik-titik gelap dapat terlihat pada permukaan) dan diatas proporsi tertentu keberadaan kulit akan menyebabkan efek yang merugikan terhadap kekuatan dan stabilitas dimensi.

6. Jenis Perekat

Penggunaan perekat eksterior akan menghasilkan papan partikel eksterior, sedangkan penggunaan perekat interior akan menghasilkan papan partikel interior.

Kemungkinan terjadinya penyimpangan adalah karena ada perbedaan dalam komposisi perekat dan terdapat banyak sifat papan partikel.

7. Proses Pengolahan

Pembuatan papan partikel, kadar air hamparan (campuran partikel dengan perekat) yang optimum adalah 10-14%. Apabila terlalu tinggi, keteguhan luntur dan keteguhan rekat internal papan partikel akan menurun. Tekanan kempa dan suhu optimum yang digunakan akan mempengaruhi kualitas papan partikel.

2.7 Sifat – Sifat Papan Partikel

2.7.1 Kerapatan Papan Partikel

Kerapatan merupakan banyaknya massa persatuan volume. Semakin tinggi kerapatan menyeluruh papan dari suatu bahan-bahan tertentu, semakin tinggi kekuatannya (Muhdi dkk., 2013). Kerapatan papan partikel dipengaruhi oleh kerapatan bahan baku, konsentrasi perekat serta bahan tambahan lainnya dalam pembuatan papan partikel (Shmulsky dan Jones, 2011). Penambahan bahan perekat juga akan meningkatkan kekompakan antar partikel, karena ruang kosong yang terdapat di dalam papan tersebut akan semakin kecil sehingga dengan demikian kerapatan semakin tinggi (Maulana dkk., 2015). Semakin tinggi kerapatan papan partikel, maka makin tinggi pula kekuatannya. Besarnya kerapatan akhir papan partikel yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor tekanan, waktu dan suhu kempa yang digunakan. Tekanan kempa yang optimal akan menghasilkan kualitas papan yang baik. Jika tekanan kempa terlalu tinggi maka akan merusak partikel-partikelnya, sedangkan jika tekanan terlalu rendah maka ikatan yang terjadi antara partikel dan perekat tidak terlalu kuat.

2.7.2 Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya kandungan air yang terdapat didalam papan partikel dalam keadaan kesetimbangan dengan lingkungan disekitarnya (Muhdi dkk., 2013). Kadar air papan partikel bergantung pada kondisi udara di sekitarnya, karena papan terdiri dari bahan-bahan yang mengandung lignoselulosa sehingga menyebabkan papan bersifat higroskopis dan lembab (Hidanto dan Mora, 2019). Ruhendi dan Putra (2011) menyebutkan bahwa semakin tinggi kadar

perekat maka nilai kadar air suatu papan partikel semakin menurun. Kadar air papan partikel dengan komposisi perekat yang minim memiliki nilai yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi perekat yang lebih banyak. Kadar air yang tinggi menyebabkan ikatan rekat menjadi lemah (Mawardi, 2009). Abdurachman dan Nurwati (2011) mengemukakan bahwa kadar air papan partikel dipengaruhi oleh kadar air bahan baku partikel sebelum digunakan.

2.7.3 Daya Serap Air

Daya serap air merupakan kemampuan dari papan partikel dalam menyerap air selama dilakukan perendaman 24 jam. Air tersebut mengisi ruang-ruang kosong dalam papan (Mahdi dkk., 2013). Penyerapan air dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain volume rongga atau ruang kosong yang dapat menampung air di antara partikel, adanya saluran kapiler yang menghubungkan ruang kosong atau satu sama lainnya, luas permukaan partikel yang tidak dapat ditutupi perekat dan dalamnya penetrasi perekat dalam partikel (Maulana dkk, 2015).

2.7.4 Modulus Patah (*Modulus of Repture / MOR*)

Modulus Patah merupakan ukuran beban maksimum yang dapat diterima oleh kayu. MOR ini ditentukan dari beban maksimum dikali jarak sangga dibagi luas penampangnya (Muhamad dkk., 2013). Semakin kasar ukuran partikel maka semakin tinggi nilai modulus patah. Peningkatan konsentrasi perekat juga dapat meningkatkan nilai modulus patah papan partikel. Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi perekat maka ikatan antar partikel yang disebabkan oleh perekat dapat semakin kuat.

2.7.5 Modulus Elastisitas (*Modulus of Elasticity / MOE*)

Modulus Elastisitas merupakan ukuran ketahanan kayu dalam mempertahankan perubahan bentuk akibat adanya beban dan berhubungan langsung dengan kayu. Semakin tinggi nilai MOE, maka semakin elastis (Muhamad dkk., 2013). Meningkatnya kerapatan papan, nilai MOE cenderung menjadi lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena pada papan partikel dengan kerapatan lebih tinggi mempunyai jumlah ikatan antar partikel yang lebih tinggi sehingga mempunyai kemampuan yang lebih tinggi dalam menahan beban yang mengenai papan partikel.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi dan Manajemen Agroindustri Program Studi Teknologi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Desember 2019 – Maret 2020.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu: timbangan digital (Taffware digipounds I-2000), beaker glass 2000mL (Iwaki TE-32 Pyrex), labu ukur 1000 ml (Herma), spatula kaca, pipet tetes, panci (White Tiger), gelas ukur (Owl Plast), sendok, termometer, kain saring, cetakan, drum kapasitas 10 L (Kadu), pisau (Rui Xing K-307), baskom, kompor (Covina CX-21 ext), eksikator, loyang, plastik (15cm x 30cm), gergaji (Sanflex 12"/300MM), *thickness gage* (Mitutoyo), jangka sorong (Wipro DC/SP-52110 215A), oven (LabTech LDO-080N), *computer universal testing machines* (HT-2402).

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu: serbuk batang tembakau, NaOH 10%, tapioka, dan aquades.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor, yaitu perbedaan beban tekanan pencetakan (4 kg dan 8 kg) dan lama waktu penyimpanan (0 hari, 12 hari dan 24 hari). Masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan dan tiga kali pengulangan pengamatan (*triple*) kemudian diuji sifat fisik (uji kerapatan, uji, kadar air, uji susut dimensi, dan uji daya serap air) dan sifat

mekanik (uji MOE dan MOR). Rancangan penelitian diatas dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rancangan penelitian dua faktor

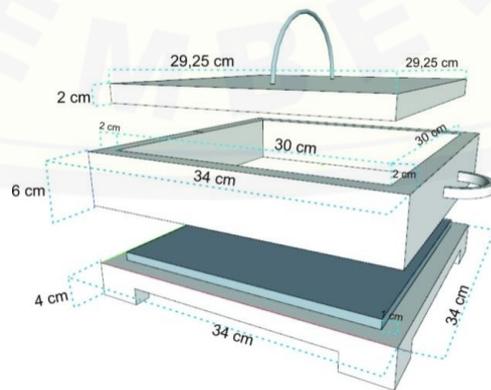
Beban Tekanan Pencetakan (A)	Lama Waktu Penyimpanan (B)		
	0 hari (B ₁)	12 hari (B ₂)	24 hari (B ₃)
4 kg (A ₁)	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃
8 kg (A ₂)	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yakni pembuatan cetakan papan partikel dan pembuatan papan partikel dari batang tembakau.

