

**PENGARUH KOMPOSISI CAMPURAN STYROFOAM
DANSERBUK KULIT BUAH KAKAO TERHADAP
KARAKTERISTIK PAPAN PARTIKEL**

SKRIPSI

ENDANG SAGITA RITONGA

0705162011



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

**PENGARUH KOMPOSISI CAMPURAN STYROFOAM
DAN SERBUK KULIT BUAH KAKAO TERHADAP
KARAKTERISTIK PAPAN PARTIKEL**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si.)

ENDANG SAGITA RITONGA

0705162011



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Endang Sagita Ritonga
Nomor Induk Mahasiswa	: 0705162011
Program Studi	: Fisika
Judul	: Pengaruh Komposisi Campuran Styrofoam dan Serbuk Kulit Buah Kakao Terhadap Karakteristik Papan Partikel

dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 24 Maret 2021
10 Syakban 1442 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,



Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 19811106 2005011003

Pembimbing Skripsi II,



Ety Jumiati, S.Pd., M.Si.
NIB. 1100000072

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Endang Sagita Ritonga
NIM : 0705162011
Judul : Pengaruh Komposisi Campuran Styrofoam dan Serbuk Kulit Buah Kakao Terhadap Karakteristik Papan Partikel

menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 24 Maret 2021



Endang Sagita Ritonga
NIM. 0705162011



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERISUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: B.132/ST/ST.V.2/PP.01.1/07/2021

Judul : Pengaruh Komposisi Campuran Styrofoam dan Serbuk Kulit Buah Kakao Terhadap Karakteristik Papan Partikel
Nama : Endang Sagita Ritonga
Nomor Induk Mahasiswa : 0705162011
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Rabu / 31 Maret 2021
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd.
NIP. 197503242007101001

Dewan Penguji,

Penguji I,

Nazaruddin Nasution, M.Pd.
NIP.1100000070

Penguji II,

Mulkan Iskandar Nasution, M.Si.
NIB. 1100000120

Penguji III,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 198111062005011003

Penguji IV,

Ety Jumiaty, S.Pd., M.Si.
NIB. 1100000072

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,



Dr. Mhd. Syahnan, M.A.
NIP. 196609051991031002

PENGARUH KOMPOSISI CAMPURAN STYROFOAM DAN SERBUK KULIT BUAH KAKAO TERHADAP KARAKTERISTIK PAPAN PARTIKEL

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian yang bertujuan: (i) untuk mengetahui apakah papan partikel dapat dihasilkan dengan memanfaatkan bahan styrofoam, dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi, (ii) untuk mengetahui komposisi campuran styrofoam dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi terhadap karakteristik papan partikel, (iii) untuk mengetahui komposisi campuran styrofoam, serbuk kulit buah kakao, dan perekat resin epoksi dengan karakteristik yang optimum. Variasi persentase campuran styrofoam, serbuk kulit buah kakao, dengan perekat resin epoksi adalah sampel A (1:69:30), sampel B (2:68:30), sampel C (3:67:30), dan sampel D (4:66:30). Pencampuran bahan secara homogen menggunakan alat hot press dengan waktu pengeringan selama 14 hari. Hasil analisis mikrostruktur permukaan papan partikel yang terbaik pada sampel B karena komposisi bahan dengan perekat terdistribusi secara optimal sehingga sangat sedikit rongga. Sampel yang paling optimum yaitu sampel B dengan nilai kerapatan sebesar $0,80 \text{ g/cm}^3$, nilai kadar air sebesar 7,74%, nilai pengembangan tebal sebesar 9,32, nilai MOR sebesar $83,166 \text{ kgf/cm}^2$, dan nilai MOE sebesar $6.087,528 \text{ kgf/cm}^2$.

Kata-Kata kunci: papan partikel, resin epoksi, styrofoam, dan serbuk kulit buah kakao

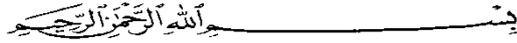
EFFECT OF STYROFOAM MIXTURE COMPOSITION AND COCOA FRUIT POWDER ON CHARACTERISTICS OF PARTICLE BOARD

ABSTRACT

Research has been carried out with the aims: (i) to determine whether particle board can be produced by using styrofoam and cocoa pod peel powder with an epoxy resin adhesive, (ii) to determine the composition of a mixture of styrofoam and cocoa pod peel powder with an epoxy resin adhesive against characteristics of particleboard, (iii) to determine the composition of a mixture of styrofoam, cocoa pod peel powder, and epoxy resin adhesive with optimum characteristics. The percentage variations of the mixture of styrofoam, cocoa pod peel powder, with epoxy resin adhesive were sample A (1:69:30), sample B (2:68:30), sample C (3:67:30), and sample D (4:66:30). Mixing the ingredients homogeneously using a hot press with a drying time of 14 days. The results of the analysis of the microstructure of the particleboard surface were the best in sample B because the composition of the material with adhesive was optimally distributed so that there were very few voids. The most optimum sample is sample B with a density value of 0,80 g/cm³, a moisture content value of 7,74%, a thickness expansion value of 9,32, an MOR value of 83,166 kgf/cm², and an MOE value of 6.087,528 kgf/cm².

Keywords: particle board, epoxy resin, styrofoam, and fruit peel powder cocoa.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT berkat Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Komposisi Campuran Styrofoam dan Sebuk Kulit Buah Kakao Terhadap Karakteristik Papan Partikel”.

Penyelesaian Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Syahrin Harahap, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Dr. Mhd. Syahnan, M.A., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
4. Miftahul Husnah, S.Pd., M.Si. Selaku Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
5. Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si. dan Ety Jumiati, S.Pd., M.Si selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan arahan dengan penuh kesabaran serta meluangkan waktu memberikan masukan, saran, ide, dan motivasi selama proses penyelesaian skripsi.
6. Masthura, S.Si, M.Si. selaku dosen penasehat akademik dan segenap dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan yang telah memberikan ilmu.
7. Bapak Tuani Ritonga dan Ibu Lelyani selaku orang tua saya, abang saya Siaga Putra Ritonga, Saipul Abidin Azhar Ritonga, kakak saya Ega Fitriyani Ritonga, adik saya Jurdil Aidil Ritonga, seluruh keluarga, teman (Ufik Eliati Tumanggor, Nurhayati, Ninda, Sri Mariani, dan Four Nae) serta teman-teman

seperjuangan Fisika angkatan 2016, terima kasih untuk selalu memberikan motivasi dan doa untuk penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, penulis hanya dapat berdoa semoga skripsi yang disusun penulis dengan tulus dan ikhlas serta jauh dari kesempurnaan ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan. Kritik dan saran yang sifatnya membangun terhadap penelitian ini sangat penulis harapkan sehingga penelitian selanjutnya akan lebih sempurna.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 24 Maret 2021

Penulis,



Endang Sagita Ritonga

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Styrofoam	5
2.2 Kulit Kakao.....	6
2.3 Papan Partikel	8
2.3.1 Fungsi Papan Partikel	9
2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Mutu Papan Partikel.....	9
2.3.3 Hubungan dengan Al-Qur'an	10
2.4 Resin Epoksi	11
2.5 Sifat Fisis dari Papan Partikel.....	13
2.6 Sifat Mekanis dari Papan Partikel	14
2.7 SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>).....	15
2.8 Penelitian yang Relevan	16
2.9 Hipotesis Penelitian.....	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.2.1 Alat Penelitian	18
3.2.2 Bahan Penelitian	20
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.3.1 Tahap Pembuatan butiran halus Styrofoam.....	21
3.3.2 Tahap Pembuatan Serbuk Kulit Buah Kakao	22
3.3.3 Tahap Pembuatan dan Pengujian Papan Partikel	23
3.4 Prosedur Penelitian.....	24
3.4.1 Pembuatan Sebuk Styrofoam.....	24
3.4.2 Pembuatan Serbuk Kulit Buah Kakao	24
3.4.3 Pembuatan Papan Partikel	24
3.5 Tahap-Tahap Karakterisasi.....	25
3.5.1 Pengujian Kerapatan.....	25
3.5.2 Pengujian Kadar Air	25
3.5.3 Pengujian Pengembangan Tebal.....	25
3.5.4 Pengujian MOR	26
3.5.5 Pengujian MOE	27
3.5.6 Pengujian SEM	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Karakteristik Sifat Fisis	28
4.1.1 Kerapatan.....	28
4.1.2 Kadar Air (KA).....	29
4.1.3 Pengembangan Tebal.....	31
4.2 Hasil Karakteristik Sifat Mekanis	33
4.2.1 <i>Modulus Of Rupture</i> (MOR).....	33
4.2.2 <i>Modulus Of Elasticity</i> (MOE).....	34
4.3. Analisis Morfologi SEM	36
4.4 Pembahasan Penelitian	38

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan 41

5.2. Saran 42

DAFTAR PUSTAKA 43

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Komposisi Kimia Kulit Kakao.....	7
2.2	Standar Mutu Sifat Fisis dan Mekanis	9
4.1	Hasil Pengukuran Kerapatan Papan Partikel.....	28
4.2	Hasil Pengukuran Kadar Air Papan Partikel.....	30
4.3	Hasil Pengukuran Pengembangan Tebal Papan Partikel	31
4.4	Hasil Pengukuran MOR Papan Partikel.....	33
4.5	Hasil Pengukuran MOE Papan Partikel	35
4.6	Hasil Pengukuran Diameter Papan Partikel	38
4.7	Hasil Pengukuran Sifat Fisis dan Mekanis.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Styrofoam.....	5
2.2	Tanaman Kakao.....	6
2.3	Papan Partikel.....	8
2.4	Resin Epoksi.....	12
3.1	Diagram Alir pembuatan butiran halus Styrofoam	21
3.2	Diagram Alir pembuatan Serbuk Kulit Buah Kakao	22
3.3	Diagram Alir pembuatan dan Pengujian Papan Partikel...	23
3.4	Pengujian MOR dan MOE	26
4.1	Grafik Nilai Kerapatan Sampel Papan Partikel.....	29
4.2	Grafik Nilai Kadar Air Sampel Papan Partikel	30
4.3	Grafik Nilai Pengembangan Tebal Sampel.....	32
4.4	Grafik Nilai MOR Sampel Papan Partikel	34
4.5	Grafik Nilai MOE Sampel Papan Partikel	36
4.6	Gambar Foto SEM Sampel Papan Partkel	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1	Gambar Alat
2	Gambar Bahan
3	Gambar Sampel Uji Papan Partikel
4	Data Perhitungan Sampel Uji Papan Partikel
5	Hasil Foto SEM Papan Partikel
6	Surat Penelitian
7	Standar Nasional Indonesia 03-2015-2006 Papan Partikel

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Keperluan papan di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Sementara kayu yang tersedia di hutan semakin sedikit, namun permintaan kayu semakin meningkat. Hal tersebut berdampak buruk pada lingkungan karena dapat menyebabkan bencana, sehingga dicarilah solusi alternatif yang memanfaatkan hasil perkembangan teknologi yang telah ditemukan seperti produk-produk turunan kayu salah satunya papan partikel.

Papan partikel ialah salah satu jenis papan komposit atau panel kayu yang dibuat dari bahan yang mengandung lignoselulosa dan dikombinasikan dengan perekat sintesis serta diberi tekanan panas untuk mengikat antar partikel sehingga menjadi kompak dan kuat. Menurut Wirnu (2019) salah satu alternatif untuk memanfaatkan serpihan kayu, dan limbah-limbah tumbuhan yang berasal dari limbah perkebunan, serta limbah pertanian masyarakat seperti tongkol jagung, tandan kosong kelapa sawit, dan lainnya. Limbah-limbah tersebut yang tidak dimanfaatkan secara ekonomis dan material yang digunakan tidak kalah dengan kualitas kayu yang ada di hutan. Keuntungan dari pembuatan papan partikel dari limbah pertanian yaitu bahan baku yang mudah didapat dan tidak memerlukan modal yang tinggi untuk mendapatkannya serta mengurangi pencemaran lingkungan (Inggrit, 2017).

Kakao adalah salah satu hasil pertanian Indonesia yang cukup potensial dalam menyumbangkan anggaran pendapatan negara. Kakao Indonesia di tingkat dunia menempati posisi ketiga setelah pantai Gading dan Ghana (Wahyu, 2008). Kulit buah kakao merupakan bagian terbanyak dari buah kakao yaitu sebesar 75%. Kulit buah kakao merupakan bagian mesokarp atau bagian dinding buah kakao dengan tekstur yang tebal dan keras.

Namun limbah kulit buah kakao (cokelat) pemanfaatannya masih sangat terbatas, dimana masyarakat hanya menggunakannya sebagai pakan ternak, dan pupuk kompos saja. Jika limbah kulit buah kakao ini tidak ditanggulangi secara serius maka dapat menimbulkan masalah lingkungan seperti bau yang tidak sedap

oleh sebab itu maka dibutuhkan cara untuk menanggulangi. Salah satunya kulit buah kakao mengandung lignoselulosa sama seperti ampas tebu sehingga dapat menjadi bahan papan partikel (Yeni dkk., 2018).

Stryrofoam (*polystyrene*) merupakan bahan material yang memiliki berat jenis yang rendah dan harga yang murah dan sifatnya yang ringan dan tidak mudah bocor. Oleh sebab itu Stryrofoam sering digunakan untuk pembungkus barang elektronik. Karena banyak penggunaan stryrofoam ini dapat menyebabkan masalah lingkungan karena sifat dari stryrofoam yang tidak dapat membusuk dan susah terurai di alam. Untuk mengatasinya maka peneliti membuat papan partikel dari bahan stryrofoam.

Resin yang dipakai dalam penelitian ini adalah jenis resin epoksi. Pengembangan penelitian papan partikel berbahan dasar styrofoam dan serbuk kulit buah kakao (cokelat) merupakan solusi untuk mengatasi kelangkaan dan mahalnnya harga kayu dan untuk menambahkan pemanfaatan dari styrofoam dan serbuk kulit buah kakao (cokelat). Dan peneliti bertujuan untuk membuat papan partikel berbahan dasar styrofoam dan serbuk kulit buah kakao (cokelat) yang beracuan pada SNI 03-2015-2006.

Adapun penelitian sebelumnya, Rahmi Suryani (2019) telah melakukan penelitian tentang pengaruh variasi panjang serat ampas tebu dan serbuk kulit buah kakao terhadap sifat fisis, mekanis, dan konduktivitas termal papan partikel. Hadyan Tamam Ahta Daulay (2014) tentang variasi ukuran partikel dan komposisi perekat phenol formaldehida-styrofoam terhadap kualitas papan partikel dari limbah batang kelapa sawit. Yeni (2018) tentang pengaruh komposisi kulit buah kakao, ampas tebu, dan perekat terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel dari campuran limbah kulit buah kakao dan ampas tebu, dan perekat yang digunakan adalah perekat isosianat. Desi Permata Sari (2020) telah melakukan penelitian tentang pengaruh komposisi tempurung kelapa, ampas tebu, dan perekat resin epoksi terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel.

Berdasarkan hal tersebut, penulis ingin melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran styrofoam dan serbuk kulit buah kakao terhadap karakteristik papan partikel. Adapun parameter yang

diukur ialah meliputi: kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, MOR (*modulus of ruptue*), MOE (*modulus of elasticity*) merujuk dari

SNI 03-2105-2006 dan *scanning electron microscopy* (SEM) pada papan partikel.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah papan partikel dapat dihasilkan dengan memanfaatkan bahan styrofoam dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi?
2. Bagaimana pengaruh komposisi campuran styrofoam dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi terhadap karakteristik papan partikel yang dihasilkan?
3. Bagaimana komposisi pencampuran styrofoam, serbuk kulit buah kakao, dan perekat resin epoksi agar dihasilkan papan partikel dengan karakteristik yang optimum?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bahan styrofoam diperoleh dari limbah masyarakat, kulit buah kakao diperoleh dari perkebunan penduduk, dan perekat resin epoksi diperoleh secara komersial.
2. Variasi komposisi pencampuran styrofoam dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi adalah sebagai berikut:

Kode Sampel	Komposisi Styrofoam (%)	Komposisi Serbuk Kulit Buah Kakao (%)	Komposisi Perekat Resin Epoksi (%)
A	1	69	30
B	2	68	30
C	3	67	30
D	4	66	30

3. Cetakan yang digunakan berukuran 100 mm × 100 mm × 10 mm, 200 mm × 50 mm × 10 mm, dan 50 mm × 50 mm × 10 mm serta dipress menggunakan mesin *hot press* dengan suhu 110°C selama 8 menit.
4. Karakterisasi yang dilakukan meliputi: meliputi: kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, *modulus of rupture* (MOR), *modulus of elasticity* (MOE) merujuk pada SNI 03-2105-2006, dan *scanning electron microscopy* (SEM)

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian papan partikel dengan menggunakan styrofoam, serbuk kulit kakao dengan perekat resin epoksi bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui apakah papan partikel dapat dihasilkan dengan memanfaatkan bahan styrofoam dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi.
2. Untuk mengetahui komposisi campuran styrofoam dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi terhadap karakteristik papan partikel yang dihasilkan.
3. Untuk mengetahui komposisi pencampuran Styrofoam, serbuk kulit buah kakao, dan perekat resin epoksi agar dihasilkan papan partikel dengan karakteristik yang optimum.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memberikan wawasan dan pengetahuan tentang pemanfaatan limbah styrofoam dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi sebagai bahan pembuatan papan partikel.
2. Dapat menjadikan solusi alternatif pada pembuatan papan partikel dan mengurangi limbah styrofoam dan kulit buah kakao.

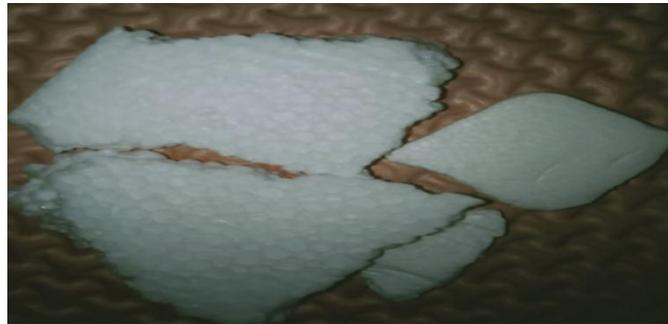
BAB II

TINJAUAN TEORI

2.1 Styrofoam

Penemu styrofoam Eduard Simon pada tahun 1838 kemudian dikembangkan oleh Ray Mc Intire dengan cara mencampurkan stirena dengan isobutylene dengan tekanan tinggi. *Polistirena foam* dikenal luas dengan istilah styrofoam merupakan nama dagang yang telah dipatenkan oleh perusahaan Dow Chemical. Styrofoam dikenal sebagai gabus yang umumnya berwarna putih, serta styrofoam adalah salah satu jenis polimer termoplastik. Styrofoam (polystyrene) dihasilkan dari styrene ($C_6H_5CH=CH_2$) yang memiliki gugus *phenyl* yang tersusun secara tidak teratur sepanjang garis karbon dari molekul (Surya., 2019).

Styrofoam mengandung polistiren > 98% dan 5-10% gas seperti n-butana dan styrofoam sering digunakan sebagai bahan pengemas karena memiliki berat jenis yang rendah namun memiliki sifat yang sulit terdegradasi secara alami dan bersifat agak rapuh (Aprilina dkk., 2019).



Gambar 2.1 Styrofoam

Styrofoam atau gabus sering dipergunakan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari salah satunya digunakan untuk membungkus barang-barang elektronik. Karena kelebihan styrofoam antara lain yaitu, ringan, harganya murah, dan kemampuan menyerap air yang sangat kecil.

Namun penggunaan styrofoam dapat menyebabkan masalah pada lingkungan seperti pencemaran tanah, dan pencemaran air sebab sifat dari styrofoam yang sulit terdegradasi. Untuk mengatasinya maka dilakukanlah cara penanggulangan sampah styrofoam seperti membuat kerajinan tangan, Agustina

(2017) pembuatan batako dengan campuran *fly ash* dan styrofoam, dan Miswar (2018) dengan membuat beton ringan dengan menggunakan limbah styrofoam.

2.2 Kulit Kakao

Tanaman kakao (*Theobroma cacao*) berasal dari hutan-hutan tropis di Amerika Tengah dan bagian utara Amerika Selatan. Suku Maya dan Suku Astek (Aztec) yang pertama kali memanfaatkan tanaman kakao sebagai bahan makanan dan minuman coklat.



Gambar 2.2 Tanaman Kakao

Karena rasanya yang sangat lezat bangsa Spanyol pada tahun 1560 memperkenalkan kakao ke Indonesia, tepatnya di Celebes (sekarang Sulawesi), Minahasa. Dan penanaman kakao di Jawa baru dimulai pada tahun 1880 dan semakin berkembang sehingga Indonesia menempati peringkat ketiga ditingkat dunia sebagai penghasil kakao.

Tanaman kakao yang dibudidayakan di Indonesia terdiri atas kakao mulia dan kakao lindak. Tanaman kakao ini dibudidayakan sebab jenis biji kakao yang diperlukan bagi industri terutama makanan coklat. Sebab makanan coklat salah satu makanan favorit baik dari kalangan anak-anak sampai orang tua.

Di antara 22 jenis marga *Theobroma*, suku Sterculiaceae hanya kakaolah yang diusahakan secara komersial. Adapun klasifikasi tanaman kakao adalah sebagai berikut :

Divisi	: Spermatophyta
Anak divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Anak kelas	: Dialypetalae

Bangsa	: Malvales
Suku	: Sterculiaceae
Marga	: Theobroma
Jenis	: Theobroma cacao L

Ciri-ciri dari daun kakao yaitu setiap lembar daun berbentuk bulat, bentuk ujung dan pengkal daun meruncing. Sedangkan daun dewasa memiliki warna hijau tua dengan ukuran panjang mencapai 30 cm dan lebar 10 cm. Tanaman kakao akan berbunga setelah berumur tiga tahun. Bunga kakao dikelompokkan bunga sempurna karena memiliki benang sari. Buah kakao mempunyai warna yang sangat bervariasi, salah satunya ketika masih muda warna buahnya berwarna hijau dan ketika sudah masak akan berwarna kuning. Sementara itu ada juga buah kakao ketika masih muda berwarna merah dan ketika sudah masak berwarna jingga (wahyudi dkk., 2008).

Bagian terbanyak dari buah kakao adalah kulit buah kakao yaitu sebesar 75%. Kulit buah kakao merupakan bagian mesokarp atau bagian dinding buah kakao yang mempunyai bentuk tebal dan keras. Salah satu limbah padat yang dihasilkan dari perkebunan masyarakat adalah kulit buah kakao. Adapun kandungan kimia yang terdapat didalam kulit buah kakao seperti tabel 2.1.

Tabel 2.1 kandungan kimia kulit buah kakao (%)

Komposisi	Kandungan (%)
Hemiselulosa	37%
Lignin	14,7%
Selulosa	35,4%
Protein	7-10%

(Sumber: Gusti dkk., 2018)

Suryani (2019) telah menambah nilai memanfaatkan limbah kulit buah kakao untuk pembuatan papan partikel. Karena kulit buah kakao mengandung unsur lignedulosa sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan papan partikel atau papan komposit.

2.3 Papan Partikel (*Partikel Board*)

Papan partikel ialah salah satu jenis komposit atau panel kayu yang dibuat dari bahan yang mengandung lignoselulosa serta mengikatnya dengan suatu perekat sintesis dan diberi tekanan panas untuk mengikat antar partikel sehingga menjadi kompak dan kuat. Papan partikel non kayu yang bahan bakunya bukan dari serpihan kayu tetapi yang diperoleh dari limbah pertanian masyarakat dan perkebunan seperti tongkol jagung, tandan kosong kelapa sawit, dan lainnya (Ruth., 2020).



Gambar 2.3 Papan Partikel

Ada beberapa kelebihan papan partikel dibanding kayu asalnya yaitu papan partikel bebas dari pecah dan retak, mata kayu, ukuran, kerapatan papan partikel dapat disesuaikan dengan keinginan, serta tebal dan kerapatannya seragam dan mudah dikerjakan (Inggit., 2017). Selain itu harganya relatif murah, cukup tebal, kekuatan yang memadai serta memiliki sifat akustik yang baik, dan dapat mengurangi limbah serbuk kayu atau limbah yang tidak bermanfaat lainnya (Ayu., 2016).

Pada penelitian Ruth (2020) kelemahan dari produk papan partikel ini salah satunya memiliki stabilitas dimensinya yang rendah. Tidak tahan terhadap berat dan mudah rapuh sebab papan partikel merupakan papan yang terbuat dari hasil pressan dan terbuat dari serbuk kayu yang dihaluskan, sehingga papan tersebut jika terkena air akan mudah rapuh atau lapuk. Standar mutu papan partikel meliputi sifat fisis dan sifat mekanis. Adapun Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2105-2006) menetapkan syarat mutu papan partikel terdapat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standar Mutu Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel

No	Sifat Fisis dan Mekanis	Standar Mutu SNI 03-2015-2006
1	Kerapatan (g/cm^3)	0,4-0,9
2	Kadar Air (%)	≤ 14
3	Pengembangan Tebal (%)	≤ 12
4	MOR (kgf/cm^2)	≥ 82
5	MOE (kgf/cm^2)	≥ 20.400

(Sumber: SNI 03-2105-2006)

2.3.1 Fungsi Papan Partikel

Klasifikasi fungsi dari papan partikel ada dua yaitu:

1. *Structural Composite*

Structural composite diaplikasikan untuk atap, dinding, bagian lantai, tangga, komponen kerangka, mebel, dan sebagainya. Bahan yang diaplikasikan untuk memikul beban didalam penggunaannya, dan perekat eksterior akan menghasilkan papan partikel eksterior. Sedangkan penggunaan perekat interior akan menghasilkan papan partikel interior.

2. *Non Structural Composite*

Non structural composite tidak dimanfaatkan untuk memikul beban, dan penggunaan akhir dari produk tersebut sebagai bahan pengemas, jendela, mebel, pintu, pembatas ubin, bagian interior mobil, dan lainnya.

2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Mutu Papan Partikel

faktor yang dapat mempengaruhi mutu dari papan partikel ada empat yaitu:

1. Campuran Jenis Kayu

Keteguhan lentur papan partikel dilihat dari campuran jenis kayu ada di antara keteguhan lentur papan partikel jenis tunggalnya. Sebab papan partikel struktural lebih baik dibuat dari satu jenis kayu saja.

2. Berat Jenis Partikel

Perbandingan antara kerapatan atau berat jenis papan partikel dengan berat jenis kayu harus lebih dari satu, sekitar 1,2 supaya mutu papan partikelnya baik.

3. Jenis Kayu

Jenis kayu (seperti miranti kuning) jika dibuat papan partikel emisi formaldehidanya lebih tinggi dari jenis lainnya (misalnya miranti merah). Masih diperdebatkan apakah karena pengaruh warna atau zat ekstraktif atau pengaruh keduanya.

4. Kulit Kayu

Semakin banyak kulit kayu dalam partikel kayu dapat mempengaruhi sifat papan partikelnya makin kurang baik. Sebab kulit kayu akan mempengaruhi proses perekatan antar partikel dan banyak kulit kayu maksimal 10%.

2.3.3 Hubungan dengan Al-Qur'an

Adapun ayat yang menjelaskan tentang tanaman terdapat pada Al-Qur'an An-Nahl/16:11

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ النَّمْرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ۝ ۱۱

Artinya:”Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman, zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan”.

Ayat di atas menjelaskan bahwa sesungguhnya Allah maha kuasa menciptakan bumi dengan segala isinya seperti menumbuhkan kurma, anggur, dan segala macam buah-buahan seperti buah kakao dengan khasiat dan manfaat yang beragam pula bagi kehidupan manusia. Maka dari itu kita sebagai hamba sebaiknya selalu bersyukur atas nikmat yang diberikan Allah SWT.

Di dalam ayat Al-Qur'an An-Nahl/16:80

وَاللَّهُ جَعَلَ لَكُمْ مِنْ بُيُوتِكُمْ سَكَنًا وَجَعَلَ لَكُمْ مِنْ جُلُودِ الْأَنْعَامِ بُيُوتًا تَسْتَخِفُّونَهَا يَوْمَ ظَعْنِكُمْ وَيَوْمَ إِقَامَتِكُمْ وَمِنْ أَصْوَابِهَا وَأَوْبَارِهَا وَأَشْعَارِهَا أَتْنَا وَمَنْعًا إِلَىٰ حِينٍ ۝ ۸۰

Artinya:”Dan Allah menjadikan bagimu rumah-rumahmu sebagai tempat tinggal dan Dia menjadikan bagi kamu rumah-rumah (kemah-kemah) dari kulit binatang ternak yang kamu merasa ringan (membawa)nya di waktu kamu berjalan dan waktu kamu bermukim dan (dijadikan-Nya pula) dari bulu domba, bulu onta dan bulu kambing, alat-alat rumah tangga dan perhiasan (yang kamu pakai) sampai waktu (tertentu)”.

Jika merujuk dari ayat diatas “Dan Allah menjadikan bagimu rumah-rumahmu sebagai tempat tinggal” jadi dalam ayat tersebut terbentuknya rumah tempat tinggal karena adanya struktur konstruksi yang mendukung seperti dinding. Jadi papan partikel bisa digunakan untuk dinding.

Dan pembuatan papan partikel dari styrofoam dan serbuk kulit buah kakao diharapkan terjadi peningkatan nilai tambah dari limbah tersebut. Sehingga limbah styrofoam tersebut tidak terbuang sia-sia. Sebagaimana firman Allah swt yang terdapat didalam Al-quran surat Ali-Imran ayat 191

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمٰوٰتِ
وَالْاَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هٰذَا بَطِيْلًا سُبْحٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۙ ۱۹۱

Artinya:”(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka”.

Jika merujuk pada surah Ali-Imran ayat 191 di atas jelaslah bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah swt di alam semesta ini tidak ada yang sia-sia, maka sampah dan limbah memiliki manfaat yang sangat besar bagi kehidupan manusia, seperti kulit buah kakao dan styrofoam memiliki kesesuaian untuk dijadikan bahan pembuatan papan partikel.

2.4 Resin Epoksi

Perekat adalah sebagai suatu keadaan atau kondisi ikatan dimana dua permukaan menjadi satu sebab gaya-gaya pengikat antar permukaan. Gaya ikatan tersebut dikenal dalam teori molekul, berupa gaya valensi atau gaya ikatan ion dan gaya saling mencengkram antara perekat dengan bahan (Ayu lestari., 2016).



Gambar 2.4 Resin Epoksi

Secara umum perekat dikelompokkan menjadi 2 yaitu:

1. Perekat *Thermoplastic*

Perekat *thermosplastic* merupakan perekat yang bisa melunak jika dipanaskan dan mengeras kembali jika suhunya rendah. Apabila dipanaskan akan menjadi lunak dan dapat kembali ke bentuk semula sebab molekul-molekulnya tidak mengalami *cross linking* (ikatan silang). Beberapa contoh Perekat *thermosplastic* yaitu, *polyvinyl adhesive*, *acrylic resin adhesive*, dan *cellulose adhesive*.

2. Perekat *Thermosetting*

Perekat *thermosetting* merupakan perekat yang bisa mengeras jika terkena panas atau reaksi kimia dengan sebuah katalisator disebut *hardener* dan bersifat *irreversible*. Jenis perekat ini jika sudah mengeras tidak dapat menjadi lunak. Contoh perekat *thermosetting* adalah urea formaldehida (UF), melamin formaldehida (MF), phenol formaldehid (PF), dan isosianat (Dewi., 2018).

Resin epoksi adalah salah satu jenis polimer yang berasal dari kelompok thermoset. Katalis atau pengeras (*hardener*) merupakan zat tambah bagi sistem perekat dan *hardener* dapat meningkatkan nilai MOR dan MOE. Dan kekurangan dari resin epoksi yaitu bentuk resin epoksi sebelum mengerasan berupa cairan akan berbentuk padatan yang sangat getas dan harga yang cukup mahal dari perekat yang lain. Dan resin epoksi memiliki berbagai keunggulan sebagai zat perekat disbanding polimer-polimer lain. Seperti, keaktifan permukaan tinggi, daya pembasahan yang baik, kekuatan kohesi tinggi, tanpa raksi atsir (tidak mengkerut), peningkatan kekuatan mekanik, ketahanan kelembaban yang sangat baik. Resin epoksi sering dipergunakan sebagai bahan komposit diberbagai bagian struktural, resin ini juga dimanfaatkan sebagai bahan campuran kemasan, bahan cetakan dan perekat (Laili., 2017).

2.5 Sifat Fisis dari Papan Partikel

Pengujian sifat fisis pada papan partikel yaitu kerapian, kadar air, dan pengempaan tebal papan partikel. Dan pengujian dilakukan sesuai dengan SNI 03-2015-2006.

a. Kerapatan Papan Partikel

Kerapatan (Density) papan partikel merupakan hasil dari rasio massa dengan volume papan. Dengan diketahuinya kerapatan maka akan diketahui kekuatan papan tersebut yang diisyaratkan berdasarkan SNI 03-2015-2006. Dimana semakin rendah kerapatannya maka kekuatan akan semakin rendah dan semakin tinggi kerapatannya maka kekuatan akan semakin tinggi (Inggit., 2017).

Adapun klasifikasi jenis papan partikel berdasarkan kerapatannya ada tiga tipe yaitu:

1. Papan partikel berkerapatan rendah (*Low density partikel board*) adalah papan yang memiliki kerapatan kurang dari $0,4 \text{ g/cm}^3$
2. Papan partikel berkerapatan sedang (*medium density partikel board*) adalah papan partikel yang memiliki kerapatan antara $0,4-0,8 \text{ g/cm}^3$
3. Papan partikel berkerapatan tinggi (*hight density partikel boar*) adalah papan partikel yang memiliki kerapatan lebih dari $0,8 \text{ g/cm}^3$.

Pengujian kerapatan dihitung berdasarkan berat dan volume kering sampel. Sampel berukuran sesuai SNI 03-2105-2006 ditimbang beratnya, diukur rata-rata panjang, lebar, dan tebalnya untuk menentukan volume sampel.

Nilai kerapatan dihitung dengan persamaan 2.1 sebagai berikut (Arnis, 2016):

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (2.1)$$

Dimana:

ρ = kerapatan (g/cm^3)

M = massa contoh uji kering udara (g)

V = volume contoh uji kering udara (cm^3)

b. Kadar Air

Kadar air dihitung berdasarkan massa awal dan massa akhir sampel. Adapun rumus kadar air papan partikel dihitung dengan persamaan 2.2 (SNI 03-2105-2006):

$$kadar\ air\ (\%) = \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100 \quad (2.2)$$

Dimana:

KA = kadar air (%)

BK = massa kering (gram)

BA = masaa awal (gram)

c. Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal papan partikel dipengaruhi oleh banyaknya sampel dalam menyerap air, jika semakin banyak air yang diserap maka pengembangan tebalnya juga semakin tinggi dan sebaliknya. Pengembangan tebal dapat dihitung dengan persamaan 2.3 (SNI 03-2105-2006):

$$\text{Pengembangan tebal (\%)} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \quad (2.3)$$

Di mana:

T_1 = tebal sampel sebelum perendaman (mm)

T_2 = tebal sampel setelah perendaman (mm)

2.6 Sifat Mekanis dari Papan Partikel

Sifat mekanis papan pertikel yaitu MOR (*Modulus of Rupture*) dan *modulus of elasticity* (MOE). *Modulus of Rupture* (MOR) atau kuat patah papan partikel merupakan sifat mekanis yang menunjukkan kekuatan sampel dalam menahan beban yang bekerja sampai patah dan mengacu pada standar SNI 03-2105-2006. Nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dihitung menggunakan persamaan 2.4 sesuai dengan (SNI 03-2105-2006):

$$MOR = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (2.4)$$

Di mana:

MOR = *Modulus of rupture* (kgf/cm²)

h = Tebal sampel uji (cm)

L = Jarak sangga (cm)

b = Lebar contoh uji (cm)

P = Massa beban maksimum (kgf)

Sedang *modulus of elasticity* (MOE) atau kuat lentur papan partikel yaitu nilai yang menunjukkan sifat kekakuan yang mana merupakan ukuran dari kemampuan balok maupun tiang dalam menahan perubahan bentuk atau lenturnya yang diakibatkan adanya pembebasan pada batas proporsionalitas (Handayani, 2016). Sedang nilai modulus elastis (MOE) dapat dihitung dengan persamaan 2.5 sesuai dengan (SNI 03-2105-2006):

$$MOE = \frac{S^3}{4LT^3} \times \frac{\Delta B}{\Delta D} \quad (2.5)$$

Di mana:

MOE = *modulus of elasticity* (kgf/cm²)

S = jarak sangga (cm)

L = lebar (cm)

T = tebal (cm)

ΔB = selisih beban yang digunakan (kgf)

ΔD = perubahan defleksi setiap perubahan beban (cm)

2.7 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Salah satu alat yang sangat penting digunakan dalam penelitian adalah SEM. SEM merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengamati serat di dalam matriks bersama dengan beberapa sifat ikatan antara matriks dengan serat penguatnya. Untuk mendapatkan struktur mikro dengan membaca bekas elektron. Bekas elektron berupa noda kecil yang umumnya berukuran 1 μm pada permukaan spesimen yang diteliti berulang kali. Pada permukaan spesimen diambil gambarnya dan dari gambar itu dianalisis keadaan atau kerusakan spesimen.

Adapun prinsip kerja *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yaitu sebuah piston elektron menghasilkan sinar elektron dan dipercepat dengan anoda. Kemudian lensa magnetik memfokuskan elektron menuju ke sampel, setelah itu sinar elektron yang terfokus memindai keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai. Ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor (CRT) (Sanjaya dkk., 2013).

Keuntungan dari alat tersebut lebih banyak jika dibandingkan dengan menggunakan mikroskop cahaya, SEM dapat menghasilkan bayangan dengan resolusi yang tinggi, maksudnya pada jarak yang sangat dekat tetap dapat menghasilkan pembesaran yang maksimal tanpa memecahkan gambar, persiapan sampel relatif mudah, kombinasi dari pembesaran kedalam jarak fokus, resolusi yang bagus, dan persiapan yang mudah. Dan SEM tidak memerlukan persiapan sampel secara khusus, tebal sampel tidak mempengaruhi bagi SEM karena masih dapat dianalisa seperti halnya pada *Transmission Electron Microscopy* (TEM). Dan kelemahan dari teknik SEM yaitu memerlukan kondisi vakum, hanya menganalisa permukaan, resolusi lebih rendah dari TEM (Saputra., 2016).

2.8 Penelitian yang Relevan

Dalam penelitian yang telah dilakukan Rahmi Suryani (2019) tentang pengaruh variasi panjang serat ampas tebu dan serbuk kulit buah kakao terhadap sifat fisis, mekanis, dan konduktifitas termal papan partikel. Dari hasil penelitian tersebut bahwa panjang serat ampas tebu berpengaruh terhadap nilai fisis, mekanis, dan konduktivitas termal serta papan partikel yang dihasilkan sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Hadyan Tamam Ahta Daulay (2014) tentang variasi ukuran partikel dan komposisi perekat phenol formaldehida-styrofoam terhadap kualitas papan partikel dari limbah batang kelapa sawit. Dalam penelitian tersebut sifat fisis papan partikel pada nilai kerapatan dan kadar air memenuhi standar SNI 03-2015-2006, dan nilai kerapatan yang paling tinggi adalah $0,58 \text{ g/cm}^2$ pada perbandingan perekat PF : Sf = 60 : 40 dengan ukuran partikel 20 mesh. Tetapi tidak semua nilai pengembangan tebal memenuhi standar dan nilai daya serap air tidak disyaratkan. Dan tidak semua nilai IB (internal bond) memenuhi standar SNI 03-2015-2006. Sedangkan semua nilai MOE dan MOR tidak memenuhi standar. Dan komposisi perekat optimal adalah phenol formaldehida : Styrofoam = 90:10, sedangkan ukuran partikel optimal adalah 20 mesh.

Yeni (2018) meneliti tentang pengaruh komposisi kulit buah kakao, ampas tebu, dan perekat terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel dari campuran limbah kulit buah kakao dan ampas tebu, dan perekat yang digunakan adalah perekat isosianat. Hasil dari penelitian tersebut adanya pengaruh variasi komposisi

bahan dan jumlah perekat terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel. Papan partikel yang terbaik dengan komposisi kulit buah kakao: 50:50% dengan kadar perekat 16%. nilai sifat fisis telah memenuhi SNI 03-2105-2006 dan nilai MOR beberapa papan masih belum memenuhi standar.

Desi Permata Sari (2020) telah melakukan penelitian tentang pengaruh komposisi tempurung kelapa, ampas tebu, dan perekat resin epoksi terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel. Variasi perekat resin epoksi yang dipakai 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%. Dan hasil penelitian disimpulkan bahwa nilai kadar air dan daya serap air memenuhi standar, tetapi densitas dan MOR hanya sebagian yang memenuhi standar SNI 03-2105-2006 sedangkan MOE belum memenuhi standar. Papan partikel yang terbaik terdapat pada variasi sampel tempurung kelapa 70%, ampas tebu 0%, resin epoksi 30%.

Perbedaan dari penelitian sebelumnya yaitu penulis menggunakan styrofoam, serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi dalam pembuatan papan partikel. Dan menggunakan pengujian SEM pada sampel papan partikel.

2.9 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah terdapat pengaruh komposisi campuran styrofoam dan serbuk kulit buah kakao terhadap karakteristik papan partikel.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen. Di mana penulis ingin memanfaatkan limbah styrofoam, serbuk kulit buah kakao, dengan perekat resin epoksi untuk pembuatan papan partikel.