3.4.1 Pembuatan Cetakan Papan Partikel

Cetakan papan partikel dibuat dari kayu, dimana ukuran cetakan adalah 30 cm x 30 cm. Tinggi cetakan adalah 6 cm dengan tebal kayu adalah 2 cm. Sedangkan, tinggi kaki cetakan adalah 4 cm. Cetakan ini dilengkapi dengan tutup, dimana tutup tersebut difungsikan sebagai pemberat/pengepress yang mampu menekan papan partikel. Tutup cetakan memiliki ukuran sebesar 29,25 cm, dimana ukuran itu disesuaikan supaya tutup dapat masuk ke dalam cetakan. Sedangkan bobot tutup ada 2 dengan beban yang berbeda yaitu 4 kg dan 8 kg. Pada tutup dilengkapi kawat yang berfungsi untuk mengangkat tutup ketika sebelum dan sesudah dilakukan proses pencetakan papan partikel. Berikut merupakan gambar dari cetakan papan partikel.



Gambar 3.1 Cetakan Lembaran Papan Partikel

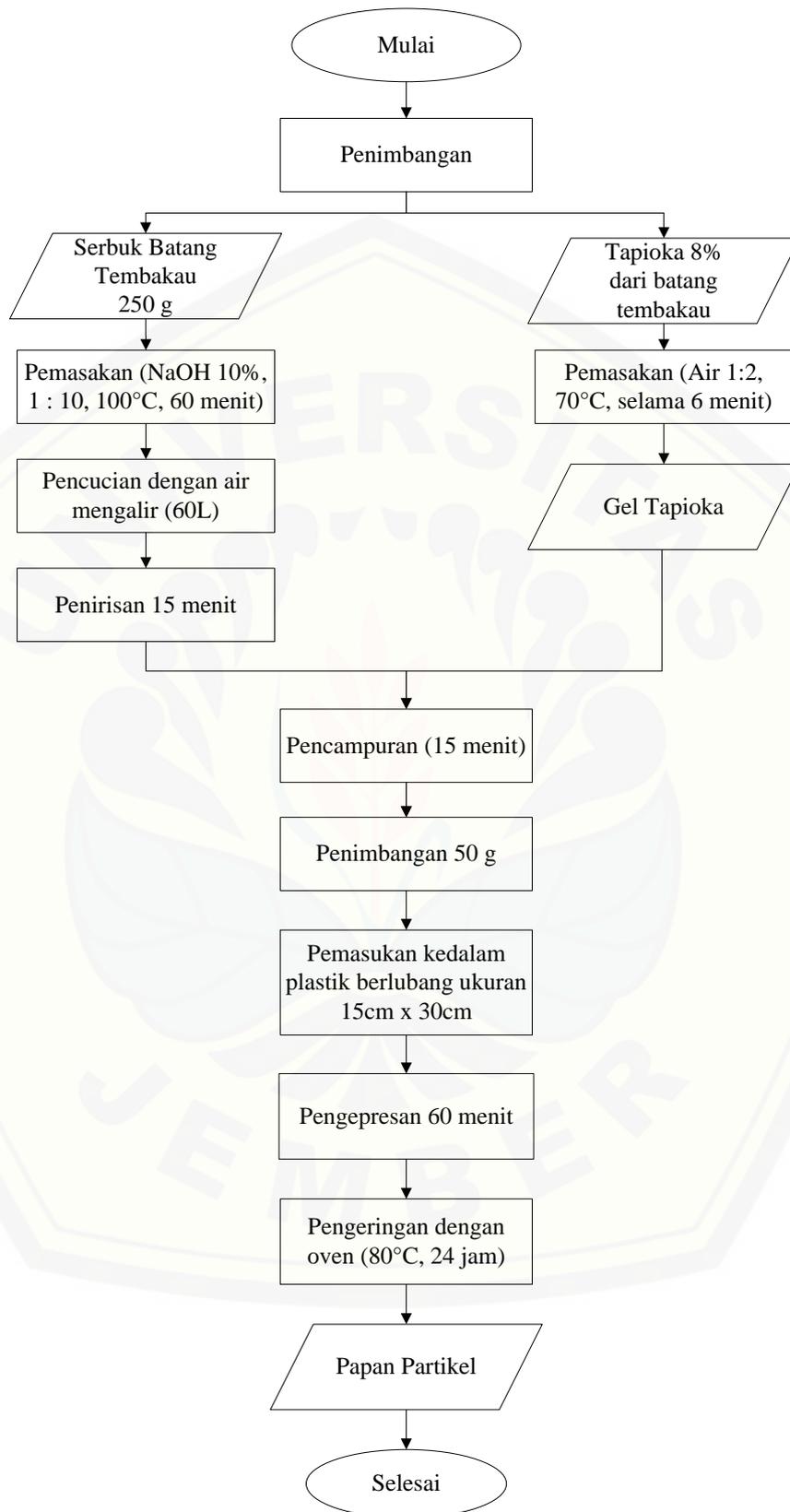
3.4.2 Pembuatan Papan Partikel Batang Tembakau

Pembuatan papan partikel diawali dengan menimbang batang tembakau serbuk sebanyak 250 gram. Serbuk batang tembakau didapatkan dari *Golden Leaf House* milik PTPN X. Batang tembakau serbuk kemudian dilakukan proses delignifikasi dengan cara dimasak ke dalam NaOH 10% dengan perbandingan 1:10. Batang tembakau yang sudah di delignifikasi kemudian dicuci dengan air mengalir sebanyak 60 L untuk menghilangkan kandungan NaOH yang menempel pada batang tembakau akibat proses pemasakan. Penirisan kemudian dilakukan dengan menggunakan rinjing bambu yang dilapisi kain saring selama 15 menit untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam bahan.

Tapioka selanjutnya dilakukan penimbangan untuk digunakan sebagai perekat sebanyak 8% dari berat batang tembakau. Pembuatan perekat diawali dengan menambahkan tapioka dengan air sebanyak 1:2 kemudian diaduk secara merata, setelah itu dilakukan pemasakan selama 6 menit dengan suhu 70⁰ C.

Lem kemudian dicampurkan pada batang tembakau yang sudah dilakukan delignifikasi hingga kalis/tercampur rata selama 15 menit. Bahan yang sudah kalis kemudian ditimbang sebanyak 50 gram, setelah itu dimasukkan ke dalam plastik ukuran 15 cm x 30 cm yang sudah diberi lubang kecil-kecil. Bahan didalam plastik kemudian diratakan, setelah itu ditata pada alat pencetakan. Proses pencetakan papan partikel batang tembakau dilakukan dengan pengepresan manual menggunakan alat sederhana dengan bentuk persegi yang berukuran 30 cm x 30 cm x 0,6 cm (panjang x lebar x tinggi). Pengempaan dilakukan dengan menggunakan tutup cetakan yang memiliki beban berbeda (4 kg dan 8 kg). Tekanan diberikan selama 60 menit.