3.1 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di beberapa lokasi sebagai berikut:

1. Laboratorium Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan (Jl. IAIN No. 1 Medan)
2. Laboratorium Kimia Polimer FMIPA USU
3. Laboratorium Penelitian Terpadu USU

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil Tahun Akademik 2020/2021.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut:

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Lesung (lumpang)
Berfungsi untuk menghaluskan kulit buah kakao
2. Ayakan 30 mesh
Berfungsi untuk mengayak kulit buah kakao
3. Parutan besi
Berfungsi untuk memarut Styrofoam
4. Neraca Analitik
Berfungsi untuk mengukur massa bahan dan sampel

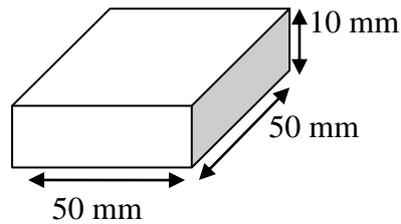
5. Wadah Sampel

Berfungsi untuk mencampurkan bahan Styrofoam, serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi.

6. Cetakan Sampel

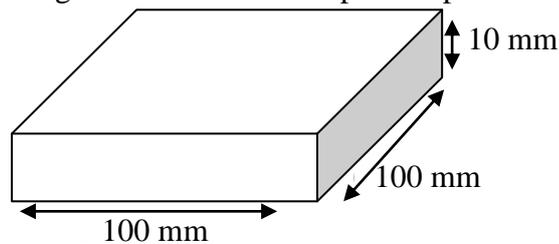
a. Cetakan ukuran 50 mm × 50 mm × 10 mm

Berfungsi untuk cetakan sampel pengembangan tebal



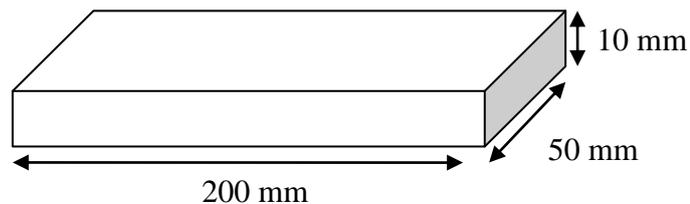
b. Cetakan ukuran 100 mm × 100 mm × 10 mm

Berfungsi untuk cetakan sampel kerapatan dan kadar air



c. Cetakan ukuran 200 mm × 50 mm × 10 mm

Berfungsi sebagai cetak sampel uji patah dan uji lentur



7. Alat *Hot Press* (Kempa Panas)

Berfungsi untuk menekan atau mempress cetakan papan partikel dengan suhu 110°C.

8. Jangka Sorong

Berfungsi untuk mengukur panjang, ketebalan, dan lebar sampel

9. Oven

Berfungsi untuk pengeringan sampel pada pengujian kadar air.

10. UTM (*Universal Testing Machine*)

Berfungsi untuk keteguhan patah (*modulus of rupture/MOR*) dan keteguhan elastisitas (*modulus of elasticity/MOE*).

11. SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Berfungsi untuk mengetahui mikrostruktur permukaan dari sampel tersebut.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

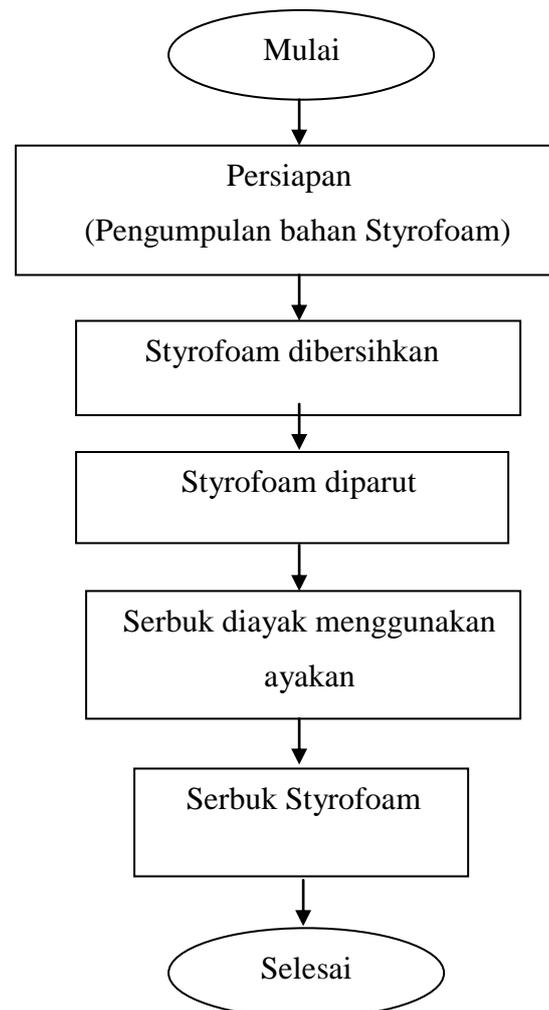
1. Styrofoam
2. Serbuk Kulit Buah Kakao
3. Resin Epoksi

3.3 Diagram Alir Penelitian

Ada empat diagram dalam pembuatan papan partikel yaitu diagram pembuatan serbuk styrofoam, diagram pembuatan serbuk kulit buah kakao, diagram pembuatan papan partikel, dan diagram pengujian papan partikel yang meliputi: sifat fisis (karapatan, kadar air, dan pengembangan tebal), mekanis (MOR dan MEO), dan SEM.

3.3.1 Tahap Pembuatan Butiran Halus Styrofoam

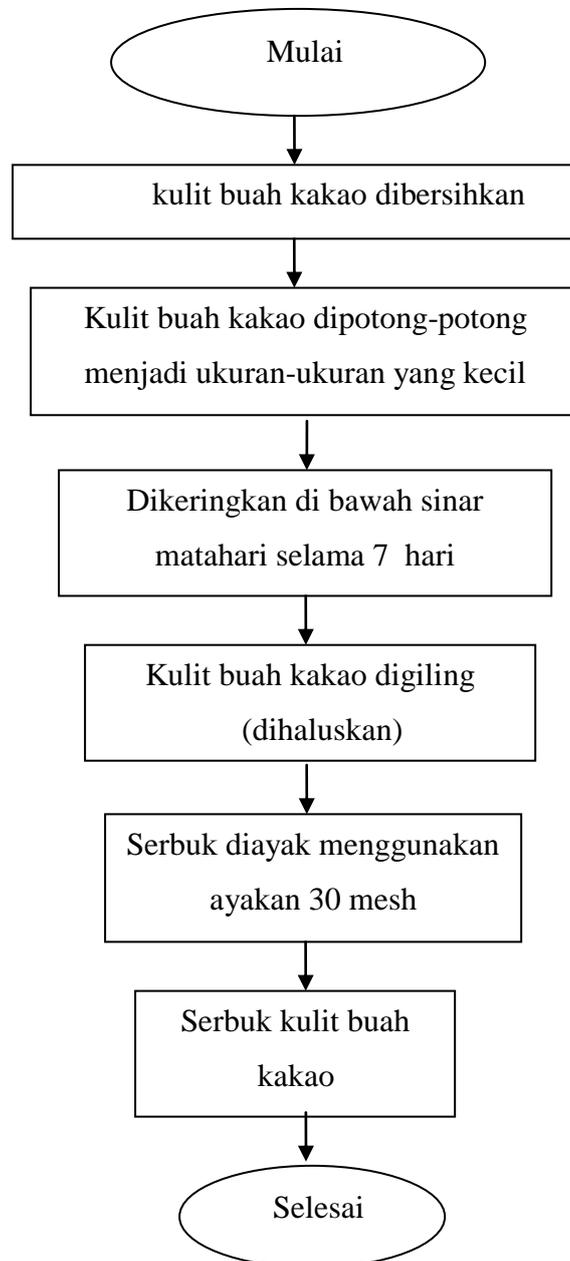
Adapun tahap-tahap pembuatan butiran halus Styrofoam yaitu:



Gambar 3.1 Tahap pembuatan butiran halus styrofoam

3.3.2 Tahap Pembuatan Serbuk Kulit Kakao

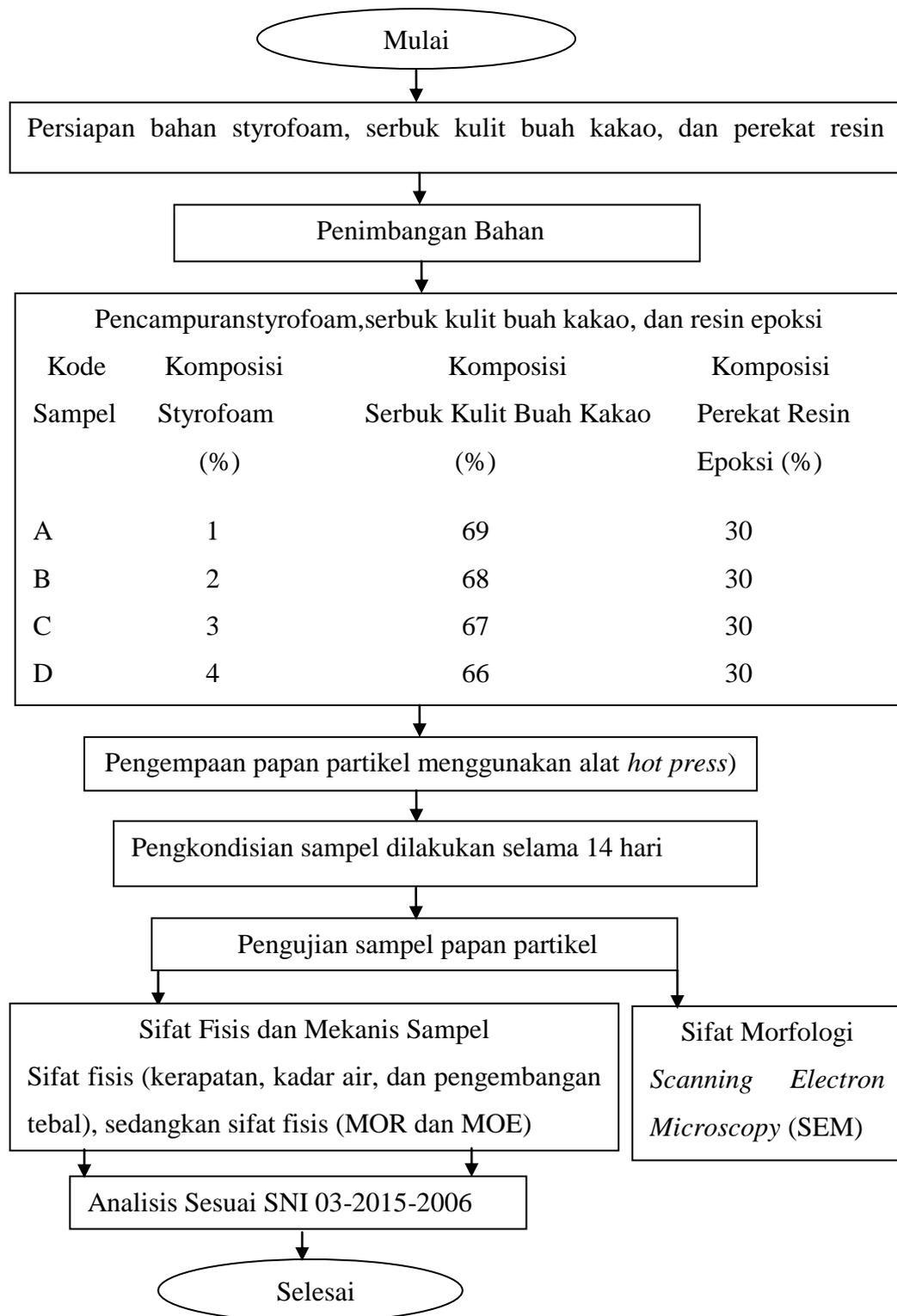
Adapun tahap-tahap pembuatan serbuk kulit kakao yaitu:



Gambar 3.2 Tahap pembuatan serbuk kulit kakao

3.3.3 Tahap Pembuatan dan Pengujian Papan Partikel

Adapun tahap-tahap pembuatan sampel uji sebagai berikut:



Gambar 3.3 Tahap pembuatan dan pengujian papan partikel

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Butiran Halus Styrofoam

Butiran halus styrofoam dibuat dengan prosedur sebagai berikut:

1. Disediakan limbah styrofoam.
2. Dibersihkan Styrofoam.
3. Dilakukan pemarkisan Styrofoam.
4. Dilakukan pengayakan Styrofoam menggunakan ayakan.

3.4.2 Pembuatan Serbuk Kulit Buah Kakao

Serbuk kulit buah kakao dibuat dengan prosedur sebagai berikut:

1. Disediakan limbah kulit buah kakao.
2. Dilakukan pembersihan kulit buah kakao.
3. Dilakukan pemotongan kulit buah kakao.
4. Dilakukan penjemuran kulit buah kakao selama 7 hari.
5. Dilakukan proses penghalusan kulit buah kakao dengan cara ditumbuk hingga menjadi serbuk.
6. Dilakukan pengayakan kulit buah kakao menggunakan ayakan 30 mesh.

3.4.3 Pembuatan Papan Partikel

Adapun langkah-langkah pembuatan papan partikel adalah sebagai berikut:

1. Disediakan bahan campuran papan partikel yaitu: Styrofoam, serbuk kulit buah kakao, dengan perekat resin epoksi.
2. Disediakan peralatan yang akan digunakan lalu dibersihkan.
3. Dilakukan proses penimbangan bahan menggunakan neraca analitik.
4. Langkah selanjutnya yaitu pencampuran styrofoam, serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi sesuai dengan variasi komposisi papan partikel, kemudian diaduk bahan menjadi homogen.
5. Adonan yang sudah tercampur rata dimasukkan ke dalam cetakan dan ditutup kembali dengan plat besi tipis yang telah dilapisi aluminium foil.
6. Selanjutnya adonan dipress menggunakan mesin *hot press* dengan suhu 110°C selama 8 menit.
7. Dilakukan pengondisian papan selama 14 hari.

3.5 Tahap-Tahap Karakterisasi

Setelah dilakukan proses pengkondisian selama 14 hari, tahap selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisis meliputi: kerapatan, pengujian kadar air, dan pengembangan tebal, sifat mekanis meliputi: MOR dan MOE, dan SEM.

3.5.1 Pengujian Kerapatan

Adapun langkah-langkah dalam pengujian kerapatan berdasarkan SNI 03-2105-2006 adalah sebagai berikut:

1. Disediakan sampel berukuran 100 mm × 100 mm × 10 mm.
2. Ditimbang massa sampel kering (g) dan mencatat hasil pengamatan.
3. Melakukan pengukuran dimensi meliputi panjang, lebar, dan tebal untuk mengetahui volume sampel.
4. Setelah memperoleh data-data pengukuran, maka nilai kerapatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1.
5. Dicatat hasil yang telah didapat dan dibandingkan dengan standar SNI 03-2105-2006.

3.5.2 Pengujian Kadar Air

Langkah-langkah dalam pengujian kadar air berdasarkan SNI 03-2105-2006 adalah sebagai berikut:

1. Disediakan sampel berukuran 100 mm × 100 mm × 10 mm.
2. Ditimbang massa sampel sebelum proses pengovenan.
3. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam oven pada suhu 103°C setelah dikeluarkan sampel dari oven, kemudian massa sampel ditimbang kembali.
4. Setelah memperoleh data-data pengukuran, maka nilai kadar air dapat dihitung dengan persamaan 2.2.
5. Dicatat hasil yang telah didapat dan dibandingkan dengan standar SNI 03-2105-2006.

3.5.3 Pengujian Pengembangan Tebal

Langkah-langkah dalam pengujian pengembangan tebal berdasarkan SNI 03-2105-2006 adalah sebagai berikut:

1. Disediakan sampel berukuran 50 mm × 50 mm × 10 mm.
2. Diukur tebal sampel kering.
3. Direndam sampel uji dalam air selama 24 jam

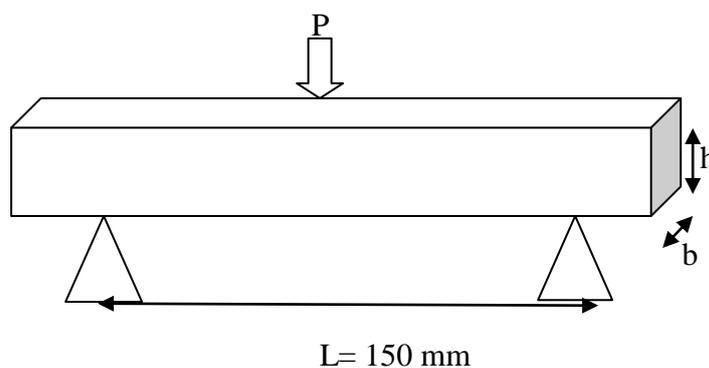
Diukur kembali tebal sampel sesudah perendaman.

5. Setelah diperoleh data-data pengukuran, maka nilai pengembangan tebal dapat dihitung dengan persamaan 2.3.
6. Dicatat hasil yang telah didapat dan dibandingkan dengan standar SNI 03-2105-2006.

3.5.4 Pengujian *Modulus Of Rupture* (MOR)

Pengujian *Modulus Of Rupture* (MOR) dilakukan menggunakan alat UTM (*Ultimate Tensile Machine*) dan tahap pengujiannya sebagai berikut:

1. Disediakan sampel berukuran 200 mm × 50 mm × 10 mm.
2. Mengukur dimensi lebar (b) dan tebal (h) dan gambar 5.4 pengujian pengujian *Modulus Of Rupture* (MOR).
3. Membentangkan sampel pada mesin UTM (*Ultimate Tensile Machine*) Dengan jarak sangga (L) 150 mm.
4. Memberikan beban di tengah-tengah jarak sangga dan pembebanan dilakukan sampai sampel patah.
5. Setelah diperoleh data tersebut, maka nilai *Modulus Of Rupture* (MOR) Dapat dihitung dengan persamaan 2.4.
6. Dicatat hasil yang telah didapat dan dibandingkan dengan standar SNI 03-2105-2006.



Gambar 3.5 Pengujian MOR dan MOE

3.5.5 Pengujian *Modulus of elasticity* (MOE)

Pengujian *Modulus of elasticity* (MOE) dilakukan menggunakan alat UTM (*Ultimate Tensile Machine*) dan tahap pengujiannya sebagai berikut:

1. Disediakan sampel berukuran 200 mm × 50 mm × 10 mm.
2. Mengukur dimensi lebar (b) dan tebal (h) dan gambar 5.4 merupakan Pengujian *Modulus of elasticity* (MOE).
3. Membentangkan sampel pada mesin UTM (*Ultimate Tensile Machine*) dengan jarak sangga (L) 150 mm.
4. Memberikan beban di tengah-tengah jarak sangga dan pembebanan dilakukan sampai batas titik elastis sampel.
5. Setelah diperoleh data tersebut, maka nilai *Modulus of elasticity* (MOE) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.5.
6. Dicatat hasil data yang telah didapat dan dibandingkan dengan standart SNI 03-2105-2006.

3.5.6 Pengujian *Scaning Electron Microscopy* (SEM)

Langkah-langkah dalam pengujian SEM sebagai berikut:

1. Disiapkan sampel dengan ukuran 50 mm × 10 mm × 10 mm.
2. Sampel di letakkan pada *specimen holder* dan diberikan lem konduktif untuk tempat sampel sebelum dilakukan pemotretan pada alat SEM dan sampel dibersihkan dengan *hand blower*.
3. Dilakukan *Coating* dengan memberikan sampel lapisan tipis (*Coating* dengan gold palladium-Pd AU). *Coating* ini dimasukkan agar benda uji untuk pemotretan menjadi penghantar listrik.
4. Dimasukkan sampel pada *specimen Chamber* yang ada pada mesin SEM dan dilakukan pemotretan pada sampel.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Karakteristik Sifat Fisis

Pengujian sampel papan partikel dilakukan sesuai dengan standart SNI 03-2105-2006. Parameter kualitas papan partikel yang diuji adalah kerapatan, kadar air, dan pengembangan tebal.