Papan partikel yang sudah dicetak kemudian dilakukan pengeringan pada oven dengan suhu 80⁰C selama 24 jam. Papan partikel yang sudah kering kemudian dipotong sesuai dengan ukuran sampel pengujian. Diagram alir pembuatan papan partikel batang tembakau dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir proses pembuatan papan partikel

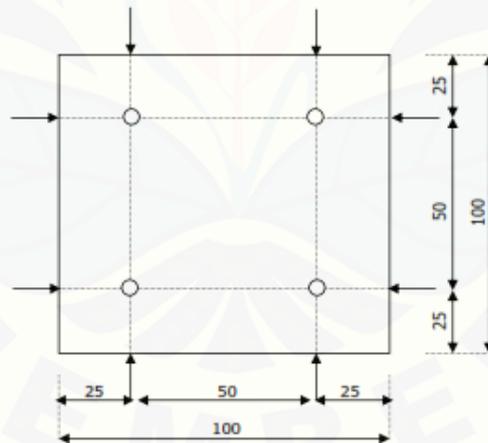
3.5 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini antara lain:

3.5.1 Uji Kerapatan (SNI 03-2105-2006)

Uji kerapatan papan partikel adalah uji yang digunakan untuk mengetahui banyaknya massa persatuan volume. Uji ini dilakukan untuk mengetahui gambaran tentang kekuatan papan partikel yang diinginkan. Prosedur pengujian diawali dengan mengukur contoh uji pada panjang kedua sisi lebarnya, 25 mm dari tepi dengan ketelitian maksimum 0,1 mm. Contoh uji kemudian diukur lebarnya pada kedua sisi panjangnya, 25 mm dari tepi dengan ketelitian maksimum 0,1 mm. Contoh uji setelah itu diukur tebalnya (O) pada keempat sudutnya, minimum 25 mm (pada titik persilangan pengukuran panjang dan lebar) dengan ketelitian 0,05 mm. Contoh uji selanjutnya ditimbang dengan ketelitian 0,1 gram. Kerapatan papan partikel dihitung dengan rumus :

$$\text{Uji Kerapatan} = \frac{\text{Berat (g)}}{\text{Volume (panjang x lebar x tebal) (cm}^3\text{)}}$$

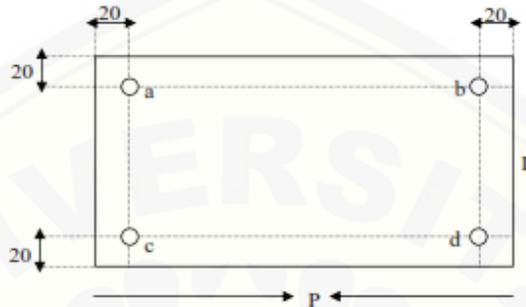


Gambar 3.3 Pengukuran contoh uji kerapatan

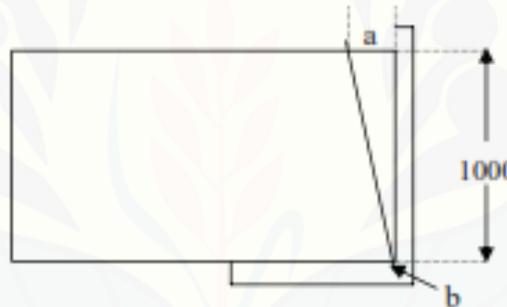
3.5.2 Uji Dimensi (SNI 03-2105-2006)

Uji Dimensi dilakukan untuk mengetahui susut dimensi papan partikel selama penyimpanan. Prosedur pengujian diawali dengan mengukur panjang (P) papan partikel pada kedua sisi lebar, 100 mm dari tepi dengan ketelitian maksimum 1 mm. Papan partikel kemudian diukur lebar (L) pada kedua sisi panjangnya, 100 mm dari tepi dengan ketelitian maksimum 1 mm. Papan partikel

setelah itu diukur tebal (O) pada keempat sudutnya, minimum 20 mm dari sudutnya dengan ketelitian maksimum 0,05 mm. Papan partikel lalu diukur kesikuan pada keempat sudutnya (b) dengan mengukur penyimpangan (a) dari alat penyiku panjang 1000 mm dengan ketelitian maksimum 0,5 mm. Hasil pengukuran dimensi untuk setiap lembar papan disajikan dalam bentuk tabel.



Gambar 3.4 Pengujian panjang, lebar, dan tebal papan



Gambar 3.5 Pengukuran penyimpangan siku papan

3.5.3 Uji Kadar Air (SNI03-2105-2006)

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat pada papan partikel dalam keadaan kesetimbangan dengan lingkungan di sekitarnya. Uji kadar air dilakukan dengan menggunakan metode *gravimetri oven* (metode pengurangan berat). Papan partikel ukuran (10 cm x 10 cm) ditimbang untuk menentukan berat awal dengan ketelitian hingga 0,1 gram, kemudian sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105° C selama 6 jam. Sampel kemudian dikeringkan dan disimpan dalam eksikator selama 15 menit, setelah itu dilakukan penimbangan. Kegiatan ini diulang sampai beratnya tetap (berat kering mutlak), yaitu perbedaan berat maksimum 0,1%. Rumus perhitungan kadar air yaitu :

$$K_a = \frac{(\text{Berat Awal} - \text{Berat Kering})}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

3.5.4 Uji Daya Serap Air (SNI 01-4449-2006)

Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui kemampuan papan partikel dalam menyerap air selama dilakukan perendaman 24 jam. Uji daya serap air dilakukan dengan mengambil sampel ukuran (10 cm x 10 cm) pada kondisi kering, kemudian dilakukan penimbangan. Papan partikel yang sudah ditimbang kemudian direndam dengan posisi tegak (vertikal) sekitar 2 cm di bawah permukaan air selama 24 jam. Papan setelah itu dikeluarkan dan diletakkan di atas 10 lembar kertas hisap berukuran 120 mm² untuk membuang atau menyingkirkan kelebihan air yang masih melekat pada permukaan. Contoh uji kemudian diberi pemberat berupa lempengan seberat 3 kg diatas papan tersebut selama 30 detik. Pemberian beban dilakukan kembali untuk permukaan contoh uji papan yang dibaliknya. Contoh uji selanjutnya dilakukan penimbangan dalam waktu yang tidak lebih dari 10 menit. Berikut rumus perhitungan daya serap air :

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{(\text{Berat Setelah Perendaman} - \text{Berat Awal})}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

3.5.5 Uji Modulus Elastisitas (MOE) (SNI 01-4449-2006)

Uji Modulus Elastisitas digunakan untuk mengetahui ukuran ketahan papan dalam mempertahankan perubahan bentuk akibat adanya beban yang berhubungan langsung dengan papan. Bahan uji diukur panjang, lebar dan tebalnya, kemudian diletakkan secara mendatar pada penyangga. Jarak sangga yang digunakan adalah 8 cm. Papan diberikan beban pada bagian pusat contoh uji dengan kecepatan 50 mm per menit, kemudian dicatat defleksi dan beban sampai beban maksimum. Persamaan untuk menghitung nilai modulus elastisitas :

$$\text{MOE} = \frac{S^3 \Delta B}{4LT^3 \Delta D} \times 100$$

Keterangan :

MOE = modulus elastisitas (kgf/cm²)

S = panjang bentangan sampel (cm)

- ΔB = selisih beban (B1-B2) yang diambil dari kurva (kgf)
 ΔD = defleksi (cm) yang terjadi pada selisih beban (B1-B2)
L = lebar sampel (cm)
T = tebal sampel (cm)

3.5.6 Uji Modulus Patah (MOR) (SNI 01-4449-2006)

Uji modulus patah dilakukan untuk mengetahui ukuran beban maksimum yang dapat diterima oleh kayu. Bahan uji diukur panjang, lebar dan tebalnya, kemudian diletakkan secara mendatar pada penyangga. Jarak sangga yang digunakan adalah 8 cm. Papan diberikan beban pada bagian pusat contoh uji dengan kecepatan 50 mm per menit, kemudian dicatat defleksi dan beban sampai beban maksimum. Persamaan untuk menghitung nilai modulus elastisitas adalah:

$$MOR = \frac{3BS}{2LT^2} \times 100$$

Keterangan :

- MOR = modulus patah (kgf/cm²)
B = besarnya beban maksimum (kgf)
S = Jarak sangga (cm)
L = lebar sampel (cm)
T = tebal sampel (cm)

3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian diolah dengan *Microsoft Excel 2010* dan aplikasi SPSS 22 menggunakan metode *Two Way ANNOVA* untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan perlakuan pada tingkat α 0.05. Jika perlakuan menunjukkan perbedaan dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan's Multiple Range Test (DMRT)* pada taraf signifikan 5%. Penentuan perlakuan terbaik didapatkan dengan mempertimbangkan kerapatan, kadar air, daya serap air, persen susut dimensi, modulus patah dan modulus elastisitas. Data akan disajikan dalam bentuk tabel dan histogram kemudian dijelaskan secara deskriptif.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah :

1. Sifat fisik papan partikel batang tembakau adalah kerapatan, stabilitas dimensi, kadar air, dan daya serap air. Nilai kerapatan tertinggi adalah $1,25 \text{ g/cm}^3$ pada perlakuan beban tekanan pencetakan 8 kg dengan waktu penyimpanan 12 hari, nilai terendah sebesar $1,13 \text{ g/cm}^3$ pada perlakuan beban tekanan pencetakan 4 kg dengan lama penyimpanan 0 hari. Stabilitas dimensi perubahannya hanya terjadi pada ketebalan papan, perlakuan beban tekanan pencetakan 4 kg dengan waktu penyimpanan 12 hari memiliki ketebalan sebesar 5,71 mm dan ketebalan papan terendah ada pada beban tekanan pencetakan 8 kg dengan lama penyimpanan 0 hari. Beban tekanan pencetakan 8 kg menghasilkan nilai kadar air tertinggi dalam waktu penyimpanan 12 hari, sedangkan beban pencetakan 4 kg dan 8 kg pada penyimpanan hari ke-0 menghasilkan nilai kadar air terendah yaitu 4,97%. Nilai daya serap air tertinggi adalah 240,03% yang terdapat pada perlakuan beban tekanan pencetakan 8 kg penyimpanan hari ke-0, dan nilai terendah sebesar 208,00% pada beban tekanan pencetakan 8 kg penyimpanan hari ke-12. Sifat mekanik papan partikel yaitu modulus elastisitas dan modulus patah. Nilai modulus elastisitas dan modulus patah tertinggi didapatkan pada perlakuan beban tekanan pencetakan 8 kg dengan lama penyimpanan 24 hari yaitu sebesar $36222,77 \text{ kgf/cm}^2$ dan $1697,83 \text{ kgf/cm}^2$. Perlakuan beban tekanan pencetakan 8 kg dengan lama penyimpanan 0 hari memberikan nilai modulus elastisitas dan modulus patah paling rendah yaitu sebesar $16,003,13 \text{ kgf/cm}^2$ dan $824,47 \text{ kgf/cm}^2$.
2. Rekomendasi pembuatan papan partikel yang mengacu pada perlakuan terbaik adalah dengan beban tekanan sebesar 8 kg dan lama penyimpanan 12 hari.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang telah didapat dari penelitian ini diharapkan dapat dilanjutkan untuk pembuatan papan partikel dengan berbagai variasi dan jumlah untuk jenis perekat serta dilakukannya proses pengempaan dengan metode kempa panas supaya dihasilkan papan partikel yang memiliki tekstur kuat dan dapat digunakan sebagai bahan ekterior pengganti kayu yang berasal dari limbah batang tembakau.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman dan Nurwati, H. 2011. Sifat Papan Partikel dan Kulit Kayu Manis. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 29(2) : 128-141.
- Agustiawan, G. 2019. Rancang Bangun Alat Pencetak Papan Serat dengan Pengaturan Suhu dan Tekanan. *Skripsi*. Jurusan Teknik Pertanian. Universitas Lampung.
- Aini, S, N., Bintani, K., dan Haris A. 2009. Papan Partikel dari Pelepah Kelapa Sawit. *Jurnal Pemukiman*. 4(1) : 38-45.
- Amin, A, Z., Pramono, Sunyoto. 2017. Pengaruh Variasi Jumlah Perekat Tapioka terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Saintekno*. 15(2).
- Aremu, M, O., Rafiu, M, A., dan Adedeji, K, K. 2015. Pulp and Paper Production from Nigeria Pineapple Leaves and Corn Straw as Substitute to Wood Source. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2(4) : 1180-1188.
- Arizka, A, A., dan Daryatmo, J. 2015. Perubahan Kelembaban dan Kadar Air Teh Selama Penyimpanan pada Suhu dan Kemasan yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 4(4) : 124-129.
- Asfarizal., Kasim, A., Gunawarman., dan Santosa. 2019. Efek Tekanan dan Temperatur pada Pembuatan Papan Partikel Berbahan Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Kulit Pinus. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*. 9(1) : 1-4.
- Asror, K., dan Emilia A, Y. 2017. Pengaruh Suhu dan Kosentrasi NaOH pada Proses Hidrothermal Jerami Padi untuk Bahan Baku Biogas. *Skripsi*. Departemen Teknik Kimia. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Azhary, H., Surest, dan Satriawan, D. 2010. Pembuatan Pulp dari Batang Rosella dengan Proses Soda (Kosentrasi NaOH, Temperatur Pemasakan, dan Lama Pemasakan). *Jurnal Teknik Kimia*. 17(3):1-7.
- Bahri, S. 2015. Pembuatan *Pulp* dari Batang Tembakau. *Jurnal Teknologi Kimia Unial* 4. 36-50.