4.1.1 Kerapatan

Kerapatan (densitas) merupakan salah satu sifat fisis yang menunjukkan perbandingan antara massa benda terhadap volumenya dan dinyatakan dalam satuan persen. Nilai kerapatan papan partikel yang dihasilkan sangat mempengaruhi sifat fisis dan mekanisnya. Hasil pengukuran nilai kerapatan papan partikel disajikan dalam tabel 4.1 berikut ini:

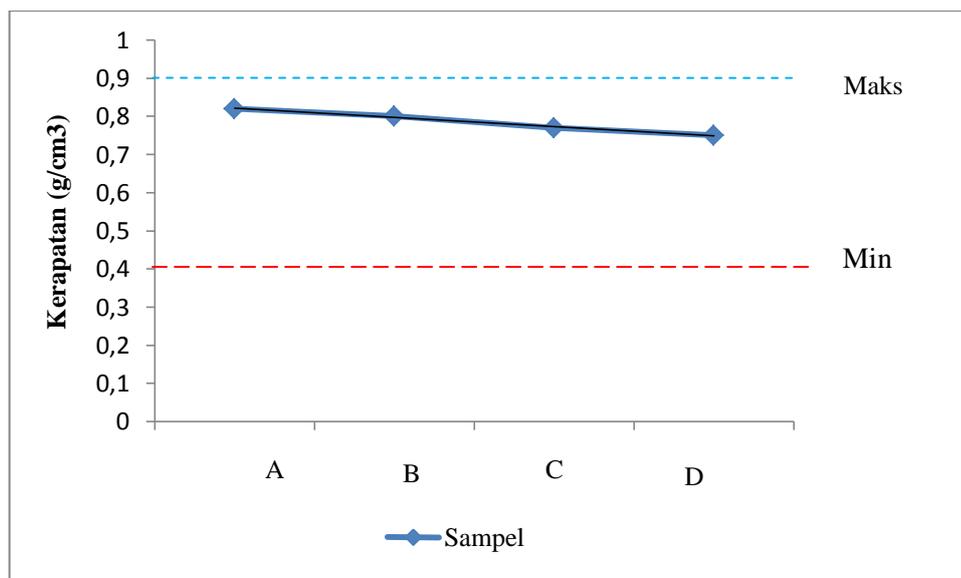
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kerapatan Papan Partikel

Sampel	Kode Sampel	Kerapatan (g/cm ³)	Rata-rata Kerapatan (g/cm ³)	SNI 03-2105-2006 (g/cm ³)
A	A ₁	0,83	0,82	0,4-0,9
	A ₂	0,80		
	A ₃	0,84		
B	B ₁	0,86	0,80	
	B ₂	0,73		
	B ₃	0,81		
C	C ₁	0,78	0,77	
	C ₂	0,76		
	C ₃	0,79		
D	D ₁	0,68	0,75	
	D ₂	0,78		
	D ₃	0,81		

Dari tabel 4.1 di atas dapat dilihat hasil pengukuran nilai kerapatan papan partikel pada sampel A menghasilkan sebesar 0,82 g/cm³, Sampel B menghasilkan sebesar 0,80 g/cm³, sampel C menghasilkan sebesar 0,77 g/cm³, dan sampel D menghasilkan sebesar 0,75 g/cm³. Dari hasil pengukuran semua sampel papan partikel sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Hasil penelitian kerapatan

papan partikel styrofoam dan serbuk kulit buah kakao, dengan perekat resin epoksi berkisar $0,75-0,80 \text{ g/cm}^3$.

Dari tabel 4.1 dapat dibuat gambar grafik hasil pengujian sampel. Hubungan kerapatan dengan komposisi styrofoam, serbuk kulit kakao, dengan perekat resin epoksi disajikan pada gambar grafik 4.1



Gambar 4.1 Grafik Nilai Kerapatan Sampel Papan Partikel

Dari gambar 4.1 dapat di lihat bahwa adanya pengaruh campuran variasi komposisi styrofoam, serbuk kulit buah kakao terhadap nilai kerapatan papan partikel. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kerapatan papan partikel antara lain: tekanan kempa, jumlah partikel, dan jumlah perekat (Purwanto, 2016). Dari gambar 4.1 dapat dilihat dengan bertambahnya persentase styrofoam nilai kerapatan papan partikel menurun.

4.1.2 Kadar Air (KA)

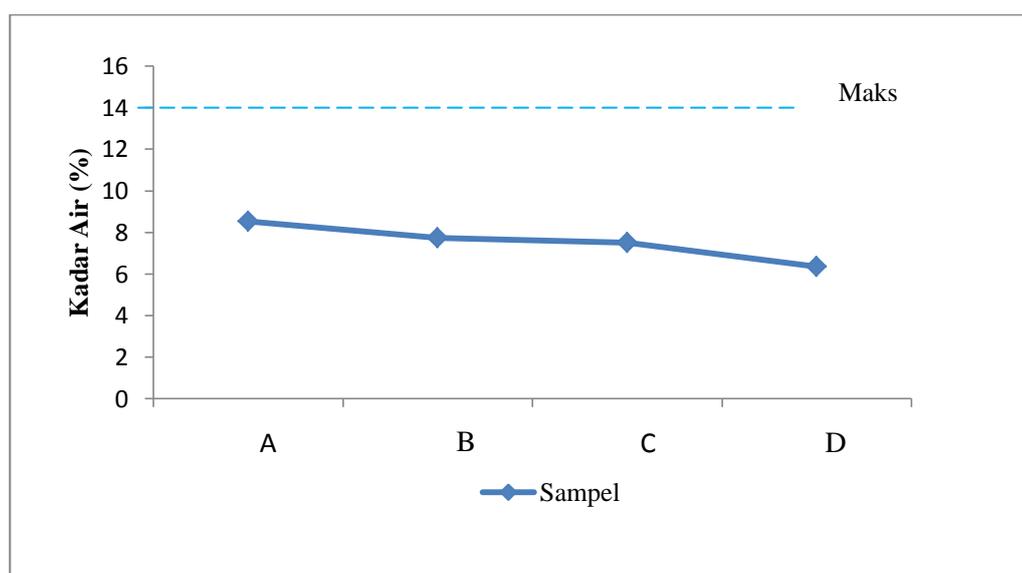
Kadar air salah satu sifat fisis yang ditentukan setelah melalui proses pemanasan dengan menggunakan oven. Kadar air (KA) merupakan selisih dari berat papan partikel sebelum proses pengovenan dan sesudah proses pengovenan. Kadar air dinyatakan dalam satuan persen. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan hasil nilai kadar air papan partikel berkisar $6,36\% - 8,52\%$ dan dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Nilai Kadar Air Papan Partikel

Sampel	Kode Sampel	Kadar air (%)	Rata-rata Kadar air (%)	SNI 03-2105-2006 (%)
A	A ₁	7,95	8,52	≤14
	A ₂	9,86		
	A ₃	7,77		
B	B ₁	6,31	7,74	
	B ₂	10,26		
	B ₃	6,67		
C	C ₁	7,06	7,51	
	C ₂	7,23		
	C ₃	8,24		
D	D ₁	6,58	6,36	
	D ₂	5,68		
	D ₃	6,82		

Dari tabel 4.2 di atas dapat dilihat hasil pengukuran nilai kadar air papan partikel pada sampel A menghasilkan sebesar 8,52%, Sampel B menghasilkan sebesar 7,74%, sampel C menghasilkan sebesar 7,51%, dan sampel D menghasilkan sebesar 6,36%. Dari tabel 4.2 nilai kadar air papan partikel yang dihasilkan semua variasi papan partikel sesuai standar SNI 03-2105-2006 dengan syarat kadar air tidak melebihi 14%.

Dari tabel 4.2 maka dapat dibuat gambar grafik hubungan kadar air dengan komposisi styrofoam, serbuk kulit kakao, dengan perekat resin epoksi disajikan pada gambar grafik 4.2



Gambar 4.2 Grafik Nilai Kadar Air Sampel Papan Partikel

Nilai kadar air papan partikel dipengaruhi beberapa faktor yaitu, jenis bahan, kerapatan, komposisi bahan dan proses pembuatan sampel. Dari gambar 4.2 dapat dilihat nilai kadar air papan partikel semakin menurun dengan bertambahnya persentase styrofoam dan sebaliknya. Hal ini sesuai dengan pernyataan miswar (2018) bahwa sifat dari styrofoam adalah tahan air atau kemampuan menyerap air yang sangat kecil.

Pada sampel A nilai kadar airnya 8,52% lebih besar dari sampel yang lain karena sedikit tambahan styrofoam dan serbuk kulit buah kakao mengandung ligniselulosa. Karena papan partikel terdiri dari bahan yang mengandung ligniselulosa sehingga menyebabkan papan bersifat hidrokopis, artinya dapat menyerap atau melepas air dan kelembapan udara disekitarnya.

4.1.3 Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal dilakukan dengan mengamati perubahan dimensi papan partikel setelah direndam selama 24 jam. Dari hasil penelitian yang diperoleh nilai pengembangan tebal disajikan dalam tabel dibawah ini. Pengembangan tebal banyak di pengaruhi beberapa faktor, yaitu jenis bahan dan kerapatan.

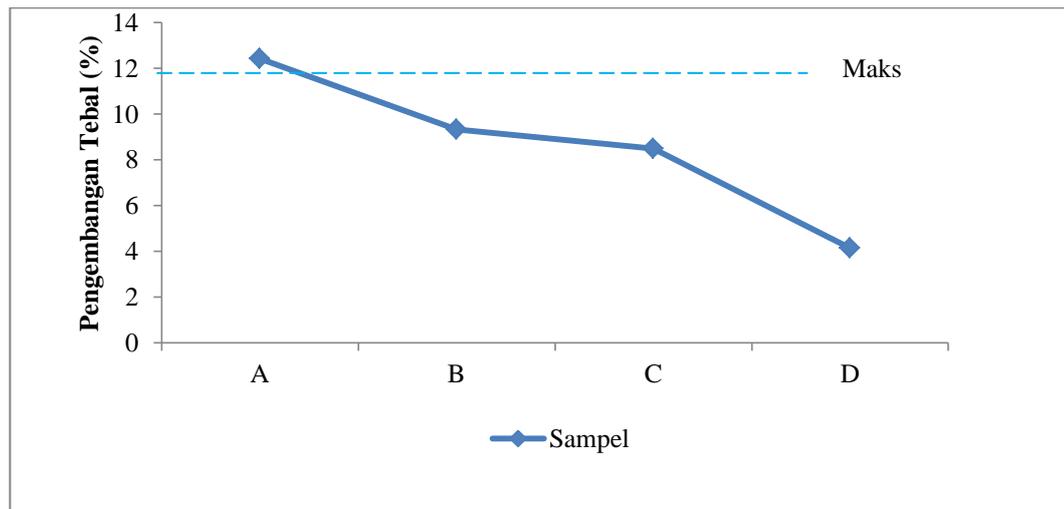
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Pengembangan Tebal Papan Partikel

Sampel	Kode Sampel	Pengembangan Tebal (%)	Rata-rata Pengembangan Tebal (%)	SNI 03-2105-2006 (%)
A	A ₁	14,28	12,42	≤12
	A ₂	11,42		
	A ₃	11,53		
B	B ₁	7,96	9,32	
	B ₂	8,69		
	B ₃	11,30		
C	C ₁	7,75	8,49	
	C ₂	13,27		
	C ₃	4,46		
D	D ₁	5,35	4,14	
	D ₂	3,50		
	D ₃	3,57		

Dari tabel 4.3 diatas dapat dilihat hasil pengukuran nilai pengembangan papan partikel pada sampel A menghasilkan sebesar 12,42%, Sampel B menghasilkan sebesar 9,32%, sampel C menghasilkan sebesar 8,49%, dan sampel D

menghasilkan sebesar 4,14%. Pada sampel B, C, dan D nilai pengembangan tebalnya memenuhi standar SNI 03-2105-2006, sedangkan sampel A tidak memenuhi karena serbuk kulit kakao mengandung ligniselulosa sehingga menyebabkan bersifat hidrokopis.

Dari tabel 4.3 maka dapat dibuat gambar grafik hubungan pengembangan tebal dengan komposisi styrofoam, serbuk kulit kakao, dengan perekat resin epoksi disajikan pada gambar grafik 4.3



Gambar 4.3 Grafik Nilai Pengembangan Tebal Sampel Papan Partikel

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa nilai pengembangan tebal papan partikel menurun dengan bertambahnya persentase styrofoam dan sebaliknya. Dan faktor yang mempengaruhinya adalah sifat bahan, hal ini sesuai dengan bahwa salah satu sifat dari styrofoam adalah tahan terhadap air. Hal ini sesuai dengan pernyataan hadyan (2011) bahwa styrofoam lebih berpengaruh pada sifat kadar air dan pengembangan tebal.

Semakin tinggi nilai kerapatan maka nilai pengembangan tebal semakin meningkat. Sebab bahan yang mengandung ligniselulosa akan terjadi perubahan dimensi apabila terjadi penyerapan oleh bahan tersebut. semakin tinggi kerapatan papan maka semakin besar pula pemampatan dimensinya sehingga sufat pengembangan tebalnya semakin tinggi (Ema., 2011).

4.2 Hasil Karakterisasi Sifat Mekanis

Pengujian sampel papan partikel dilakukan sesuai dengan standart SNI 03-2105-2006. Parameter kualitas papan partikel yang diuji adalah *Modulus Of Rupture* (MOR) dan *Modulus Of Elasticity* (MOE).

4.2.1 *Modulus Of Rupture* (MOR)

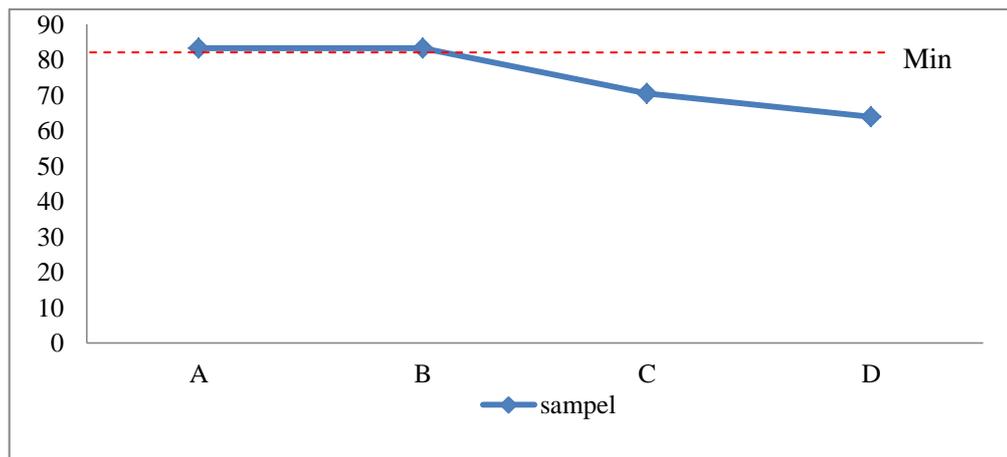
MOR adalah salah satu sifat mekanis suatu papan partikel yang menunjukkan kekuatan material dalam menahan beban yang bekerja terhadapnya sampai patah.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) untuk menghasilkan nilai MOR papan partikel dengan jarak sangga 150 mm dengan memberikan beban yang tegak lurus terhadap permukaan sampel. Adapun hasil pengamatan tersebut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.4 Hasil MOR Papan Partikel

Sampel	Kode Sampel	MOR (kgf/cm ²)	MOR (kgf/cm ²)	SNI 03-2105-2006 (kgf/cm ²)
A	A ₁	81,310	83,282	≥82
	A ₂	85,126		
	A ₃	83,412		
B	B ₁	87,543	83,166	
	B ₂	87,525		
	B ₃	74,430		
C	C ₁	68,494	70,254	
	C ₂	59,288		
	C ₃	82,980		
D	D ₁	65,844	63,823	
	D ₂	71,591		
	D ₃	54,036		

Berdasarkan tabel 4.4 diperoleh hasil pengukuran nilai MOR papan partikel pada sampel A, B, C, dan D masing-masing yaitu 83,282, 83,166, 70,254, dan 63,823 kgf/cm². Hanya Sampel A dan B yang memenuhi standar SNI sedangkan sampel C dan D tidak memenuhi karena nilai MOR (kuat patah) minimal 82 kgf/cm². Dari tabel 4.4 maka dapat dibuat gambar grafik hubungan *Modullus of Rupture* ditunjukkan pada gambar grafik 4.4



Gambar 4.4 Grafik Nilai MOR Sampel Papan Partikel

Dari gambar 4.4 di atas dapat dilihat bahwa nilai MOR (*Modulus Of Rupture*) semakin menurun dengan penambahan bahan styrofoam. Dari hasil yang diperoleh hanya pada sampel A dan B yang memenuhi standart SNI 03-2105-2006 sedangkan sampel C dan D tidak memenuhi standar. Dan nilai MOR (*Modulus Of Rupture*) papan partikel dipengaruhi kerapatan yang dihasilkan dan mengakibatkan ikatan antara partikel tidak kompak dan kurang rapat yang mengakibatkan kecilnya nilai keteguhan papan dan faktor lainnya yaitu sifat bahan, dan jenis perekat yang digunakan hal ini sesuai dengan penelitian Arnis (2016).

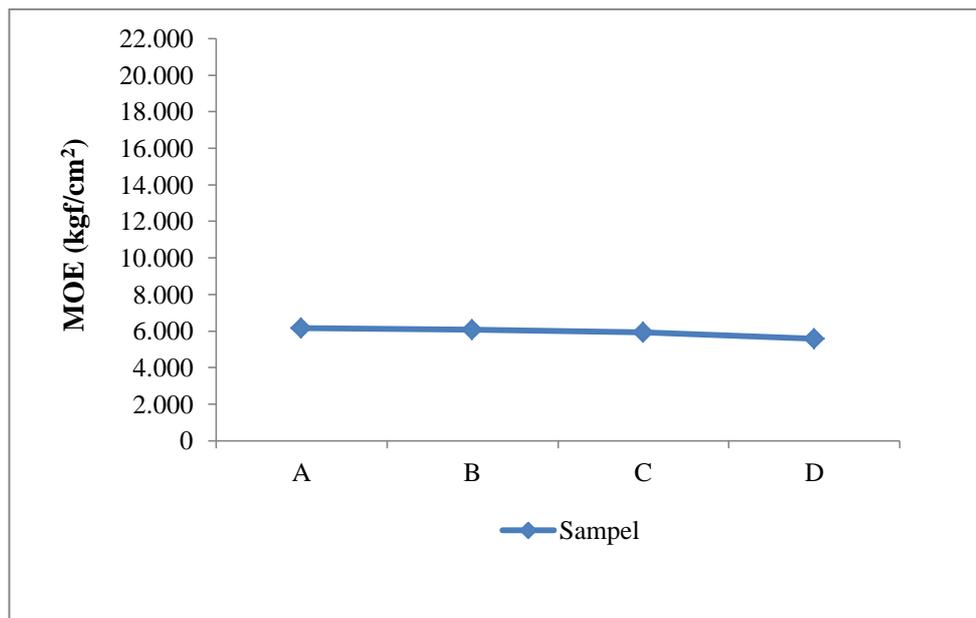
4.2.2 *Modulus Of Elasticity (MOE)*

Menurut Meloney *Modulus Of Elasticity* merupakan ukuran ketahanan material menahan beban sebelum patah (sampai batas proporsi) yang menunjukkan sifat elastisitas bahan. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan nilai *Modulus Of Elasticity* dan pengaruh variasi komposisi papan partikel terlihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil MOE papan partikel

Sampel	Kode Sampel	MOE (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)	SNI 03-2105-2006 (kgf/cm ²)
A	A ₁	5.703,909	6.159,121	≥20.400
	A ₂	6.787,401		
	A ₃	5.989,055		
B	B ₁	6.205,338	6.087,528	
	B ₂	6.087,529		
	B ₃	5.969,719		
C	C ₁	5.895,181	5.931,858	
	C ₂	5.368,704		
	C ₃	6.531,691		
D	D ₁	5.989,054	5.584,978	
	D ₂	8.243,610		
	D ₃	5.246,040		

Dari tabel 4.5 di atas dapat dilihat hasil pengukuran nilai *Modulus Of Elasticity* papan partikel pada sampel A menghasilkan sebesar 6.159,121 kgf/cm², Sampel B menghasilkan sebesar 6.087,528 kgf/cm², sampel C menghasilkan sebesar 5.931,858 kgf/cm², dan sampel D menghasilkan sebesar 5.584,978 kgf/cm². Dari tabel 4.5 maka dapat dibuat gambar grafik hubungan MOE dengan komposisi styrofoam, serbuk kulit kakao, dengan perekat resin epoksi ditunjukkan pada gambar grafik 4.5