- Cahyandaru, N., Purwanto., dan Gunawa, Arif. 2010. *Konservasi Cagar Budaya Berbahan Kayu dengan Bahan Tradisional*. Magelang. Balai Konservasi Peninggalan Borobudur.
- Dani, L, A., 2016. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Perekat Gambir (*Uncaria gambir*, Roxb) terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Sabut Buah Pinang. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Daud, M., Fuadi, Z., dan Azwis. 2013. Uji Sifat Fisis dan Daya Simpan Wafer Ransum Komplit Berbasis Kulit Buah Kakao. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 1(1) : 18-24.
- Erma., Usman, F, H., dan Muflihati. 2019. Sifat Fisik dan Mekanik Kayu Salam (*Syzygium polyanthum (Wight)Walp.*) Berdasarkan Posisi Ketinggian Pada Batang. *Junal Hutan Lestari*. 7(1) : 123-129.
- Fatriasari, W., dan Hermiati, E. 2006. Analysis of Fiber Morphoogy and Physical-Chemical Properties of Six Species of Bamboo as Raw Material for Pulp and Paper. *UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI*. 34-47.
- Fatriasari, W., Ermawar, R, A., Falah, F., Yanto, D, H, Y., dan Hermiati, E. 2009. Pulping Soda Panas Terbuka Bambu Butung dengan Praperlakuan Fungsi Pelapuk Putih (*Pleurotus Ostreatus* dan *Trametes Versicolor*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*. 2(2) : 45-50.
- Fatriasari, W., Falah, F., Yanto, D, H, Y., dan Hermiati, E. 2007. Optimasi Pemasakan Proses Soda Terbuka dan Penggilingan Pulp Bambu Betung dan Bambu Kuning. *Prosiding Seminar Nasional Mapeki X*. Pontianak. Kalimantan Barat.
- Fernando., Widyorini, R., Sulisty, J., dan Santoso, M. 2015. Pengaruh Penambahan Perekat dan Suhu Kempa terhadap Sifat Papan Komposit dari Serat Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) dengan Asam Sitrat sebagai Perekat. *Seminar Nasional XVIII MAPEKI*. 104-110. Bandung
- Fitra, F., Nurdin, H., Hasanuddin., dan Waskito. 2019. Karakteristik Papan Partikel Berbahan Baku Serat Pinang. *Jurnal of Multidisciplinary Research and Development*. 1(4) : 1029-1036.

- Fransiska, W., Hardiansyah, O, K., Sari, D., Nugroho, Safda, R. R. D. W. S dan D. F. Al Riza. 2015. Pengolahan Serat Batang Tembakau sebagai Soundproofing Material: Alternatif Penanggulangan Limbah Batang Tembakau. *Prosiding Seminar Nasional PERTETA 2015*. Makassar. Sulawesi Selatan.
- Frone, A.N., Denis M. Panaitescu, dan Donescu. 2011. Some Aspects Concerning the Isolation of Cellulose Micro- and Nano-Fibers. *U.P.B. Science Bulletin, Series B*, 73(2).
- Han, L., Feng, J., Zhang, S., Ma, Z., Yonghong, W., dan Zing, Z. 2017. Alkali Pretreated of Wheat Straw and Its Enzymatic Hydrolysis. *Brazilian Journal of Microbiology*. 43(1): 53-61.
- Handayani, S, S., dan Amrullah. 2018. Ekstraksi Selulosa Batang Tembakau sebagai Persiapan Produksi Bioetanol. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*. 4(2). 38-42.
- Handayani, S, S., Tarnanda, R., Rahayu, A, B., dan Amrullah. 2018. Proses Degradasi Lignin pada Limbah Batang Tembakau sebagai Persiapan Produksi Bioetanol. *J. Pijat MIP*. 13(2) : 140-146.
- Hamdi, S. 2014. Sifat Mekanik Papan Gypsum dari Serbuk Limbah Kayu Non Komersial. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 6(2) : 1-6.
- Hartoyo, R. 2002. Mutu Kentang yang Berbeda Kadar Air dan Lamanya Penyimpanan Ditinjau dari Hasil Uji Fisiknya. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan. IPB. Bogor.
- Herawati, H. 2012. Teknologi Proses Produksi Food Ingridient dari Tapioka Termodifikasi. *Jurnal Litbang Penelitian*. 31(2) : 68-76.
- Hidanto, W., dan Mora. 2019. Analisis Pengaruh Komposisi Serbuk terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Papan Partikel dari Tandan Kosong Kelapa Sawit, Serbuk Kayu dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Fisika Unand*. 8(2) : 106-112.
- Hidayat, W., Suri, I, F., Safe'i, R., Wulandari, C., Satyajaya, W., Febryano, I, G., dan Febrianto, F, 2019. Keawetan dan Stabilitas Dimensi Papan Partikel Hibrida Bambu-Kayu dengan Perlakuan *Steam* dan Perendaman Panas. *Jurnal Ilmu Teknol Kayu Tropis*. 17(1) : 68-82.

- Imanningsih, N. 2012. Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi -an untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. *Panel Gizi Makan*. 35(1):13-22.
- Iskandar, M, I., dan Supriadi, A. 2011. Pengaruh Besaran Kempa Terhadap Sifat Papan Partikel Serutan Kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 20(3) : 226-233.
- Islami, R, Z., Nurjannah, S., Susilawati, I., Mustafa, H, K., dan Rochana. 2018. Kualitas Fisik Wafer Turiang Padi yang Dicampur dengan Rumpuk. *Jurnal Ilmu Teknik*. 18(2) : 125-130.
- Iswanto, A, H., Fitriyanti, W., Yuniyanti, A, D., Zailani, A., dan Febrianto, F. 2013. Sifat Fisis dan Mekanis Oriented Strand Board dari Kayu Terasetilasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 11(2) : 184-191.
- Jaya, J, D., Darmawan, I., dan Anisa, N. 2018. Pengaruh Jenis dan Komposisi pada Pembuatan Papan Partikel Berbahan Baku Limbah Kelapa Sawit (*Fiber*). *Jurnal Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Hasni*. 4(2) :10-16.
- Kania, W., Andriani, M, M., dan Siswanti. 2015. Pengaruh Variasi Rasio Bahan Pengikat terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Granul Minuman Fungsional Instan Kecambah Kacang Komak. *Jurnal Teknosains Pangan*. 4(3) : 16-29.
- Kartika, I, A., dan Destika, H. 2015. Pembuatan Papan Partikel dari Bungkil Jarak Keyar (*Ricinus communis L.*) dengan Perlakuan Pendahuluan *Steam Explosion*. *E-Jurnal Agroindustri Indonesia(E-JAII)*. 4(1) : 231-335.
- Karyawan, I, K, E., Karyasa, I, W., dan Wiratma, I, G, L. 2017. Pembuatan Komposit dari Limbah Plastik *Polyvinyl Chloride (PVC)* dan Limbah Batang Jagung. *Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*. 11(2) :94-106.
- Kathomdani, S, D, P dan Sugesty, S. 2018. Pembuatan Pulp Kraft dari Kapuk dan Serat Daun Nanas sebagai Bahan Baku Kertas Khusus. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 29(2) : 108-118.
- Kurniaty, I., Habibah, U., Yustiana, D., Fajriah, I. 2017. Proses Delignifikasi Menggunakan NaOH dan Amonia (NH₃) pada Tempurung Kelapa. *Jurnal Integrasi Proses*. 6(4) : 197-201.
- Kusnandar, F., Adawiyah, D, R., dan Fitria, M. 2010. Pendugaan Umur Simpan Produk Biskuit dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*. 21(2) : 117-122.

- Listyanto, T., Rahman, F., dan Swargarini, H. 2016. Kualitas Pengeringan Kayu Mahoni pada Berbagai Variasi Kerapatan *Incising* dengan Dua Skedul Pengeringan Suhu Tinggi. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 10(2) :119-128.
- Liu, Y., Jianxin Dong, Gangjin Liu, Hongnan Yang, Wei Liu, Lan Wang, Chuixue Kong, Dan Zheng, Jinguang Yang, Liangwei Deng, dan Shusheng Wang. 2015. Co-Digestion of Tobacco Waste with Different Biocultural Biomass Feedstocks and The Inhibition of Tobacco Viruses by Anaerobic Digestion. *Bioresour.Technol*. 189 : 210-216.
- Mardikanto, T, R., Karlinasari, L., dan Bahtiar, E, T. 2011. *Sifat Mekanis Kayu*. Bogor. IPB Press.
- Maulana, D., Dirhamsyah., Setyawati, D. 2015. Karakteristik Papan Partikel dari Batang Pandan Mengkuang (*Pandanus atroparpus* Griff) berdasarkan Ukuran Partikel dan Kosentrasi Ureaformaldehida. *Jurnal Hutan Lestari*. 3(2) : 247-258.
- Mawardi, I. 2009. Mutu Papan Partikel dari Kayu Kelapa Sawit (KKS) Berbasis Perekat *Polystyrene*. *Jurnal Teknik Mesin*. 11(2) : 91-96.
- Muhammad, S., Marwanto, Maulana, M, I., Maulana, S., dan Adesna. 2019. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Hibrida dari Kayu Cepat Tumbuh dan Bambu dengan Perlakuan Perendaman Panas. *Jurnal Ilmu Teknol*. 17(1) :47-57.
- Muhamdi, Risnasari, I., dan Putri, I, A, P. 2013. Studi Pembuatan Papan Partikel dari Limbah Pemanenan Kayu Akasia (*Acacia mangium* L.). *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*. 15(1) : 14-19.
- Mulyadi dan Alphanoda, A, F. 2016. Analisis Kualitas Serbuk Sabut Kelapa sebagai Bahan Pembuatan Papan Partikel. *Jurnal Teknologi Rekayasa (JTERA)*. 1(1) : 15-22.
- Mwtithiga, G., dan Sifuna, M, M. 2006. Effect of Moisture Content on the Physical Properties of Three Varietas oh Shorgum Seed. *Journal Food Engineering*. 75(4) : 480-486.
- Nurhidayah. 2017. Variasi Pulp dari Campuran Tongkol Jagung dan Kulit Jagung dengan Penambahan Bender Kulit Singkong (*Manihot esculante cranz*) untuk Pembuatan Kertas Komposit. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

- Pambudi, F, K., Nuriana, W., dan Hantarum. 2018 . Pengaruh Tekanan terhadap Kerapatan, Kadar Air dan Laju Pembakaran pada Biobriket Limbah Kayu Sengon. *Seminar Nasional sains dan Teknologi Terapan IV*. 547-554.
- Permatasari, H, R., Gulo, F., Lesmini, B. 2014. Pengaruh Kosentrasi H₂SO₄ dan NaOH Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (*Gigantochloa Apus*). <http://ejournal.unsri.ac.id>.
- Prasetyani, S, R., dan Ruhendi, S. 2009. Keteguhan Rekat Internal Papan Partikel Ampas Tebu dengan Swa Adhesi dan Perekat Urea. *Prosiding Simposium Nasional 1 Forum Teknoogi Hasil Hutan*. 66-74.
- Prasetyo, B, D., Widyorini, R., dan Prayitno, T, A. 2017. Mutu Papan Partikel Pelepah salak Tiga Lapis Berperekat Asam Sitrat. *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis*. 15(2): 185-192.
- Purnawan dan Parwati, I, C. 2014. Pembuatan Pulp Dari Serat Aren (*Arenga Pinnata*) Dengan Proses Nitrat Soda. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains Teknologi (SNAST)*.
- Purwanto, D. 2015. Sifat Papan Partikel Dari Kulit Pohon Galam (*Melaleuca leucadendra*) dengan Perekat Urea Formaldehida. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 33 (2) : 135-144.
- Raharjo, W, W., Riyanto, D., A Dedi, R., dan Irawan, I. 2011. Pengaruh Rasio Pengepressan terhadap Sifat Mekanik dan Fisik Komposit Kanji-Cangkang Melinjo. *Jurnal Mekanika*. 9(2): 282-287.
- Rahman, K, S., Nazmulalam, D, M, dan Nasrul, I, M. 2012. Some Physical and Mehaniel Properties of Bamboo Mat-WoodVaneer Plywood. *Jiurnal of Biological Science*. 1(2) : 61-64.
- Ratmanto, A., Raharjo, W, W., dan Triyono, T. 2016. Pengaruh Tekanan Pengepressan terhadap Kekuatan *Bending* Komposit rHDPE *Cantula*. *Prosiding SNST ke-7*.
- Retnani, Y., Aisyah, S, A., Herawati, L., dan Saenab, A. 2010. Uji Kadar Air dan Daya Serap Air Biskuit Limbah Tanaman Jagung dan Rumput Lapang Selama Penyimpanan. *Seminar Nasional Teknologi dan Veteriner*. 809-814.
- Retnani, Y., Widiarti, W., Amiroh, I., Herawati, L., Satoto, K, B. 2009. Daya Simpan dan Palabilitas Wafer Ransum Komplit Pupuk dan Ampas Tebu untuk Sapi Pedet. *Prosiding Media Peternakan* . Bogor. 130-136.

- Rini, D, S., dan Wulandari, F, T. 2019. Pengaruh Ukuran Partikel dan Perlakuan Pendahuluan terhadap Sifat Fisika Papan Semen Partikel Pelepah Lontar (*Borassus flabellifer Linn*). *Jurnal Silva Samalas*. 2(2) : 71-74.
- Riska., Rohanah, A., Rindang, A., dan Hrtono, R. 2016. Pembuatan Papan Partikel Berbahan Dasar Kulit Durian (*Durio zibethinus murr.*) *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 4(4) : 570-578.
- Rudi, S., dan Andriati, A, H. 2012. Utilization of Eucalyptus Oil Refineries Waste for Cement Particle Board. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*. 3(2) : 2-10.
- Ruhendi, S., dan Putra, E. 2011. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Batang dan Cabang Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba Miq*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*. 4(1) : 14-21.
- Safaria, S. 2013. Efektivitas Campuran Enzime Selulose dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma resei* dalam menghidrolisi Subtrat Sabut Kelapa. 2(1) : 46-51.
- Safrika, T, A. Pengaruh Lama Waktu Penumpukan Kayu Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) terhadap Sifat – Sifat Papan Partikel. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sandra., Bambang., dan Damayanti, R. 2019. Studi Pengaruh Gaya Tekan terhadap Karakteristik Biobriket Kulit Kakao (*Theabroma cocoa L.*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. 21(2).
- Santosa, H. 2010. Hidrolisa Enzimatik Pati Tapioka dengan Kombinasi Pemanas Microwave-Water Bath pada Pembuatan Dekstrin. *Jurnal Momentum*. 6(2) : 29-35
- Sari, N., Erniwati., dan Hapid, A. 2015. Sifat Mekanik Kayu Kemiri (*Aleurites mollucana* Willd) Asal Sulawesi Tengah Berdasarkan Arah Kasal. *Jurnal Warta Rimba*. 3(2) : 73-79.
- Septaria, I, A, P, W., Karyasa, I, W., dan Kartowarsono. 2014. Pembuatan Papan Partikel dari Limbah Plastik *Polypropylene* (PP) dan Tangkai Bambu. *E-Journal Kimia Visitalis*. 2(1) : 117-126.
- Septian, E, T., Wijayani, E, S., dan Saparin. 2017. Pengaruh Variasi Tekanan Pencetakan terhadap Karakteristik Briket Berbahan Kayu Senggani dan Kulit Kayu Bakau. *Jurnal Teknik Mesin*. 3(2) : 22-29.