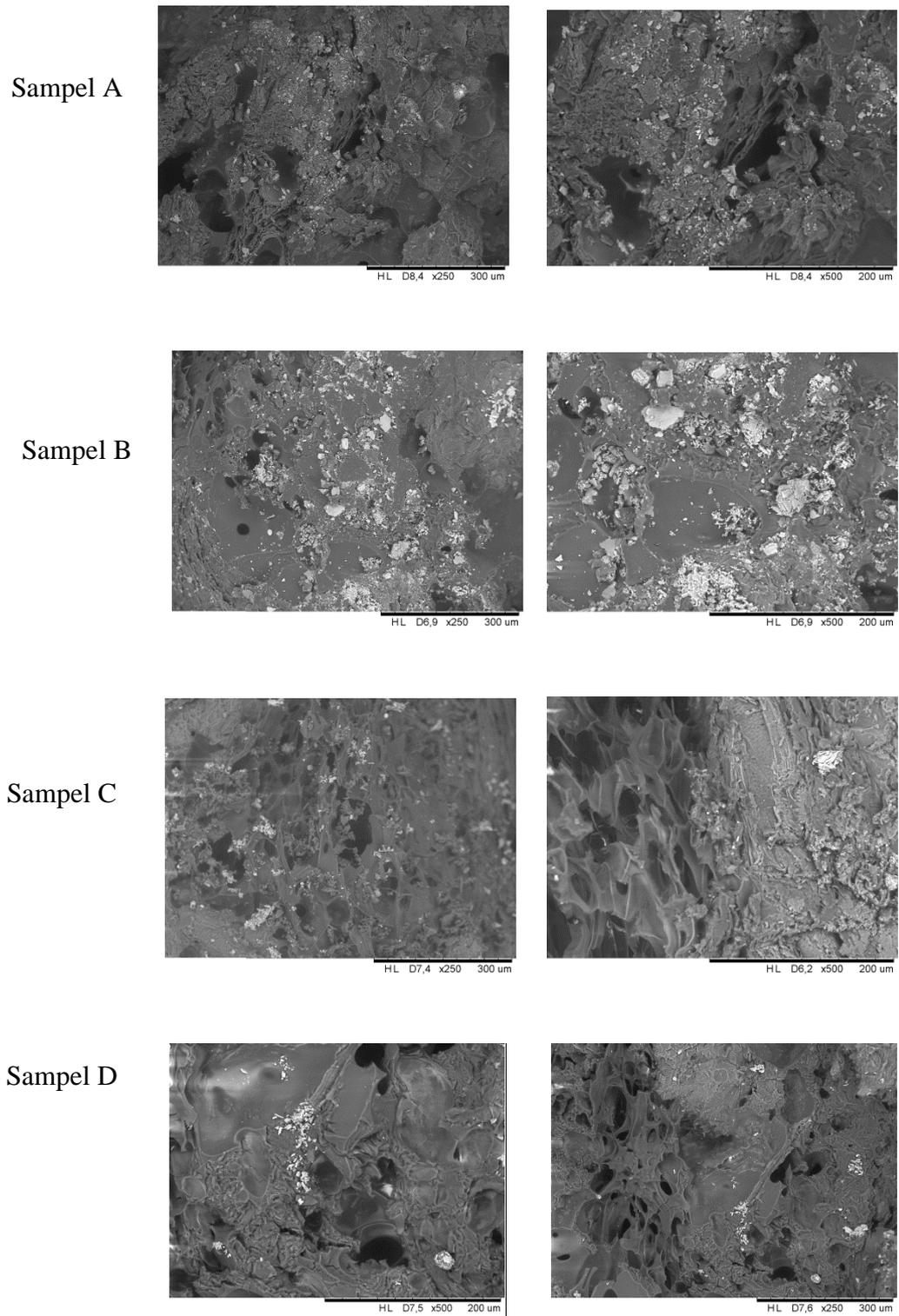


Gambar 4.5 Grafik Nilai MOE Sampel Papan Partikel

Dari gambar 4.5 dapat dilihat hasil pada sampel mengalami penurunan dengan bertambahnya nilai persentase styrofoam hal ini terjadi karena styrofoam bersifat agak rapuh dan nilai kerapatan pada sampel. Dan semakin tinggi nilai MOR maka nilai MOE juga semakin tinggi dan sebaliknya (Arnis., 2016). Berdasarkan Standar SNI 03-2105-2006 nilai MOE papan partikel yang telah ditetapkan minimal 20.400 kg/cm². Dengan demikian nilai MOE yang telah didapatkan untuk seluruh variasi komposisi papan partikel belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006.

4.3 Analisis Morfologi SEM

Hasil analisis SEM sampel papan partikel berbahan styrofoam dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi bertujuan untuk melihat mikrostruktur sampel papan partikel yang dihasilkan dengan variasi komposisi yang telah dibuat dengan pembeseran 500x dan 250x dan melakukan analisis lanjutan menggunakan soffwer digimizier untuk mengetahui ukuran diameter dari partikel sampel papan partikel yaitu:



Gambar 4.6 Foto SEM Sampel dengan Pembesaran 500x dan 250x

Dari hasil foto SEM di atas dengan pembesaran 500x dan 250x maka dapat dilihat bahwa permukaan papan partikel yang tidak merata disebabkan karena

penggumpalan pada saat pencampuran styrofoam, serbuk kulit buah kakao, dan perekat karena dilakukan secara manual.

Ukuran diameter partikel pada sampel papan partikel dapat diketahui dengan menggunakan software digiminizer. Data hasil pengukuran diameter partikel terlihat pada tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.6 hasil pengukuran diameter partikel pada sampel papan partikel

Sampel	Rentang Ukuran Diameter Partikel (μm)	Ukuran Dimeter Partikel Rata-Rata (μm)
A	5,269-33,896	17,5103
B	12,045-43,334	22,9844
C	4,504-30,151	14,9707
D	4,307-29,223	13,1367

Berdasarkan data di atas menunjukkan bahwa sampel A memiliki rentang ukuran diameter sebesar 5,269-33,896 μm dengan rata-rata 17,5103 μm , sampel B memiliki rentang ukuran diameter sebesar 12,045-43,334 μm dengan rata-rata 22,9844 μm , sampel C memiliki rentang ukuran diameter sebesar 4,504-30,151 μm dengan rata-rata 14,9707 μm , dan sampel D memiliki rentang ukuran diameter sebesar 4,307-29,233 μm dengan rata-rata 13,1367 μm .

Dari hasil data pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa semakin bertambah variasi komposisi styrofoam maka semakin kecil rentang ukuran diameter partikel dan rata-rata yang dihasilkan. Jika ukuran diameter partikel semakin kecil dapat mengakibatkan penggumpalan (aglomerasi), akibat dari aglomerasi terbentuklah rongga-rongga udara disekitar area sampel papan partikel sehingga mempengaruhi kerapatan.

4.4 Pembahasan Penelitian

Styrofoam dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi dapat dimanfaatkan menjadi papan partikel karena sebagian besar telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Parameter kualitas papan partikel yang diuji adalah sifat fisis meliputi: kerapatan, kadar air, dan pengembangan tebal, sifat mekanis meliputi: *modulus of rupture* (MOR) dan *modulus of elasticity* (MOE), dan SEM.

Hasil pengukuran nilai sifat fisis dan mekanis papan partikel disajikan dalam tabel 4.7 berikut ini:

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Nilai Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel

Sifat Fisis dan Mekanis Sampel Papan Partikel	SNI 03-2105-2006	Sampel Uji			
		A	B	C	D
Kerapataan (g/cm^3)	0,4-0,9	0,82	0,80	0,77	0,75
Kadar Air (%)	≤ 14	8,52	7,74	7,51	6,36
Pengembangan Tebal (%)	≤ 12	12,42	9,32	8,49	4,14
MOR (kgf/cm^2)	≥ 82	83,282	83,166	70,524	63,823
MOE (kgf/cm^2)	≥ 20.400	6.159,121	6087,528	5.931,858	5.584,978

Berdasarkan tabel 4.7 di atas menunjukkan bahwa hasil pengukuran sifat fisis dan mekanis belum semua variasi sampel memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Berdasarkan tabel 4.7 menunjukkan bahwa sampel papan partikel optimum yang dihasilkan dengan karakteristik yang sesuai dengan persyaratan SNI 03-2105-2006 yaitu sampel B dengan komposisi serbuk kulit buah kakao 68%, styrofoam 2%, dan resin epoksi 30%. Hasil pengukuran sampel B papan partikel menghasilkan nilai kerapatan sebesar $0,80 \text{ g/cm}^3$, nilai kadar air sebesar 7,74%, nilai pengembangan tebal sebesar 9,32%, nilai *modulus of rupture* sebesar $83,166 \text{ kgf/cm}^2$, dan nilai *modulus of elasticity* sebesar $6087,528 \text{ kgf/cm}^2$.

Sesuai dengan sifat fisis dan mekanisnya, hasil mikrostruktur yang paling baik di temukan pada sampel B karena permukaan sampel lebih merata, serta memiliki rentang ukuran diameter partikel sebesar $12,045\text{-}43,334 \mu\text{m}$. Penurunan nilai dan kualitas dari sampel papan partikel yang dihasilkan baik sifat fisis, dan mekanis, ataupun mikrostrukturnya disebabkan karena pencampuran sampel yang kurang merata karena dilakukan secara manual. Oleh karena itu, pencampuran bahan yang tidak homogen atau tidak merata terjadilah penggumpulan, sehingga terbentuknya rongga-rongga udara pada sampel papan partikel. Dari foto SEM pada sampel C dan D mengalami peningkatan terbentuknya rongga karena penambahan styrofoam mengakibatkan komposisi bahan dan perekat tidak

seimbang dan terjadinya penumbukan (aglomerasi) pengisi pada suatu daerah tertentu sehingga filler tidak merata dan tidak seragam yang mengakibatkan kerapatan papan partikel semakin rendah. Berdasarkan persentase kerapatan papan partikel maka papan partikel yang dihasilkan termasuk jenis papan partikel berkerapatan sedang (*medium density partikel board*) yang bisa digunakan untuk bagian atas meja dan lemari (Yeni., 2018).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian yang telah dilakukan pada papan partikel yang menggunakan bahan styrofoam dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Styrofoam dan serbuk kulit buah kakao dengan perekat resin epoksi dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan papan partikel. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan hasil pengukuran kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, dan MOR yang telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006.
2. Karakteristik pengukuran sampel papan partikel yang dihasilkan pada pengukuran nilai kerapatan berkisar antara $0,75-0,82 \text{ g/cm}^3$, nilai kadar air berkisar antara $6,36-8,52\%$, nilai pengembangan tebal berkisar antara $4,14-12,42\%$, nilai MOR berkisar antara $63,823-83,282 \text{ kgf/cm}^2$, dan nilai MOE berkisar antara $5.584,978-6.159,121 \text{ kgf/cm}^2$. Dari hasil data tersebut nilai kerapatan, kadar air, dan pengembangan tebal, MOR dan MOE semakin menurun dengan bertambahnya styrofoam. Hasil analisis mikrostruktur permukaan papan partikel yang terbaik terdapat pada sampel B karena bahan dan perekat terdistribusi secara optimal sehingga sedikit rongga.
3. Sampel yang paling optimum yaitu sampel B dengan nilai kerapatan sebesar $0,80 \text{ g/cm}^3$, nilai kadar air sebesar $7,74\%$, nilai pengembangan tebal sebesar $9,32$, nilai MOR sebesar $83,166 \text{ kgf/cm}^2$, dan nilai MOE sebesar $6.087,528 \text{ kgf/cm}^2$. Hal ini dibuktikan dari karakteristik sampel yang paling banyak memenuhi standar SNI 03-2105-2006 pada sampel B.

5.2 Saran

Dari penelitian, saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Disarankan alat pencampuran menggunakan *mixer* agar proses pencampuran antara perekat dan pengisi lebih merata.
2. Disarankan agar peneliti selanjutnya memperhatikan variasi campuran bahan yang tepat sehingga menghasilkan kualitas papan partikel yang lebih baik.
3. Disarankan penelitian selanjutnya menggunakan bahan lain agar dihasilkan sampel papan partikel yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Astari, Dewi. 2018. *Sifat Fisis Mekanis Papan Partikel Dari Beberapa Bahan Berlignoselulosa Dengan Perekat Isosianat* [Skripsi]. Medan: USU
- Debora, Ruth. 2020. *Pengaruh Perbandingan Perekat Asam Sitrat Dan Teping Sorgam Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Partikel Dari Limbah Pelepah Salak* [Skripsi]. Medan: USU
- Djoko, Purwanto. 2016. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Limbah campuran Rotan dan Serbuk Kayu. *Jurnal Riset*. Vol 10.
- Fatma Najiah, Yeni, dkk. 2018. *Pengaruh Komposisi Kulit Buah Kakao, Ampas Tebu, Dan Perekat Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Partikel Dari Campuran Limbah Kulit Buah Kakao Dan Ampas Tebu*. *Jurnal Fisika Unad* Vol 7. No 1
- Fitri, Laili. 2017. *Pembuatan dan krakterisasi magnet permanen barium Ferrite ($BaFe_{12}O_{19}$) dengan variasi komposisi resin epoksi* [Skripsi]. Medan: USU
- Gianita, Inggit. 2017. *Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Partikel dari Batang Jagung dan Bagase* [Skripsi]. Medan: USU
- Gusti, dkk. 2018. *Karakteristik Papan Partikel Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Pada Variasi Konsentrasi Perekat Polyvinyl Acetate*. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. Vol 6. No 1
- Handayani, Arnis. 2016. *Uji Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit Dari Campuran Serat Bambu Dan Serbuk Gergaji dengan Perekat Pokyester Resin* [Skripsi] Universitas Islam Negeri Alauddin Makasar
- Hadi, Surya. 2019. *Analisis Pengaruh Serbuk Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Komposit Papan Partikel Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit, Serbuk Kayu Dan Tempurung Kelapa*. *Jurnal Fisika Unad*. Vol 8. NO 2
- Hidanto, dkk. 2019. *Analisis pengaruh serbuk terhadap sifat fisis dan mekanis komposit papan partikel dari tandan kosong kelapa sawit, serbuk kayu dan tempurung kelapa*. *Jurnal Fisika Unad*. Vol 8. No 2
- Kartika Jwalita Watsu, Ema Ratri. 2011. *Kualitas Papan Dari Log Diameter Kecil* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.

- Lestari Dani, Ayu. 2016. *Pengaruh perbedaan konsentrasi perekat gambir (uncaria gambir, roxb) terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel dari sabut buah pinang* [Skripsi]. Padang: Universitas Andalas
- Miswar, Khairul. 2018. *Beton Ringan dengan Menggunakan Limbah styrofoam*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe Vol 10. N0 1
- Permata Sari, Desi. 2020. *Penangaruh Komposisi Tempurung Kelapa, Ampas Tebu, dan Perekat Resin Epoksi Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel*. Vol 9. No 2
- Purbasari, Aprilina, dkk. 2019. *Pembuatan dan Karakteristik Komposit dan Styrofoam Bekas dan Serat Ijuk Aren*. Universitas Diponegoro Vol15. No2
- Saputra, Wahyu Eka. 2016. *Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Ketangguhan Impact Komposit Berpenguat Serat Kulit Batang Waru (Hibiscus Tiliaceus)-Resin Epoxy* [Skripsi]. Fakultas Teknik. Universitas Lampung
- Setyowati, Agustina Dyah. 2017. *Pembuatan Batako Dengan Campuran Fly Ash dan Styrofoam*. Jurnal Ilmiah Teknik Kimia. Vol 1. No 1
- Standar Nasional Indonesia, Mutu Papan Partikel, SNI 03-2015-2006 (Badan Standardisasi Nasional)
- Suryani, Rahmi, dkk. 2019. *Pengaruh Variasi Panjang Serat Ampas Tebu dan Kulit Buah Kakao Terhadap Sifat Fisis, Mekanis, dan Konduktivitas Termal Papan Partikel*. Jurnal Fisika Unand. Vol 8. No 3
- Tamam Ahta, Hadyan. 2014. *Tentang Variasi Ukuran Partikel Dan Komposisi Perekat Phenol Formaldehida* [Skripsi]. Medan: USU
- Wahyudi, dkk. 2008. *Panduan lengkap kakao*. Jakarta: Penebar Swadaya

LAMPIRAN 1

GAMBAR ALAT

1. Lesung (Lumpang)



2. Parutan Besi



3. Wadah



4. Neraca Analitik



5. Hot Press



6. Jangka Sorong



7. Oven



8. UTM (*Universal Testing Machine*)



9. SEM (*Scanning Electron Microscope*)



10. Cetakan Sampel



11. Ayakan 30 mesh



LAMPIRAN 2

GAMBAR BAHAN PERCOBAAN

1. Butiran Styrofoam



2. Serbuk kulit Kakao



3. Resin Epoksi



LAMPIRAN 3

GAMBAR SAMPEL UJI PAPAN PARTIKEL

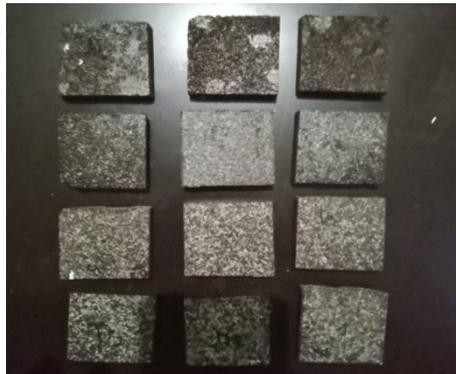
1. Untuk Pengujian Kerapatan dan Kadar Air



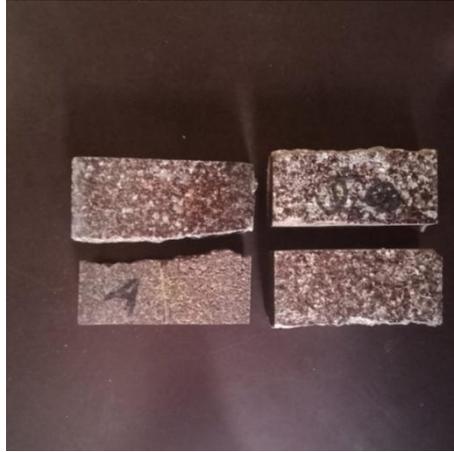
2. Untuk Pengujian MOR dan MOE



3. Untuk Pengujian Pengembangan Tebal



4. Untuk Pengujian SEM



LAMPIRAN 4

DATA PERHITUNGAN SAMPEL UJI PAPAN PARTIKEL

Data Hasil Pengujian Kerapatan

Sampel	Kode Sampel	Massa Benda Uji (g)	Volume Benda Uji (cm)
A	A ₁	95	113,673
	A ₂	88	109,997
	A ₃	97	114,130
B	B ₁	101	117,311
	B ₂	86	117,764
	B ₃	96	118,473
C	C ₁	91	116,773
	C ₂	89	116,188
	C ₃	92	116,150
D	D ₁	81	118,800
	D ₂	93	118,584
	D ₃	94	115,569

Besarnya nilai kadar air dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

ρ : Kerapatan

m : Massa (g)

v : Volume (cm)

Untuk Kode Sampel A

1. Sampel A₁

Massa benda uji (g) = 95 g

Volume benda uji (cm) = 113,673 cm

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{95}{113,673} \\ &= 0,83 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

2. Sampel A₂

Massa benda uji (m) = 88 g

Volume benda uji (cm) = 109,997 cm

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{88}{109,997} \\ &= 0,80 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

3. Sampel A₃

Massa benda uji (m) = 97 g

Volume benda uji (cm) = 114,130 cm

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{97}{114,130} \\ &= 0,84 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

Untuk Kode Sampel B

1. Sampel B₁

$$\text{Massa benda uji (m)} = 101 \text{ g}$$

$$\text{Volume benda uji (cm)} = 117,311 \text{ cm}$$

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{101}{117,311} \\ &= 0,86 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

2. Sampel B₂

$$\text{Massa benda uji (m)} = 86 \text{ g}$$

$$\text{Volume benda uji (cm)} = 117,764 \text{ cm}$$

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{86}{117,764} \\ &= 0,73 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

3. Sampel B₃

$$\text{Massa benda uji (m)} = 96 \text{ g}$$

$$\text{Volume benda uji (cm)} = 118,473 \text{ cm}$$

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{96}{118,473} \\ &= 0,81 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

Untuk Kode Sampel C

1. Sampel C₁

Massa benda uji (m) = 91 g

Volume benda uji (cm) = 116,773 cm

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{91}{116,773} \\ &= 0,78 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

2. Sampel C₂

Massa benda uji (m) = 89 g

Volume benda uji (cm) = 116,188 cm

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{89}{116,188} \\ &= 0,76 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

3. Sampel C₃

Massa benda uji (m) = 92 g

Volume benda uji (cm) = 116,150 cm

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{92}{116,150} \\ &= 0,79 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

Untuk Kode Sampel D

1. Sampel D₁

$$\text{Massa benda uji (m)} = 81 \text{ g}$$

$$\text{Volume benda uji (cm)} = 118,800 \text{ cm}$$

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{81}{118,800} \\ &= 0,68 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

2. Sampel D₂

$$\text{Massa benda uji (m)} = 93 \text{ g}$$

$$\text{Volume benda uji (cm)} = 118,584 \text{ cm}$$

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{93}{118,584} \\ &= 0,78 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

3. Sampel D₃

$$\text{Massa benda uji (m)} = 94 \text{ g}$$

$$\text{Volume benda uji (cm)} = 115,569 \text{ cm}$$

Besar kerapatan (ρ) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{94}{115,569} \\ &= 0,81 \text{ g / cm}^3\end{aligned}$$

Hasil Pengujian Kadar Air

Sampel	Kode Sampel	Massa Benda Uji Awal (g)	Massa Benda Uji Akhir (g)
A	A ₁	95	88
	A ₂	78	71
	A ₃	97	90
B	B ₁	101	95
	B ₂	86	78
	B ₃	96	90
C	C ₁	91	85
	C ₂	89	83
	C ₃	92	85
D	D ₁	81	76
	D ₂	93	88
	D ₃	94	88

Besarnya nilai kadar air dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KA(\%) = \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\%$$

Keterangan :

KA : Kadar air

Ba : Massa Awal (g)