- Shmulsky, R., dan Jones, P, D. 2011. *Forest Product and Wood Science An Introduction*. Six Edition. A John Wiley and Sons, Inc.
- Sianipar, A, S. 2018. Pengaruh Tempat dan Lama Penyimpanan Papan Partikel Serbuk Kayu Akasia (*Acacia mangium L.*) dengan Perekat Urea Formaldehid terhadap Sifat dan Laju Perubahan Sifat Fisik. *Skripsi*. Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya.
- Singh, S., Baradwaja, T.P., Yadav, P, K., Vijayanand., Moholkar, S., dan Goyal, A. 2014. Mechanistic Investigation in Ultrasound-Assisted (Alkaline) Delignification of Parthenium Hysterophorus Biomass. *Industrial and Engineering chemistry Researh*: 53(37) : 14241-14252.
- Solihin., Muhtarudin., dan Sutrisna, R. 2015. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Air Kualitas Fisik dan Sebaran Jamur Wafer Limbah Sayuran dan Umbi-Umbian. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 3(2) : 48-54.
- Sonjaya, M, L., Haryanto, I., dan Kusnanto. 2013. Pengaruh Kombinasi Lapisan Papan Partikel dari Limbah Partikel Aren (*Arenga Pinnata*) dan Limbah Serutan Bambu (*Dendrocalamus asper*) dengan Jumlah Perekat Urea Formaldehida terhadap Sifat Papan Partikel. *Journal of System Engineering*. 1(1) : 14-18
- Srbinoska, Marija, Kiril Filiposki, Ilija Risteski, Valentina Pelivanoska, Vesna Rafajlovska, dan Vesna Krsteska. 2015. Tobacco Stalks as Renewable Raw Material for Agro-Industrial Utilization. *International Symposium for Agriculture and Food Section 7 UDC*: 633.71-157.2.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4449-2006. *Papan Serat*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional. IC S 79.060.20.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2105-2006. *Papan Partikel*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional. IC S 79.060.20.
- Sudarsono., Huda, S., Yuniwati, M., dan Purnawan. 2013. Pemanfaatan Limbah Serat Pati Aren sebagai Material Komposit – Poliester. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing Bidang Ilmu Rekayasa*. Institut Sains & Teknologi AKPRIND. Yogyakarta.

- Sugiman, Nu'man, A, H., dan Sulistyowati, E, D. 2014. Pengaruh Kadar Air Awal Kayu Jati dan Suhu Curing Perekat Pada Kekuatan Geser Sambungan Kayu Jati (*Tectona grandis*) secara Perekatan. *Dinamika Teknik Mesin*. 4(2) : 96-102.
- Sulaiman, D, A., Hamzah, F, H., dan Somadona, S. 2019. Kualitas Papan Partikel dari Pelepah Kelapa Sawit dengan Perekat Damar. *Jom Faperta*. 6(1): 1-13.
- Sulaiman, B. 2018. Modulus Elastis Berbagai Jenis Material. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*. 3(2) : 127-128.
- Wardani, L., Massijaya, M, Y., Hadi, Y, S., dan Darmawan, I, W. 2015. Kualitas Papan Zephyr Pelepah Sawit dan Papan Komposit Komersial sebagai Bahan Bangunan. *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. 22(2) : 79-86.
- Widjaksana. 1996. Pengaruh Tekanan Pengompakan terhadap Kerapatan Kompakan dalam Proses Peletisasi UO_2 . *Prosiding Presentasi Ilmiah Dasar Bahan Bakar Nuklir*. 113-121.
- Wiyono, A, W, W., Setiawan, A., dan Hidayat, N. 2012. Pengaruh Suhu Terhadap Modulus Elastisitas dan Angka Poisson Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC) dengan Kapur Sebagai Filler. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi*.
- Wulandari, T., Asri, A., dan Faryuni, I, D. 2020. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Limbah Kulit Buah Kakao Berpenguat Batang Kayu Jabon. *Jurnal Prisma Fisika*. 8(1) : 33-39.
- Yunita, M. 2006. Sifat Fisis-Mekanis Papan Partikel dari Kombinasi Limbah *Shaving* Kulit Samak dan Serat Kelapa Sawit dengan Perlakuan Tekanan Berbeda. *Skripsi*. Program Studi Teknologi Hasil Ternak. Institut Pertanian Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran a. Data Hasil Uji Sifat Fisik

a.1 Kerapatan

Tabel a.1 Hasil Kerapatan

Sampel	Hasil %			Rata-Rata	STDEV
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
A1B1	1,11	1,15	1,14	1,13	0,02082
A2B1	1,17	1,18	1,20	1,18	0,01528
A1B2	1,19	1,25	1,24	1,23	0,03215
A2B2	1,22	1,26	1,27	1,25	0,02646
A1B3	1,21	1,26	1,25	1,24	0,02646
A2B3	1,24	1,27	1,20	1,24	0,03512

a.2 Dimensi

Tabel a.2 Hasil Pengembangan Tebal

Sampel	Hasil %			Rata-Rata	STDEV
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
A1B1	5,67	5,78	5,53	5,66	0,12530
A2B1	5,46	5,35	5,47	5,43	0,06658
A1B2	5,78	5,76	5,58	5,71	0,11015
A2B2	5,45	5,58	5,47	5,50	0,07000
A1B3	5,73	5,74	5,57	5,68	0,09539
A2B3	5,44	5,56	5,39	5,46	0,08737

a.3 Kadar air

Tabel a.3 Hasil Kadar Air

Sampel	Hasil %			Rata-Rata	STDEV
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
A1B1	4,7	5,1	5,1	4,97	0,23094
A2B1	5,0	4,9	5,0	4,97	0,05774
A1B2	12,1	12,5	12,9	12,50	0,40000
A2B2	12,7	12,4	12,6	12,57	0,15275
A1B3	11,9	12,1	11,9	11,97	0,11547
A2B3	12,3	11,9	11,9	12,03	0,23094

a.4 Daya serap air

Tabel a.4 Hasil Daya Serap Air

Sampel	Hasil %			Rata-Rata	STDEV
	Ulangan 1	Uangan 2	Ulangan 3		
A1B1	245,5	220,3	254,3	240,03	17,64691
A2B1	231,0	234,2	233,3	232,83	1,65025
A1B2	217,5	204,8	209,4	210,57	6,42988
A2B2	207,4	206,7	209,9	208,00	1,68226
A1B3	232,7	247,1	208,7	229,50	19,39897
A2B3	229,0	234,0	223,0	228,67	5,50757

Lampiran b. Data Hasil Uji Sifat Mekanikb.1 Modulus Elastisitas / *Modulus of Elasticity*

Tabel b.1 Hasil Modulus Elastisitas

Sampel	Hasil %			Rata-Rata	STDEV
	Ulangan 1	Uangan 2	Ulangan 3		
A1B1	21390,3	17113,3	18062,9	18855,50	2245,96156
A2B1	21390,3	17587,6	9031,5	16003,13	6329,91985
A1B2	19853,1	24032,6	22465,3	22117,00	2111,40705
A2B2	20897,9	23510,2	19853,1	21420,40	1883,70640
A1B3	32914,3	37616,3	30824,4	33785,00	3478,65854
A2B3	37616,3	37092,8	33959,2	36222,77	1977,70412

b.2 Modulus Patah / *Modulud of Repture*

Tabel b.2 Hasil Modulus Patah

Sampel	Hasil %			Rata-Rata	STDEV
	Ulangan 1	Uangan 2	Ulangan 3		
A1B1	1102	881,6	930,6	971,40	115,72606
A2B1	1102,0	906,1	465,3	824,47	326,10539
A1B2	930,6	1126,5	1053,1	1036,73	98,97021
A2B2	979,6	1102,0	930,6	1004,07	88,28054
A1B3	1542,8	1763,3	1444,9	1583,67	163,08649
A2B3	1763,0	1738,7	1591,8	1697,83	92,62788