Bk : Massa Akhir (g)

Untuk Kode Sampel A

1. Sampel A₁

$$\text{Massa Awal (g)} = 95 \text{ g}$$

$$\text{Massa Akhir (g)} = 88 \text{ g}$$

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned} KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{95 - 88}{88} \times 100\% \\ &= 7,95\% \end{aligned}$$

2. Sampel A₂

$$\text{Massa Awal (g)} = 78 \text{ g}$$

$$\text{Massa Akhir (g)} = 71 \text{ g}$$

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned} KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{78 - 71}{71} \times 100\% \\ &= 9,86\% \end{aligned}$$

3. Sampel A₃

$$\text{Massa Awal (g)} = 97 \text{ g}$$

$$\text{Massa Akhir (g)} = 90 \text{ g}$$

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned} KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{97 - 90}{90} \times 100\% \\ &= 7,77\% \end{aligned}$$

Untuk Kode Sampel B

1. Sampel B₁

$$\text{Massa Awal (g)} = 101 \text{ g}$$

$$\text{Massa Akhir (g)} = 95 \text{ g}$$

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned} KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{101 - 95}{95} \times 100\% \\ &= 6.31\% \end{aligned}$$

2. Sampel B₂

$$\text{Massa Awal (g)} = 86 \text{ g}$$

$$\text{Massa Akhir (g)} = 78 \text{ g}$$

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned} KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{86 - 78}{78} \times 100\% \\ &= 10,26\% \end{aligned}$$

3. Sampel B₃

$$\text{Massa Awal (g)} = 96 \text{ g}$$

$$\text{Massa Akhir (g)} = 90 \text{ g}$$

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned} KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{96 - 90}{96} \times 100\% \\ &= 6,67\% \end{aligned}$$

Untuk Kode Sampel C

1. Sampel C₁

Massa Awal (g) = 91 g

Massa Akhir (g) = 85 g

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{91 - 85}{85} \times 100\% \\ &= 7,06\%\end{aligned}$$

2. Sampel C₂

Massa Awal (g) = 89 g

Massa Akhir (g) = 83 g

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{89 - 83}{83} \times 100\% \\ &= 7,23\%\end{aligned}$$

3. Sampel C₃

Massa Awal (g) = 92 g

Massa Akhir (g) = 85 g

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned}KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{92 - 85}{85} \times 100\% \\ &= 8,24\%\end{aligned}$$

Untuk Kode Sampel D

1. Sampel D₁

$$\text{Massa Awal (g)} = 81 \text{ g}$$

$$\text{Massa Akhir (g)} = 76 \text{ g}$$

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned} KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{81 - 76}{76} \times 100\% \\ &= 6,58\% \end{aligned}$$

2. Sampel D₂

$$\text{Massa Awal (g)} = 93 \text{ g}$$

$$\text{Massa Akhir (g)} = 88 \text{ g}$$

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned} KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{93 - 88}{88} \times 100\% \\ &= 5,68\% \end{aligned}$$

3. Sampel D₃

$$\text{Massa Awal (g)} = 94 \text{ g}$$

$$\text{Massa Akhir (g)} = 88 \text{ g}$$

Besar kadar air (KA) sampel berdasarkan persamaan (2.2)

$$\begin{aligned} KA(\%) &= \frac{Ba - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{94 - 88}{88} \times 100\% \\ &= 6,82\% \end{aligned}$$

Hasil Pengujian Pengembangan Tebal

Sampel	Kode Sampel	Tebal Sebelum direndam Air (mm)	Tebal Sesudah direndam Air (mm)
A	A ₁	10,5	12
	A ₂	10,5	11,7
	A ₃	10,4	11,6
B	B ₁	11,3	12,2
	B ₂	11,5	12,5
	B ₃	11,5	12,8
C	C ₁	11,6	12,5
	C ₂	11,3	11,8
	C ₃	11,2	11,7
D	D ₁	11,2	11,8
	D ₂	11,4	11,8
	D ₃	11,2	11,6

Besarnya nilai pengembangan tebal papan partikel dihitung dengan rumus:

$$\text{Pengembangan tebal (\%)} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$$

Keterangan Rumus :

T₁ = sampel sebelum perendaman (mm)

T₂ = sampel sesudah perendaman (mm)

Untuk Kode Sampel A

1. Sampel A₁

Sampel sebelum perendaman (mm) = 10,5 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 12 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{12 - 10,5}{10,5} \times 100\% \\ &= 14,28\%\end{aligned}$$

2. Sampel A₂

Sampel sebelum perendaman (mm) = 10,5 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 11,7 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{11,7 - 10,5}{10,5} \times 100\% \\ &= 11,42\%\end{aligned}$$

3. Sampel A₃

Sampel sebelum perendaman (mm) = 10,4 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 11,6 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{11,6 - 10,4}{10,4} \times 100\% \\ &= 11,53\%\end{aligned}$$

Untuk Kode Sampel B

1. Sampel B₁

Sampel sebelum perendaman (mm) = 11,3 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 12,2 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{12,2 - 11,3}{11,3} \times 100\% \\ &= 7,96\%\end{aligned}$$

2. Sampel B₂

Sampel sebelum perendaman (mm) = 11,5 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 12,5 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{12,5 - 11,5}{11,5} \times 100\% \\ &= 8,69\%\end{aligned}$$

3. Sampel B₃

Sampel sebelum perendaman (mm) = 11,5 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 12,8 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{11,5 - 12,8}{11,5} \times 100\% \\ &= 11,30\%\end{aligned}$$

Untuk Kode Sampel C

1. Sampel C₁

Sampel sebelum perendaman (mm) = 11,6 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 12,5 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{12,5 - 11,6}{11,6} \times 100\% \\ &= 7,75\%\end{aligned}$$

2. Sampel C₂

Sampel sebelum perendaman (mm) = 11,3 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 12,8 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{12,8 - 11,3}{11,3} \times 100\% \\ &= 13,27\%\end{aligned}$$

3. Sampel C₃

Sampel sebelum perendaman (mm) = 11,2 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 11,7 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{11,7 - 11,2}{11,2} \times 100\% \\ &= 4,46\%\end{aligned}$$

Untuk Kode Sampel D

1. Sampel D₁

Sampel sebelum perendaman (mm) = 11,2 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 11,8 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{11,8 - 11,2}{11,2} \times 100\% \\ &= 5,35\%\end{aligned}$$

2. Sampel D₂

Sampel sebelum perendaman (mm) = 11,4 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 11,8 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{11,8 - 11,4}{11,4} \times 100\% \\ &= 3,50\%\end{aligned}$$

3. Sampel D₃

Sampel sebelum perendaman (mm) = 11,2 mm

Sampel sesudah perendaman (mm) = 11,6 mm

$$\begin{aligned}PT (\%) &= \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \\ &= \frac{11,6 - 11,2}{11,2} \times 100\% \\ &= 3,57\%\end{aligned}$$

Hasil Pengujian Pengujian *Modulus of Rupture* (MOR)

Sampel	Kode Sampel	Beban Maks (kgf)	MOR (kgf/cm ²)
A	A ₁	18,922	85,149
	A ₂	18,160	81,720
	A ₃	18,441	82,984
B	B ₁	19,454	87,543
	B ₂	19,450	87,525
	B ₃	16,540	74,166
C	C ₁	15,221	68,494
	C ₂	13,175	59,288
	C ₃	18,440	82,980
D	D ₁	15,909	71,591
	D ₂	14,632	65,844
	D ₃	12,008	54,036

L (Jarak Sangga) = 15 cm

b (Lebar) = 5 cm

h (Tebal) = 1 cm

Contoh perhitungan MOR pada sampel A₂

$$\begin{aligned}
 \text{MOR} &= \frac{3PL}{2bh^2} \\
 &= \frac{3 \times 18,992 \text{ kgf} \times 15 \text{ cm}}{2 \times 5 \text{ cm} \times 1^2 \text{ cm}} \\
 &= \frac{85,149}{10} \\
 &= 85,149 \text{ kgf/cm}^2
 \end{aligned}$$

Hasil Pengujian *Modulus of Elasticity* (MOE)

Sampel	Kode Sampel	ΔB (kgf)	ΔD (cm)	MOE (kgf/cm ²)
A	A ₁	3,056	0,075979	6.787,401
	A ₂	4,373	0,140144	5.703,909
	A ₃	4,059	0,114368	5.989,055
B	B ₁	4,091	0,111252	6.205,337
	B ₂	4,091	0,113405	6.087,529
	B ₃	4,091	0,115643	5.969,719
C	C ₁	3,406	0,097497	5.895,181
	C ₂	5,410	0,170048	5.368,704
	C ₃	3,716	0,096005	6.531,691
D	D ₁	3,716	0,076068	8.243,610
	D ₂	2,950	0,094893	5.246,040
	D ₃	2,719	0,140518	3.265,284

S (Jarak Sangga) = 15 cm

L (Lebar) = 5 cm

T (Tebal) = 1 cm

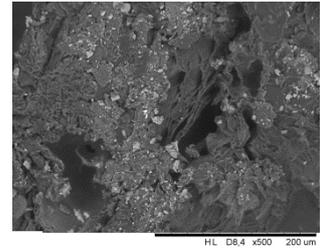
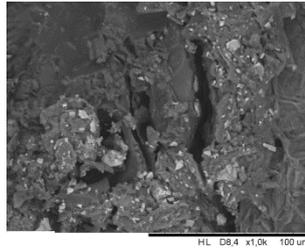
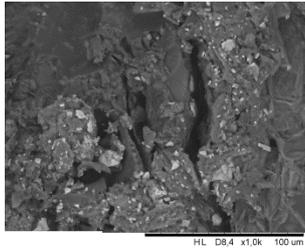
Contoh perhitungan MOE pada sampel A₂

$$\begin{aligned}
 \text{MOE} &= \frac{S^3}{2LT^2} \times \frac{\Delta B}{\Delta D} \\
 &= \frac{15^3 \text{ cm}}{4 \times 5 \text{ cm} \times 1^3 \text{ cm}} \times \frac{4,737 \text{ kgf}}{0,140144 \text{ cm}} \\
 &= 5.703,909 \text{ kgf/cm}^2
 \end{aligned}$$

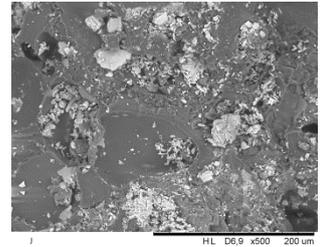
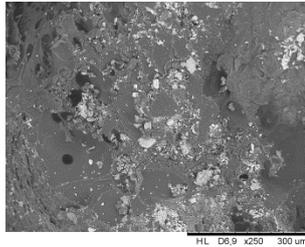
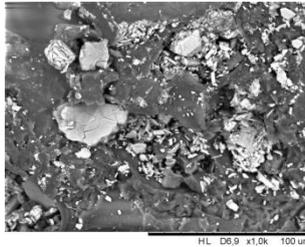
LAMPIRAN 5

HASIL FOTO SEM PAPAN PARTIKEL

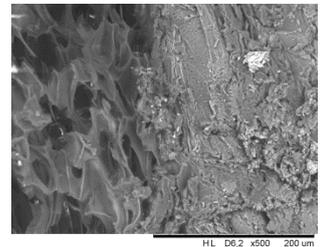
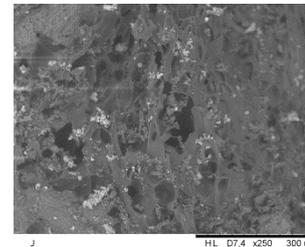
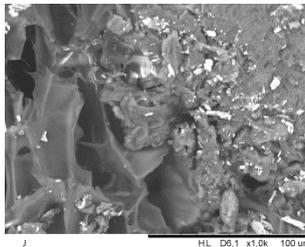
1. Sampel papan partikel A dengan pembesaran x1,0, x250, x500



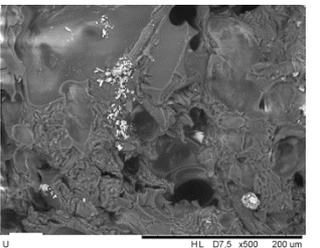
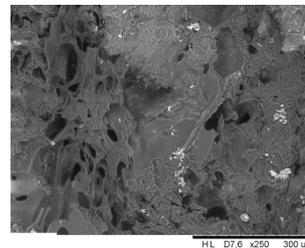
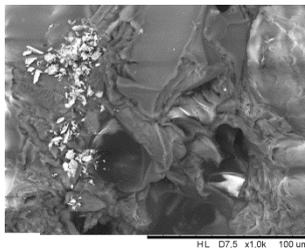
2. Sampel papan partikel B dengan pembesaran x1,0, x250, x500



3. Sampel papan partikel C dengan pembesaran x1,0, x250, x500

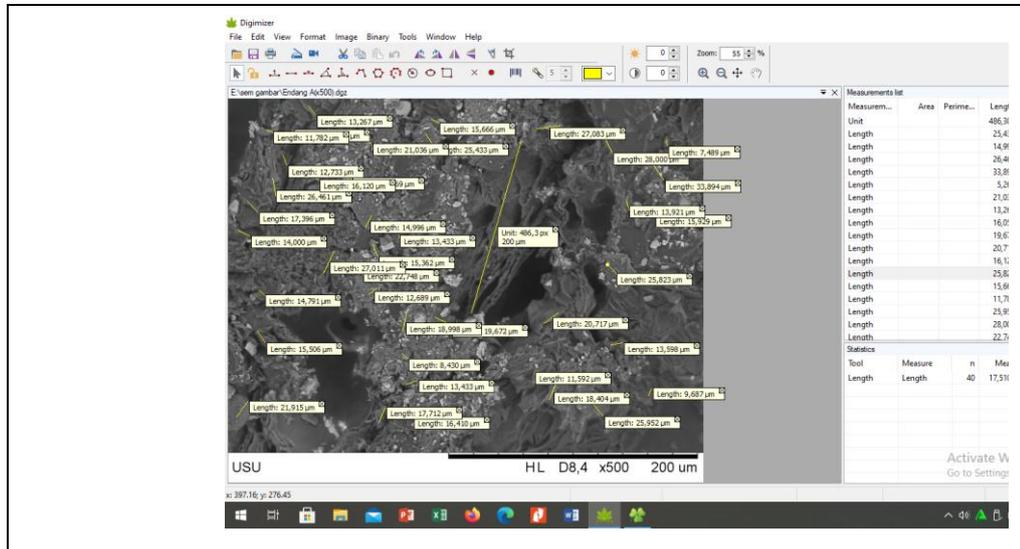


4. Sampel papan partikel D dengan pembesaran x1,0, x250, x500

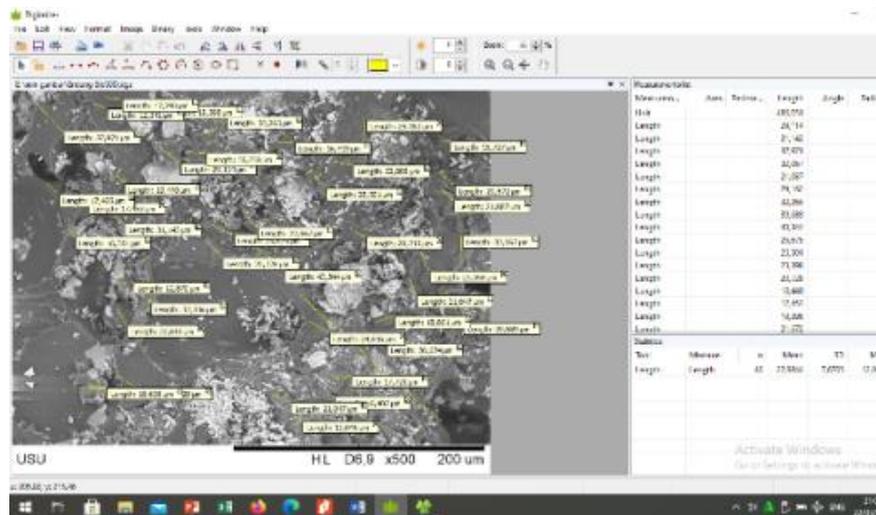


Lampiran Analisis SEM Papan Partikel

1. Ukuran Partikel Sampel A



2. Ukuran Partikel Sampel B



LAMPIRAN 6

SURAT PENELITIAN

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
PT. LABORATORIUM PENELITIAN TERPADU
Jalan Tridharma No. 8 Kampus USU Medan 20155
Laman : www.lpterpada.usu.ac.id. e-mail : lpterpada@usu.ac.id

No : 48 /UN5.4.4.1/KPM/2021
Lampiran : 1
Hal : Laporan Hasil Pengujian SEM

Tanggal Penerimaan sampel: 19 - 01 - 2021

IDENTITAS PENGGUNA	
Nama Pengguna	NIM/NIK/NIDN
Endang Sagita Ritonga	0705162011
Nama Pembimbing	Prodi/Fakultas/Universitas/Lembaga
Dr. Halim Daulay, S.T., M.Si	Fisika/SAINTEK/UINSU

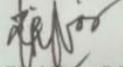
DETAIL PENGUJIAN			
No Order	Nama Sampel	Jenis sampel	Komposisi Sampel
KSB.SEM.21.01.75	Papan Partikel A	Padatan	-
KSB.SEM.21.01.76	Papan Partikel B	Padatan	-
KSB.SEM.21.01.77	Papan Partikel C	Padatan	-
KSB.SEM.21.01.78	Papan Partikel D	Padatan	-

Medan, 19 FEB 2021

Menyetujui,
Kepala Bidang Pelayanan dan Promosi


Rahmadhani Banurea, S.Si., M.Si.
NIP. 197310042001121001

Kepala Laboratorium Karakterisasi Struktur Bahan,


Dr. Zikri Noer, S.Si., M.Si.
NIP. 199401212020011001

Mengetahui,
Kepala UPT Laboratorium Penelitian Terpadu


Dr. Tulus Ikhwan Nasution, S.Si., M.Sc
NIP. 197407162008121002



Tembusan :
1. Arsip

Papan partikel

“Copy SNI ini dibuat oleh BSN untuk Pusat Standardisasi dan Lingkungan Departemen Kehutanan untuk Diseminasi SNI”

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Klasifikasi.....	3
5 Persyaratan	4
6 Pengambilan contoh	7
7 Cara uji	9
8 Syarat lulus uji	22
9 Penandaan	22
10 Pengemasan.....	22
Tabel 1 Toleransi tebal papan partikel.....	4
Tabel 2 Mutu penampilan papan partikel.....	5
Tabel 3 Syarat sifat mekanis papan partikel struktural	6
Tabel 4 Syarat emisi formaldehida	7
Tabel 5 Pengambilan contoh papan partikel	8
Tabel 6 Contoh uji laboratoris.....	8
Gambar 1 Pengujian panjang, lebar dan tebal papan partikel.....	10
Gambar 2 Pengukuran siku papan partikel	10
Gambar 3 Pengukuran contoh uji kerapatan	12
Gambar 4 Uji keteguhan lentur kering dan modulus elastisitas lentur.....	15
Gambar 5 Contoh uji keteguhan tarik tegak lurus permukaan	18
Gambar 6 Pembebanan pada uji keteguhan tarik tegak lurus permukaan.....	19

Prakata

Standar ini merupakan revisi dari SNI 03-2105-1996, *Mutu papan partikel*.

Standar ini disusun dan diusulkan melalui Panitia Teknis 79-01 Hasil Hutan Kayu yang telah dibahas dan disepakati dalam rapat teknis dan rapat konsensus nasional yang pada tanggal 22 Desember 2004 di Bogor.

Papan partikel

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan klasifikasi mutu dan cara uji papan partikel yang diperdagangkan di Indonesia.

2 Acuan normatif

SNI 01-7201-2006, *Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah*
SNI 01-6050-1999, *Cara uji emisi formaldehida pada panel kayu*
SNI 01-5008.2-2000, *Kayu lapis penggunaan umum*
SNI 01-2025-1996, *Kayu lapis indah dan papan blok indah*

3 Istilah dan definisi

3.1

berat kering tanur

berat yang diperoleh pada keadaan kering tanur (oven)

3.2

cacat kempa

cacat yang terjadi pada saat pengempaan

3.3

goresan

cacat yang terjadi pada permukaan papan partikel karena goresan

3.4

kadar air

berat air yang terdapat di dalam papan partikel yang dinyatakan dalam persen (%) terhadap berat papan partikel dalam keadaan kering tanur

3.5

keropos

bagian papan partikel yang kurang padat

3.6

ketebalan tidak rata

keragaman tebal pada satu lembar papan partikel

3.7

lekang

bagian tepi dari papan partikel yang tidak melekat pada bagian tepi papan partikel

3.8

lepuh

bagian dari papan partikel yang tidak melekat, sedangkan di sekitarnya melekat

3.9

noda minyak

cacat yang disebabkan oleh bekas minyak atau oli pada permukaan papan partikel

3.10

noda perekat

cacat yang disebabkan oleh bekas perekat

3.11

noda serbuk

cacat yang disebabkan oleh adanya serbuk pada bagian permukaan papan partikel

3.12

papan partikel

hasil pengempaan panas campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan perekat organik serta bahan lain

3.13

papan partikel biasa

panel kayu yang dibuat dari hasil perekatan partikel kayu (bagian kayu berukuran kecil)

3.14

papan partikel berlapis venir

papan partikel biasa yang kedua sisinya dilapisi venir

3.15

papan partikel dekoratif

papan partikel yang kedua sisinya dilapisi bahan-bahan (venir, plasti, dan coating) bercorak tertentu untuk tujuan dekoratif

3.16

partikel kasar di permukaan papan partikel

partikel di permukaan papan partikel yang ukurannya lebih besar dari ukuran partikel di sekitarnya

3.17**rusak tepi**

cacat pada bagian tepi papan partikel

3.14**toleransi**

batas penyimpangan yang masih diijinkan

CATATAN Istilah dan definisi lainnya mengacu pada;

- 1) SNI 01-2025-1996, *Kayu lapis indah dan papan blok indah*
- 2) SNI 01-6050-1999, *Emisi formaldehida pada panel kayu*
- 3) SNI 01-5008.2-2000, *Kayu lapis penggunaan umum*
- 4) SNI 01-7201-2006, *Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah*

4 Klasifikasi**4.1 Berdasarkan mutu penampilan**

- 4.1.1 Mutu A;
- 4.1.2 Mutu B;
- 4.1.3 Mutu C;
- 4.1.4 Mutu D.

CATATAN Mutu bagian muka dapat sama atau lebih baik daripada mutu bagian belakang.

4.2 Berdasarkan macam perekat

- 4.2.1 Tipe U: memakai urea formaldehida atau yang setara mutunya.
- 4.2.2 Tipe M: memakai urea-melamin formaldehida atau yang setara mutunya.
- 4.2.3 Tipe P: memakai fenol formaldehida atau yang setara mutunya.

4.3 Berdasarkan tingkat pengolahan permukaan

- 4.3.1 Pengolahan primer: permukaan papan partikel tidak diberi bahan lain (papan partikel biasa).
- 4.3.2 Pengolahan sekunder: permukaan papan partikel diberi lapisan bahan lain berupa:
 - 1) Venir pada kedua permukaannya (papan partikel berlapis veneir).
 - 2) Venir indah atau kertas indah atau resin sintetis atau cat pada satu permukaan atau pada kedua permukaannya (papan partikel dekoratif).

4.4 Berdasarkan keteguhan lentur

- 4.4.1 Untuk papan partikel biasa dan dekoratif, dibagi menjadi tiga tipe yaitu:
 - Tipe 18;
 - Tipe 13;
 - Tipe 8.
- 4.4.2 Untuk papan partikel berlapis veneir hanya satu tipe yaitu tipe 30-15.

4.4.3 Papan partikel biasa struktural, dibagi menjadi 2 tipe yaitu:

- Tipe 24 – 10.
- Tipe 17,5 – 10,5.

4.5 Berdasarkan emisi formaldehida

4.5.1 Tipe F****;

4.5.2 Tipe F***;

4.5.3 Tipe F**;

5 Persyaratan

5.1 Ukuran dan kesikuan

5.1.1 Toleransi panjang dan lebar ± 3 mm.

5.1.2 Toleransi kesikuan: perbedaan dari garis siku maksimum 2 mm.

5.1.3 Toleransi tebal disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Toleransi tebal papan partikel

No.	Macam papan partikel	Tebal (mm)	Toleransi tebal (mm)		
			Tidak diampelas	Diampelas	Dekoratif
1.	Papan partikel biasa	< 15	$\pm 1,0$	$\pm 0,3$	-
		≥ 15			
2.	Papan partikel berlapis venir	< 20	$\pm 1,2$	$\pm 0,3$	-
		≥ 20	$\pm 1,5$	$\pm 0,3$	
3.	Papan partikel dekoratif	< 18	-	-	$\pm 0,5$
		≥ 18	-	-	$\pm 0,6$

5.2 Mutu penampilan

5.2.1 Syarat umum

5.2.1.1 Tidak diperkenankan adanya keropos, lapuk, lekang dan goresan pada papan partikel.

5.2.1.2 Untuk papan partikel berlapis venir ditambah dengan syarat umum sesuai SNI 01-5008.2-2000: *Kayu lapis penggunaan umum*.

5.2.1.3 Untuk papan partikel dekoratif ditambah dengan syarat umum sesuai SNI 01-2025-1996, *Kayu lapis indah dan papan blok indah* dan SNI 01-7201-2006, *Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah*

5.2.2 Syarat khusus

5.2.2.1 Untuk papan partikel biasa, syarat khusus disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Mutu penampilan papan partikel

No.	Jenis cacat	A	B	C	D
1.	Partikel kasar di permukaan panel	Maksimum 10 buah, tidak berkelompok	Maksimum 15 buah, tidak berkelompok	Maksimum 20 buah, tidak berkelompok	Maksimal 50 buah, tidak berkelompok
2.	Noda serbuk	Maksimum diameter 0,5 cm, 1 buah	Maksimum diameter 2,0 cm, 1 buah	Maksimum diameter 4,0 cm, 2 buah	Maksimum diameter 6,0 cm, 5 buah
3.	Noda minyak	Tidak ada	Tidak ada	Maksimum diameter 1 cm, 1 buah	Maksimum diameter 2 cm, 2 buah
4.	Noda perekat	Maksimum diameter 1,0 cm, 1 buah	Maksimum diameter 1,0 cm, 2 buah	Maksimum diameter 2,0 cm, 2 buah	Maksimum diameter 4 cm, 4 buah
5.	Rusak tepi	Tidak ada	Tidak ada	Maksimum lebar 5,0 mm, panjang maks 100 mm	Maksimum lebar 10,0 mm, panjang maksimum 200 mm

5.2.2.2 Untuk papan partikel berlapis venir, syarat khusus sesuai dengan SNI 01-5008-2-2000, *Kayu lapis penggunaan umum*.

5.2.2.3 Untuk papan partikel dekoratif dilapisi venir indah, syarat khusus sesuai dengan SNI 01-2025-1996, *Kayu lapis indah dan papan blok indah*.

5.2.2.4 Untuk papan partikel dekoratif lainnya, syarat khusus sesuai dengan 01-7201-2006, *Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah*.

5.3 Kadar air

Kadar air papan partikel tidak diperkenankan lebih dari 14%.

5.4 Kerapatan

Kerapatan papan partikel antara 0,40 g/cm³ – 0,90 g/cm³.

5.5 Pengembangan tebal setelah direndam air

5.5.1 Untuk papan partikel tipe 8 dengan perekat tipe U tidak dipersyaratkan.

5.5.2 Untuk papan partikel tipe 24 – 10 dan 17,5 – 10,5 bila tebalnya ≤ 12,7 mm, maksimum 25% dan bila tebalnya > 12,7 mm, maksimum 20%.

5.5.3 Untuk papan partikel lainnya maksimum 12%.

5.6 Syarat mekanis

Tabel 3 Syarat sifat mekanis papan partikel struktural

No.	Jenis papan partikel	Tipe	Keteguhan lentur minimum (kgf/cm ²)				Modulus elastisitas lentur (kering) minimum (10 ⁴ kgf/cm ²)	Keteguhan tarik tegak lurus permukaan minimum (kgf/cm ²)	Keteguhan cabut sekrup minimum (kgf) *
			Kering		Basah				
			Arah panjang	Arah lebar	Arah panjang	Arah lebar			
1.	Papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif	18	184		92		3,06 (arah lebar)	3,1	51
		13	133		66		2,55 (arah lebar)	2,0	41
		8	82		-		2,04 (arah lebar)	1,5	31
2.	Papan partikel berlapis venir	30 – 15	306	153	153	77	4,59 (arah panjang) 2,86 (arah lebar)	3,1	51
3.	Papan partikel biasa struktural	24 – 10	245	102	122	51	4,08 (arah panjang) 1,33 (arah lebar)	3,1	51
		17,5-10,5	178	107	90	54	3,06 (arah panjang) 2,04 (arah lebar)		
* Hanya berlaku bagi papan partikel tebal minimum 15 mm.									

5.7 Emisi formaldehida

Tabel 4 Syarat emisi formaldehida

No.	Type	Nilai rata-rata (mg/l)	Nilai maksimum (mg/l)
1.	F****		Maksimum 0,5
2.	F***		Maksimum 1,5
3.	F**		Maksimum 5,0

5.8 Ketahanan permukaan papan partikel dekoratif

5.8.1 Keteguhan tarik lapisan dekoratif

Keteguhan tarik lapisan dekoratif papan partikel minimum 4,0 kgf/cm²

5.8.2 Ketahanan pukul

5.8.2.1 Tidak diperkenankan adanya retak dan terkelupas pada lapisan dekoratif.

5.8.2.2 Diameter lekuk maksimum 20 mm.

5.9 Ketahanan terhadap asam, basa, noda dan perubahan warna

5.9.1 Tidak berlaku bagi papan partikel dekoratif yang dilapisi venir indah.

5.9.2 Tidak terjadi perubahan warna akibat larutan asam maupun basa.

5.9.3 Tidak ada bekas warna atau noda yang tertinggal

5.9.4 Tidak terjadi perubahan warna dan pemudaran kilap

6 Pengambilan contoh

6.1 Pengambilan contoh papan partikel dalam rangka pemeriksaan untuk uji visual dan uji laboratoris dilakukan secara acak yang banyaknya tergantung pada jumlah lembar yang ada pada setiap partai sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Pengambilan contoh papan partikel

No.	Jumlah lembar/ partai	Jumlah lembar contoh	
		Uji visual	Uji laboratoris
1.	≤ 500	35	2
2.	501 - 1000	60	3
3.	1001 - 2000	80	4
4.	≥ 2001	125	5

6.2 Contoh uji laboratoris diambil dari contoh uji visual setelah dilakukan pengujian visual. Ukuran dan banyaknya contoh uji laboratoris untuk setiap macam pengujian disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Contoh uji laboratoris

No.	Macam pengujian	Ukuran contoh uji (mm)	Banyaknya contoh uji
1.	Kerapatan	100 x 100	1
2.	Kadar air	100 x 100	1
3.	Pengembangan tebal setelah direndam air	50 x 50	1
4.	Keteguhan lentur (kering)	Lebar 50 x panjang (S + 50)	Arah panjang 1, arah lebar 1
5.	Keteguhan lentur (basah)	Lebar 50 x panjang (S + 50)	Arah panjang 1, arah lebar 1
6.	Keteguhan tarik tegak lurus permukaan	50 x 50	1
7.	Keteguhan cabut sekrup	50 x 100	1
8.	Emisi formaldehida	50 x 100	Mengacu pada SNI 01-6050-1999, emisi formaldehida pada panel kayu

Tabel 6 (lanjutan)

No.	Macam pengujian	Ukuran contoh uji (mm)	Banyaknya contoh uji
9.	Keteguhan tarik lapisan dekoratif	50 x 50	1
10.	Keteguhan pukul	300 x 300	1
11.	Ketahanan terhadap asam	100 x 100	1
12.	Ketahanan terhadap basa	100 x 100	1
13.	Ketahanan terhadap noda	100 x 100	1
14.	Ketahanan terhadap perubahan warna	150 x 150	1 (3 untuk yang lebih dari satu warna)
15.	Ketahanan terhadap goresan	50 x 50	1

S adalah jarak sangga = 15 x tebal nominal, minimum 150 mm.

7 Cara uji

7.1 Uji visual

7.1.1 Uji dimensi

7.1.1.1 Prinsip

Ketelitian terhadap pengukuran panjang, lebar, tebal dan kesikuan.

7.1.1.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi: meteran, mikrometer, alat penyiku.

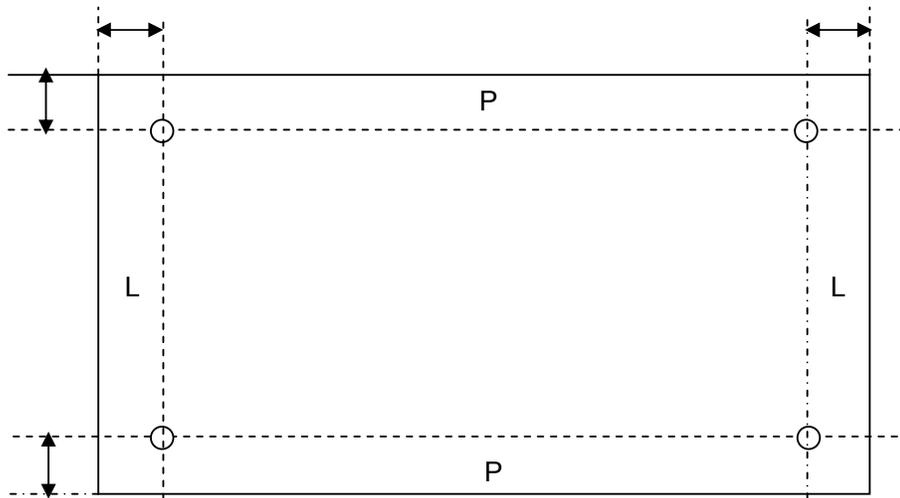
7.1.1.3 Persiapan

Siapkan contoh berupa papan partikel berukuran penuh.

7.1.1.4 Prosedur

- 1) Panjang diukur pada kedua sisi lebarnya, 100 mm dari tepi dengan ketelitian minimum 1 mm (Gambar 1).

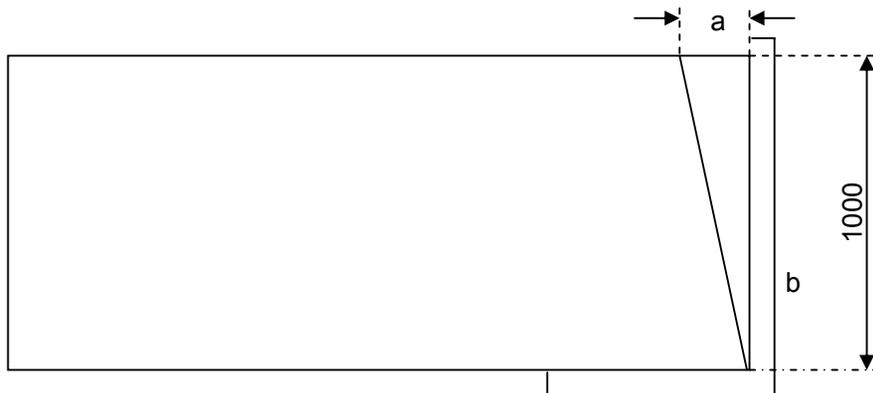
- 2) Lebar diukur pada kedua sisi panjangnya, 100 mm dari tepi dengan ketelitian minimum 1 mm (Gambar 1).
- 3) Tebal diukur pada keempat sudutnya, minimum 20 mm dari sudutnya dengan ketelitian minimum 0,05 mm (Gambar 1).
- 4) Kesikuan diukur pada keempat sudutnya dengan mengukur penyimpangan dari alat penyiku panjang 1000 mm dengan ketelitian minimum 0,5 mm (Gambar 2).



Keterangan gambar:

- P adalah tempat pengukuran panjang papan partikel
- L adalah tempat pengukuran lebar papan partikel
- O adalah tempat pengukuran tebal papan partikel

Gambar 1 Pengujian panjang, lebar dan tebal papan partikel



Keterangan gambar:

- a adalah penyimpangan dari garis siku (mm)
- b adalah alat penyiku

Gambar 2 Pengukuran siku papan partikel

7.1.1.5 Pernyataan hasil

- 1) Panjang merupakan hasil rata-rata dari dua kali pengukuran panjang.
- 2) Lebar merupakan hasil rata-rata dari dua kali pengukuran lebar.
- 3) Tebal merupakan hasil rata-rata dari empat kali pengukuran tebal.
- 4) Kesikuan merupakan hasil rata-rata dari empat kali pengukuran siku.

7.1.1.6 Laporan hasil

Hasil pengukuran dimensi untuk setiap lembar contoh disajikan dalam bentuk tabel.

7.1.2 Uji mutu penampilan

7.1.2.1 Prinsip

Kecermatan terhadap pengamatan adanya cacat yang mempengaruhi mutu penampilan.

7.1.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi: meteran dan jangka sorong dan kaca pembesar (loupe).

7.1.2.3 Persiapan

Siapkan contoh uji berupa panel (berukuran penuh).

7.1.2.4 Prosedur

- 1) Pengujian meliputi: macam cacat, ukuran dan penyebaran cacat sesuai dengan jenis papan partikel yang diuji.
- 2) Pengujian untuk papan partikel biasa mengacu pada Tabel 2.
- 3) Pengujian papan partikel berlapis venir mengacu pada SNI 01-508-2-2000: Kayu lapis penggunaan umum.
- 4) Pengujian papan partikel dekoratif berlapis venir indah mengacu pada SNI 01-2025-1996: Kayu lapis indah dan papan blok indah.
- 5) Pengujian papan partikel dekoratif berlapis kertas indah, kertas resin, resin sintetis atau cat mengacu pada SNI 01-5008.16-2004: Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah.
- 6) Setiap cacat yang terdapat pada papan partikel dinilai dan ditetapkan mutunya sesuai dengan persyaratan.

7.1.2.5 Pernyataan hasil

- 1) Mutu penampilan adalah mutu terendah berdasarkan cacat terberat.
- 2) Apabila terdapat mutu di bawah yang ditetapkan dalam standar maka papan partikel tersebut ditolak uji.

7.1.2.6 Laporan hasil

Hasil pengujian mutu penampilan setiap lembar contoh disajikan dalam bentuk tabel.

7.2 Uji laboratoris

7.2.1 Uji kerapatan

7.2.1.1 Prinsip

Hubungan antara berat dengan isi papan partikel.

7.2.1.2 Peralatan

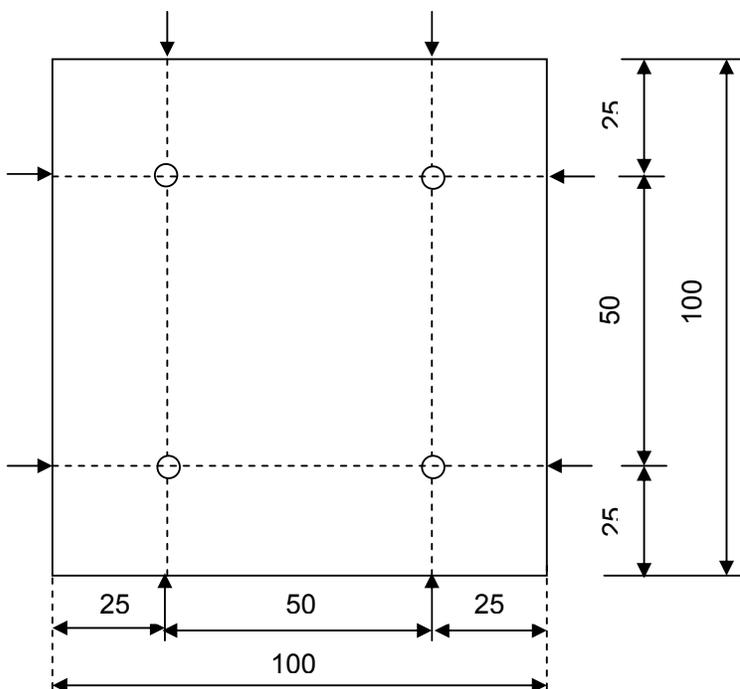
Peralatan yang digunakan meliputi: jangka sorong dan timbangan.

7.2.1.3 Persiapan

Siapkan contoh uji dengan jumlah dan ukuran sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

7.2.1.4 Prosedur.

- 1) Contoh uji diukur panjangnya pada kedua sisi lebarnya, 25 mm dari tepi dengan ketelitian 0,1 mm (Gambar 3).



Keterangan gambar:

- Adalah tempat pengukuran tebal papan partikel (mm).

Gambar 3 Pengukuran contoh uji kerapatan

- 2) Contoh uji diukur lebarnya pada kedua sisi panjangnya, 25 mm dari tepi dengan ketelitian 0,1 mm (Gambar 3).
- 3) Contoh uji diukur tebalnya pada keempat sudutnya, 25 mm dari sudutnya (pada titik persilangan pengukuran panjang dan lebar) dengan ketelitian 0,05 mm (Gambar 3).
- 4) Contoh uji ditimbang dengan ketelitian 0,1 g.

7.2.1.5 Pernyataan hasil

$$\text{Kerapatan (g/cm}^3\text{)} = \frac{B}{I}$$

dengan:

B adalah berat (gram)

I adalah isi (cm³) = panjang (cm) x lebar (cm) x tebal (cm), dengan ketelitian hingga 0,01 g/cm³.

7.2.1.6 Laporan hasil

Hasil pengujian kerapatan untuk setiap lembar contoh disajikan dalam bentuk tabel

7.2.2 Uji kadar air

7.2.2.1 Prinsip

Jumlah air yang dapat dikeluarkan dari papan partikel melalui pemanasan dalam oven.