Lampiran c. Data Hasil Analisis Statistika**c.1** Kerapatan

Tabel 1.1 Annova Kerapatan

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,030 ^a	5	0,006	8,358	0,001
Intercept	26,426	1	26,426	36590,469	0,000
Beban	0,002	1	0,002	3,392	0,090
Penyimpanan	0,026	2	0,013	17,723	0,000
Beban *	0,002	2	0,001	1,477	0,267
Penyimpanan	0,002	2	0,001	1,477	0,267
Error	0,009	12	0,001		
Total	26,465	18			
Corrected Total	0,039	17			

Tabel 1.2 Duncan Kerapatan

BebanXPenyimpanan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
A1B1	3	1,1333			a
A2B1	3		1,1833		b
A1B2	3		1,2267	1,2267	bc
A2B3	3			1,2367	c
A1B3	3			1,2400	c
A2B2	3			1,2500	c
Sig.		1,000	0,072	0,344	

c.2 Dimensi

Tabel 2.1 Dimensi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,236 ^a	5	0,047	4,828	0,012
Intercept	559,005	1	559,005	57171,001	0,000
Beban	0,224	1	0,224	22,955	0,000
Penyimpanan	0,011	2	0,005	0,539	0,597
Beban *	0,001	2	0,001	0,053	0,949
Penyimpanan	0,001	2	0,001	0,053	0,949
Error	0,117	12	0,010		
Total	559,359	18			
Corrected Total	0,353	17			

Tabel 2.2 Annova Dimensi

BebanXPenyimpanan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
A2B1	3	5,4333			a
A2B3	3	5,4467			a
A2B2	3	5,5033	5,5033		ab
A1B1	3		5,6600	5,6600	bc
A1B3	3		5,6867	5,6867	bc
A1B2	3			5,7067	c
Sig.		0,426	0,051	0,593	

c.3 Kadar Air

Tabel 3.1 Kadar Air

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	220,696 ^a	5	44,139	529,671	0,000
Intercept	1703,334	1	1703,334	20440,007	0,000
Beban	0,045	1	0,045	0,540	0,477
Penyimpanan	220,508	2	110,254	1323,047	0,000
Beban *	0,143	2	0,072	0,860	0,448
Penyimpanan					
Error	1,000	12	0,083		
Total	1925,030	18			
Corrected Total	221,696	17			

Tabel 3.2 Annova Kadar Air

BebanXPenyimpanan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
A2B1	3	4,7333			a
A1B1	3	4,8333			a
A1B3	3		11,9667		b
A2B3	3		12,0333	12,0333	bc
A1B2	3		12,2333	12,2333	bc
A2B2	3			12,5667	c
Sig.		0,679	0,303	0,052	

c.4 Daya Serap Air

Tabel 4.1 Daya Serap Air

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2381,023 ^a	5	476,205	3,570	0,033
Intercept	904198,694	1	904198,694	6778,383	0,000
Beban	16,627	1	16,627	0,125	0,730
Penyimpanan	2269,381	2	1134,691	8,506	0,005
Beban * Penyimpanan	95,014	2	47,507	0,356	0,708
Error	1600,733	12	133,394		
Total	908180,450	18			
Corrected Total	3981,756	17			

Tabel 4.2 Annova Daya Serap Air

BebanXPenyimpanan	N	Subset for alpha = 0.05		Notasi
		1	2	
A2B2	3	208,0000		a
A1B2	3	210,5667		a
A1B3	3	224,6667	224,6667	ab
A2B3	3	228,6667	228,6667	ab
A2B1	3		232,8333	b
A1B1	3		240,0333	b
Sig.		0,064	0,156	

c.5 Modulus Elastisitas

Tabel 5.1 Modulus Elastisitas

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	954427530,549 ^a	5	190885506,110	25,767	0,000
Intercept	11236372129,587	1	11236372129,587	1516,741	0,000
Beban	77891,414	1	77891,414	0,1011	0,920
Penyimpanan	942062399,196	2	471031199,598	63,582	0,000
Beban * Penyimpanan	12287239,939	2	6143619,970	0,829	0,460
Error	88898777,833	12	7408231,486		
Total	12279698437,969	18			
Corrected Total	1043326308,382	17			

Tabel 5.2 Annova Modulus Elastisitas

BebanXPenyimpanan	N	Subset for alpha = 0.05		Notasi
		1	2	
A2B1	3	17508,3733		a
A1B1	3	18855,1733		a
A2B2	3	21420,4067		a
A1B2	3	22117,0067		a
A1B3	3		33785,0333	b
A2B3	3		36223,1267	b
Sig.		0,078	0,294	

c.6 Modulus Patah

Tabel 6.1 Modulus Patah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1957044,554 ^a	5	391408,911	13,612	0,000
Intercept	25335548,273	1	25335548,273	881,112	0,000
Beban	2132,263	1	2132,263	0,074	0,790
Penyimpanan	1903468,924	2	951734,462	33,099	0,000
Beban * Penyimpanan	51443,368	2	25721,684	0,895	0,434
Error	345048,590	12	28754,049		
Total	27637641,416	18			
Corrected Total	2302093,144	17			

Tabel 6.2 Annova Modulus Patah

BebanXPenyimpanan	N	Subset for alpha = 0.05		Notasi
		1	2	
A2B1	3	824,4900		a
A1B1	3	971,4267		a
A2B2	3	1004,0833		a
A1B2	3	1036,7333		a
A1B3	3		1583,6733	b
A2B3	3		1697,9567	b
Sig.		0,180	0,425	

Lampiran d. Dokumentasi Penelitian**d.1 Pembuatan larutan NaOH 10%**

Penimbangan NaOH teknis



Penuangan aquades kedalam NaOH



Pengadukan hingga NaOH larut



Pendinginan larutan NaOH 10%

d.2 Pembuatan papan partikel

Penimbangan Batang Tembakau



Pencampuran batang tembakau dengan NaOH 10%



Pemasakan batang tembakau 60 menit dengan suhu 100°C



Penyaringan batang tembakau yang sudah dimasak



Pencucian batang tembakau



Penambahan lem pada batang tembakau



Pencampuran hingga kalis



Penuangan adonan kedalam cetakan



Perataan adonan pada cetakan



Pengepresan selama 60 menit



Pengeringan papan partikel



Pemotongan papan partikel untuk pengujian

d.3 Pembuatan lem



Penimbangan tapioka



Penuangan air kedalam tapioka



Pemasakan lem



Lem yang sudah matang

d.4 Pengukuran dan pegujian papan partikel



Pengukuran panjang dan lebar papan



Pengukuran tebal



Penimbangan papan partikel



Pengukuran penyimpangan siku



Pengujian kadar air



Pengujian daya serap air



Pengujian MOE dan MOR



Papan partikel