7.2.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi: timbangan, oven, desikator dan jangka sorong

7.2.2.3 Persiapan

Siapkan contoh uji dengan jumlah dan ukuran sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

7.2.2.4 Prosedur

- 1) Contoh uji ditimbang untuk mengetahui berat awal dengan ketelitian hingga 0,1 gram.
- 2) Contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C ± 2°C;
- 3) Masukkan contoh uji ke dalam desikator, kemudian ditimbang.
- 4) Kegiatan ini diulang dengan selang 6 jam sampai beratnya tetap (berat kering mutlak), yaitu bila perbedaan beratnya maksimum 0,1%.

7.2.2.5 Pernyataan hasil

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Ba} - \text{Bk}}{\text{Bk}} \times 100$$

dengan:

Ba adalah berat awal (gram).

Bk adalah berat kering mutlak (gram).

7.2.2.6 Laporan hasil

Hasil pengujian kadar air untuk setiap lembar contoh disajikan dalam bentuk tabel.

7.2.3 Uji pengembangan tebal setelah direndam air

7.2.3.1 Prinsip

Penambahan tebal papan partikel akibat perendaman dalam air.

7.2.3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi: jangka sorong dan penangas.

7.2.3.3 Persiapan

Siapkan contoh uji dengan jumlah dan ukuran sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

7.2.3.4 Prosedur

- 1) Contoh uji diukur tebalnya pada bagian pusatnya dengan ketelitian 0,05 mm (Gambar 3);
- 2) Contoh uji direndam dalam air pada suhu $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ secara mendatar, sekitar 3 cm dari permukaan air selama ± 24 jam;
- 3) Contoh uji kemudian diangkat, diseka dengan kain dan diukur tebalnya (Gambar 3).

7.2.3.5 Pernyataan hasil

$$\text{Pengembangan tebal (\%)} = \frac{\text{T2} - \text{T1}}{\text{T1}} \times 100$$

dengan:

T2 adalah tebal setelah direndam air (mm).

T1 adalah tebal sebelum direndam air (mm).

7.2.3.6 Laporan hasil

Hasil pengujian pengembangan tebal untuk setiap lembar contoh, disajikan dalam bentuk tabel.

7.2.4 Uji keteguhan lentur kering dan modulus elastisitas lentur

7.2.4.1 Prinsip

Kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

7.2.4.2 Peralatan

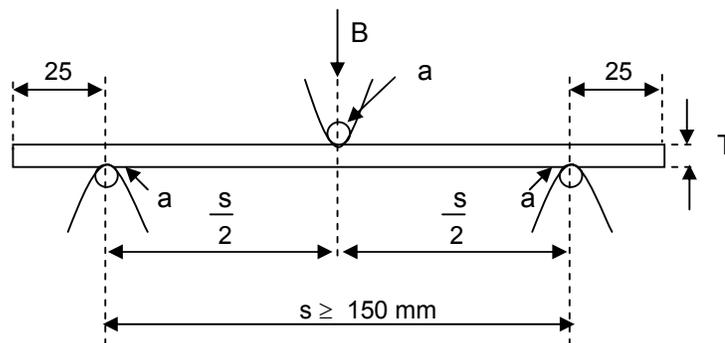
Peralatan yang digunakan meliputi: mesin uji universal, meteran dan jangka sorong.

7.2.4.3 Persiapan

Siapkan contoh uji dengan jumlah dan ukuran sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

7.2.4.4 Prosedur

- 1) Contoh uji diukur panjang, lebar dan tebalnya;
- 2) Contoh diletakkan secara mendatar pada penyangga;
- 3) Beban diberikan pada bagian pusat contoh uji dengan kecepatan sekitar 10 mm/menit, kemudian dicatat defleksi dan beban sampai beban maksimum.



Keterangan gambar:

B adalah beban (kgf).

S adalah jarak sangga (mm).

a adalah diameter ± 10 mm.

T adalah tebal papan partikel

Gambar 4 Uji keteguhan lentur kering dan modulus elastisitas lentur

7.2.4.5 Pernyataan hasil

$$1) \text{ Keteguhan lentur (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{3 BS}{2 LT^2}$$

dengan:

- B adalah beban maksimum (kgf).
- S adalah jarak sangga (cm).
- L adalah lebar (cm).
- T adalah tebal (cm).

Untuk papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif nilai terendah yang dipakai. Untuk papan partikel berlapis venir dan papan partikel biasa struktural, nilai pada arah panjang dan lebar yang dipakai.

$$2) \text{ Modulus elastisitas lentur (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{S^3}{4 LT^3} \times \frac{\Delta B}{\Delta D}$$

dengan:

- S adalah jarak sangga (cm).
- L adalah lebar (cm).
- T adalah tebal (cm).
- ΔB adalah selisih beban ($B_1 - B_2$) yang diambil dari kurva (kgf).
- ΔD adalah defleksi (cm) yang terjadi pada selisih beban ($B_1 - B_2$).

Untuk papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif nilai pada arah lebar yang dipakai. Sedangkan untuk papan partikel berlapis venir dan papan partikel biasa struktural, nilai pada arah panjang dan lebar dipakai.

7.2.4.6 Laporan hasil

Hasil pengujian keteguhan lentur kering dan modulus elastisitas lentur untuk setiap lembar contoh disajikan dalam bentuk tabel.

7.2.5 Uji keteguhan lentur basah

7.2.5.1 Prinsip

Kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan basah.

7.2.5.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi: mesin uji universal, meteran, jangka sorong dan penangas.

7.2.5.3 Persiapan

Siapkan contoh uji dengan jumlah dan ukuran sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

7.2.5.4 Prosedur**7.2.5.4.1 Setelah direndam air panas (untuk papan partikel tipe M)**

- 1) Contoh uji diukur panjang, lebar dan tebalnya (Gambar 3);
- 2) Contoh uji direndam dalam air panas $70^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam;
- 3) Contoh uji direndam dalam air pada suhu kamar selama 1 jam, kemudian diuji dalam keadaan basah seperti pada butir 8.2.4.4 tanpa harus mencatat defleksinya;

7.2.5.4.2 Setelah direndam air mendidih (untuk papan partikel tipe P)

- 1) Contoh uji diukur panjang, lebar dan tebalnya (Gambar 3);
- 2) Contoh uji direndam dalam air mendidih selama 2 jam;
- 3) Contoh uji direndam dalam air pada suhu kamar selama 1 jam, kemudian diuji dalam keadaan basah seperti pada butir 8.2.4.4 tanpa harus dicatat defleksinya.

7.2.5.5 Pernyataan hasil

Keteguhan lentur dihitung dengan rumus sebagaimana butir 8.2.4.5.

7.2.5.6 Laporan hasil

Hasil pengujian keteguhan lentur basah untuk setiap lembar contoh disajikan dalam bentuk tabel.

7.2.6 Keteguhan tarik tegak lurus permukaan**7.2.6.1 Prinsip**

Kemampuan papan partikel untuk menahan beban tarik tegak lurus permukaan.

7.2.6.2 Peralatan

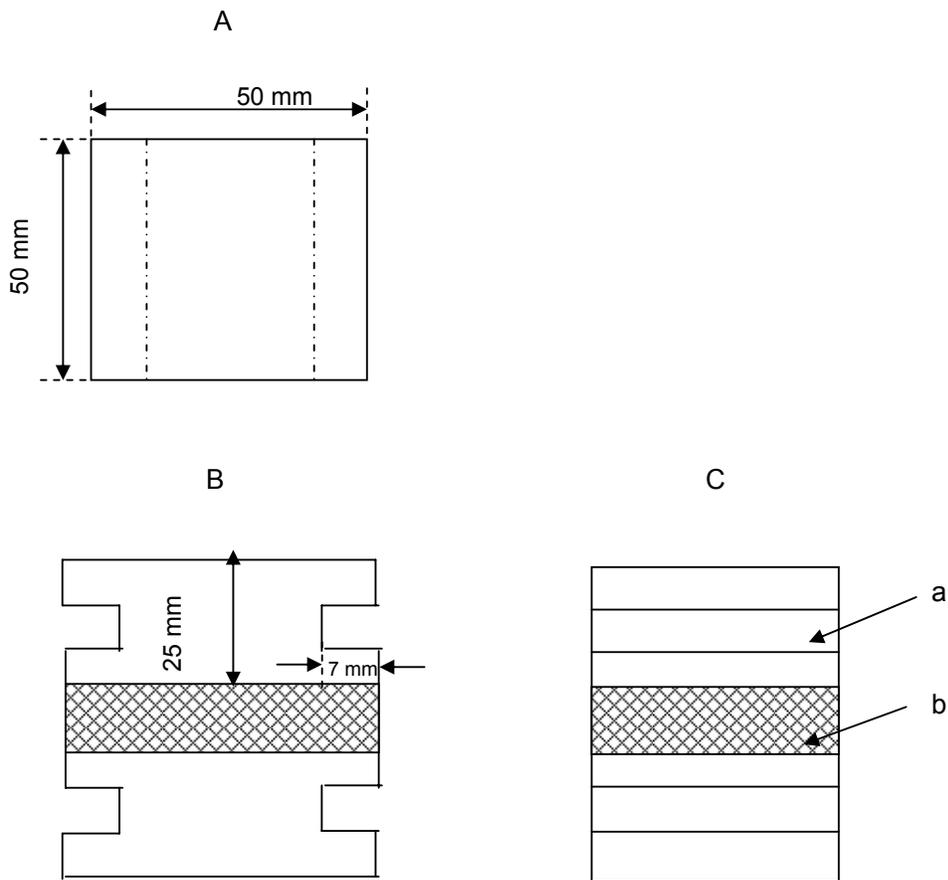
Peralatan yang digunakan meliputi: mesin uji universal dan jangka sorong.

7.2.6.3 Persiapan

Siapkan contoh uji dengan jumlah dan ukuran sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

7.2.6.4 Prosedur

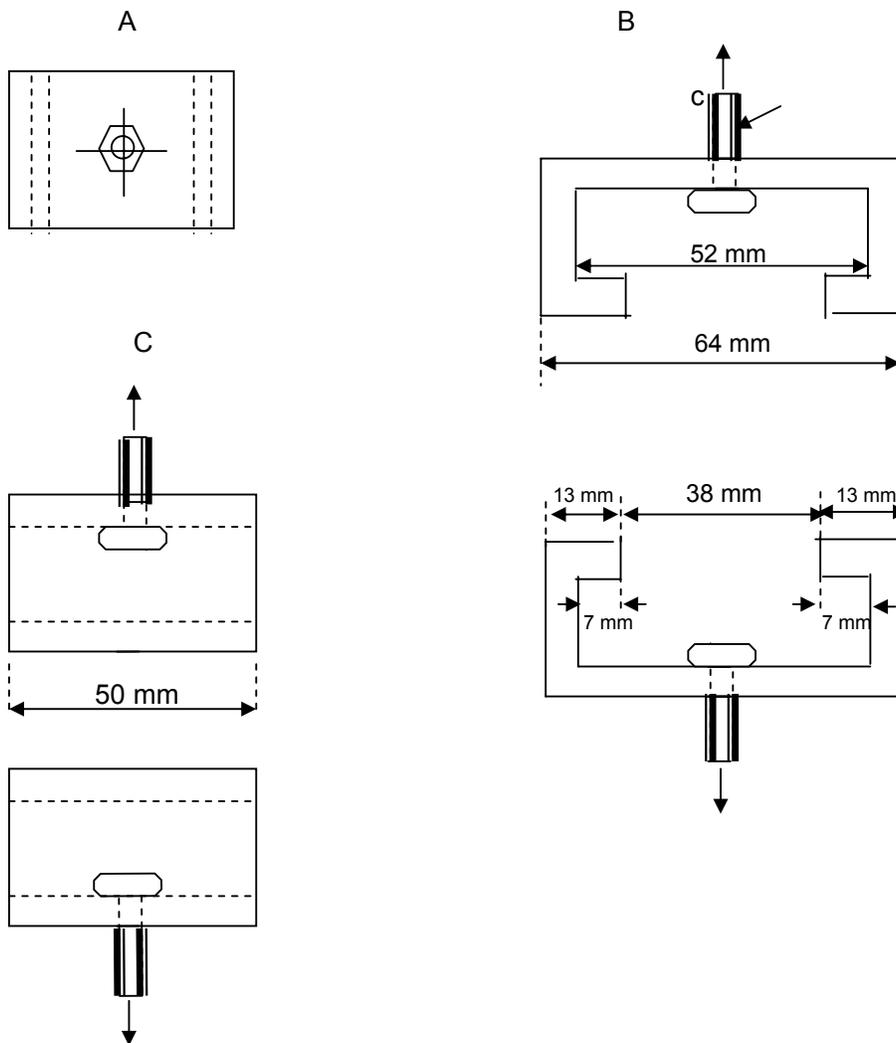
- 1) Buat contoh uji seperti pada Gambar 5;
- 2) Ukur panjang dan lebar lebar contoh uji;
- 3) Contoh uji direkat pada dua buah blok besi atau bahan lain yang memadai, biarkan mengering sampai ± 24 jam (Gambar 5);
- 4) Contoh uji ditarik pada arah vertikal dengan kecepatan sekitar 2 mm/menit dan dicatat beban maksimumnya (Gambar 5).



Keterangan:

- A adalah contoh uji dilihat dari atas.
- B adalah contoh uji dilihat dari samping depan.
- C adalah contoh uji dilihat dari samping sisi.
- a adalah blok besi.
- b adalah contoh uji.

Gambar 5 Contoh uji keteguhan tarik tegak lurus permukaan



Keterangan:

- A adalah tampak dari atas.
- B adalah tampak dari samping depan.
- C adalah tampak dari samping sisi.
- C adalah baut.

Gambar 6 Pembebanan pada uji keteguhan tarik tegak lurus permukaan

7.2.6.5 Pernyataan hasil

Keteguhan tarik tegak lurus permukaan (kgf/cm²) = $\frac{B}{P \times L}$

dengan :

- B adalah beban maksimum (kgf)
- P adalah panjang (cm)
- L adalah lebar (cm)

7.2.6.6 Laporan hasil

Hasil pengujian keteguhan tarik tegak lurus permukaan dari setiap lembar contoh disajikan dalam bentuk tabel

7.2.7 Keteguhan cabut sekrup

7.2.7.1 Prinsip

Kemampuan papan partikel menahan sekrup

7.2.7.2 Peralatan

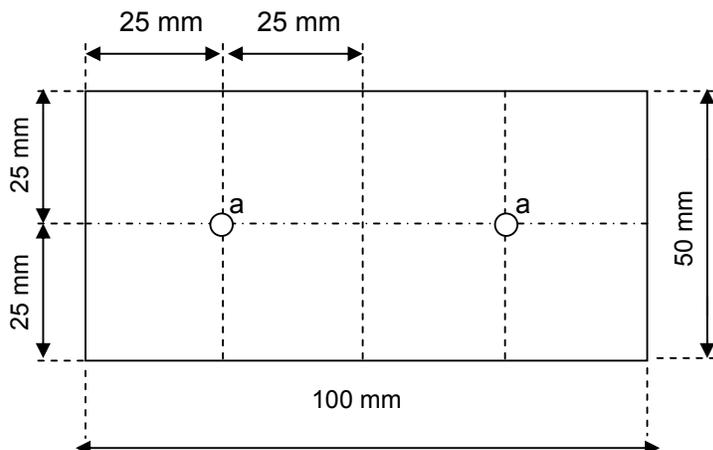
Mesin uji universal dan sekrup panjang nominal 16 mm, diameter nominal 2,7 mm serta panjang ulir sekitar 11 mm

7.2.7.3 Persiapan

Ukuran dan banyaknya contoh uji keteguhan cabut sekrup tercantum pada Tabel 6. Pengujian ini hanya berlaku bagi papan partikel yang tebalnya minimum 15 mm.

7.2.7.4 Prosedur (Gambar 7)

- 1) Sekrup dipasang pada sebelah kiri dan kanan contoh uji tepat pada bagian pusatnya. Disarankan membuat lubang pendahuluan sedalam sekitar 3 mm dengan bor berdiameter 2 mm
- 2) Sekrup ditarik pada arah vertikal dengan kecepatan sekitar 2 mm/menit dan dicatat beban maksimumnya.



Keterangan:

a adalah tempat sekrup

Gambar 7 Uji keteguhan cabut sekrup

7.2.7.5 Pernyataan hasil

Keteguhan cabut sekrup merupakan nilai rata-rata dari dua pengujian

Hasil pengujian keteguhan cabut sekrup dihitung dengan rumus:

$$\text{Keteguhan cabut sekrup (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{B}{P \times L}$$

dengan:

B adalah beban maksimum (kgf)

P adalah panjang (cm)

L adalah lebar (cm)

7.2.7.6 Laporan hasil

Hasil pengujian keteguhan cabut sekrup dari setiap lembar contoh disajikan dalam bentuk tabel.

7.2.8 Emisi formaldehida

Pengujian emisi formaldehida papan partikel mengacu pada SNI 01-6050-1999, *Emisi formaldehida pada panel kayu*.

7.2.9 Keteguhan tarik lapisan dekoratif

Pengujian keteguhan tarik lapisan dekoratif papan partikel mengacu pada SNI 01-7201-2006, *Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah*.

7.2.10 Keteguhan pukul

Pengujian keteguhan pukul papan partikel mengacu pada SNI 01-7201-2006, *Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah* (dengan beban 100 g).

7.2.11 Ketahanan terhadap asam

Pengujian ketahanan papan partikel terhadap asam mengacu pada SNI 01-7201-2006, *Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah*.

7.2.12 Ketahanan terhadap basa

Pengujian ketahanan papan partikel terhadap basa mengacu pada SNI 01-7201-2006, *Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah*.

7.2.13 Ketahanan terhadap noda

Pengujian ketahanan papan partikel terhadap noda mengacu pada SNI 01-7201-2006, *Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah* (dengan dibiarkan selama 2 jam).

7.2.14 Ketahanan terhadap perubahan warna

Pengujian ketahanan papan partikel terhadap perubahan warna mengacu pada SNI 01-7201-2006, *Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah*.

7.2.15 Ketahanan terhadap goresan

Pengujian ketahanan papan partikel terhadap goresan mengacu pada SNI 01-01-7201-2006, *Kayu lapis dan papan blok bermuka kertas indah* (dengan beban tekanan 100 g).

8 Syarat lulus uji

8.1 Contoh papan partikel

Contoh uji dinyatakan lulus uji bila memenuhi persyaratan seperti tercantum pada butir 6.

8.2 Partai papan partikel

Partai papan partikel dinyatakan lulus uji apabila memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- 1) Apabila 90% atau lebih dari jumlah contoh lulus uji maka partai tersebut dinyatakan lulus uji.
- 2) Apabila 70 – 90% dari jumlah contoh lulus uji, maka dilakukan uji ulang dengan jumlah contoh 2 kali contoh pertama. Apabila 90% atau lebih dari hasil uji ulang lulus uji, maka partai tersebut dinyatakan lulus uji.
- 3) Apabila kurang dari 70% dari jumlah lulus uji maka partai tersebut dinyatakan tolak uji.

9 Penandaan

9.1 Pada setiap lembar papan partikel dicantumkan:

- nama/kode/merek perusahaan;
- tipe;
- ukuran;
- mutu.

9.2 Pada bagian luar kemasan dicantumkan:

- buatan Indonesia;
- nama dan alamat perusahaan;
- merek;
- nama barang;
- ukuran;
- tipe;
- mutu.

10 Pengemasan

Papan partikel dikemas dalam bentuk palet sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Setiap palet terdiri atas papan partikel yang mempunyai ukuran, tipe dan mutu yang sama.

Bibliografi

JIS (*Japanese Industrial Standard*) A 5908 – 2003: *Particleboards*

RIWAYAT HIDUP



Endang Sagita Ritonga adalah nama penulis skripsi ini. lahir pada tanggal 09 Juli 1997, Dusun Sigabu, Kecamatan Bilah Barat, Kabupaten Labuhanbatu. Penulis merupakan anak ke empat dari lima bersaudara, dari pasangan Tuani Ritonga dan Lelyani.

Penulis pertama kali masuk sekolah dasar (SD) pada tahun 2004 di SD Negeri 114380 Padang Laut dan tamat pada tahun 2010. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama (SMP) pada tahun yang sama di SMP Negeri 2 Bilah Barat dan tamat tahun 2013. Penulis melanjutkan Sekolah Menengah Atas (SMA) pada tahun 2013 di SMA Swasta Imelda Tanjung Medan dan tamat pada tahun 2016. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa pada tahun 2016 dan terdaftar sebagai mahasiswa di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Fisika dan Tamat pada tahun 2021.

karena ketekunan serta berusaha untuk terus belajar, sehingga penulis berhasil menyelesaikan pengerjaan skripsi ini. Dan penulis berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dalam dunia pendidikan.

Akhir kata, penulis mengucapkan rasa syukur atas terselesaikannya skripsi yang berjudul **“Pengaruh Komposisi campuran Styrofoam dan Serbuk Kulit Buah Kakao Terhadap Karakteristik Papan Partikel”**.