



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI



SACCHARUM OFFICINARUM PARTICLE BOARD

NAMA

NOMBOR PENDAFTARAN

- | | |
|--|----------------|
| 1. MUHAMMAD DANIAL HAIKAL
BIN MOHD RAFAIN | (08DBK22F1004) |
| 2. AMIRUL ASHRAF BIN NIZAM | (08DBK22F1035) |

**JABATAN KEJURUTERAAN AWAM
POLITEKNIK SULTAN SALAHUDDIN ABDUL AZIZ SHAH**

SESI 1:2024/2025

SACCHARUM OFFICINARUM PARTICLE BOARD

NAMA	NOMBOR PENDAFTARAN
3. MUHAMMAD DANIAL HAIKAL BIN MOHD RAFAIN	(08DBK22F1004)
4. AMIRUL ASHRAF BIN NIZAM	(08DBK22F1035)

**Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Kejuruteraan Awam sebagai
memenuhi sebahagian syarat penganugerahan
Diploma Teknologi Berasaskan Kayu**

PENGESAHAN LAPORAN PROJEK

Laporan projek bertajuk “SACCHARUM OFFICINARUM PARTICLE BOARD” ini telah dikemukakan, disemak serta disahkan sebagai memenuhi syarat dan keperluan Penulisan Projek seperti yang telah ditetapkan.

Disemak oleh:

Nama Penyelia	:
Tandatangan Penyelia	:
tarikh	:

Disahkan oleh:

Nama Penyelaras	:
Tandatangan Penyelaras	:
tarikh	:

“Kami akui karya ini adalah hasil kerja kami sendiri kecuali nukilan yang setiap satunya telah kami jelaskan sumbernya”

1. Tandatangan :
Nama : MUHAMMAD DANIAL HAIKAL BIN MOHD RAFAIN
No. Pendaftaran :08DBK22F1004
Tarikh :

2. Tandatangan :
Nama : AMIRUL ASHRAF BIN NIZAM
No. Pendaftaran : 08DBK22F1035
Tarikh :

PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirrahim,

Alhamdulillah, Bersyukur ke hadrat Ilahi yang maha pengasih lagi maha penyayang, dengan izin-Nya memberi peluang kepada kami untuk menyiapkan Projek Tahun Akhir ini. Projek ini hanya dapat dicapai kerana bantuan dan sokongan ramai orang. Kami ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan terima kasih kepada semua orang atas bantuan mereka.

Dengan penuh rasa syukur dan penghargaan, kami ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi sokongan dan bantuan dalam pelaksanaan projek ini.

Pertama sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada **Encik Hazlan Bin Abdullah** yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan tunjuk ajar sepanjang proses pelaksanaan projek ini. Sokongan dan panduan yang diberikan amat membantu dalam memastikan projek ini berjalan lancar dan mencapai objektif yang ditetapkan.

Di samping itu, , penyelaras projek tahun akhir, dan semua pensyarah dipuji atas segala usaha memberikan penerangan dan syarahan mengenai projek tersebut.

Akhir sekali, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada **keluarga dan rakan-rakan** yang sentiasa memberikan sokongan moral sepanjang proses ini. Sokongan kalian menjadi sumber inspirasi dan motivasi kepada saya.

Semoga usaha dan sumbangan daripada semua pihak diberkati dan dirahmati.

ABSTRAK

Projek ini dijalankan untuk menilai potensi kulit dan hampas tebu (*Saccharum Officinarum*) sebagai bahan mentah alternatif dalam penghasilan papan partikel, memandangkan isu pengurusan sisa tebu yang sering dibuang tanpa dimanfaatkan. Keadaan ini bukan sahaja menyebabkan pencemaran alam sekitar tetapi juga membazirkan potensi sumber ekonomi yang signifikan. Kajian ini bertujuan untuk menghasilkan papan partikel yang berkualiti tinggi dengan menggunakan kulit dan hampas tebu sebagai bahan utama serta menilai sifat fizikal seperti ketahanan terhadap kelembapan dan kestabilan dimensi.

Proses penghasilan papan partikel melibatkan penggunaan resin Urea Formaldehid (UF) sebagai bahan pengikat dan Ammonium Klorida (NH_4Cl) sebagai bahan pengeras. Papan partikel dihasilkan melalui proses pemadatan panas pada suhu tertentu, dengan pelbagai peratusan resin dan pengeras diuji untuk menentukan formula optimum. Hasil kajian menunjukkan bahawa penggunaan resin UF pada peratusan 9% bersama NH_4Cl sebanyak 3% menghasilkan papan partikel dengan daya tahan terhadap kelembapan yang terbaik serta kestabilan dimensi yang lebih tinggi. Dalam aspek penyerapan air, kulit tebu menunjukkan prestasi lebih baik berbanding hampas tebu, kerana struktur tebal dan berserat yang mampu mengurangkan kadar penyerapan air.

Penemuan kajian ini membuktikan bahawa kulit dan hampas tebu mempunyai potensi besar sebagai bahan mentah mesra alam yang mampan dalam industri papan partikel. Penggunaan sisa ini bukan sahaja mengurangkan kebergantungan terhadap sumber kayu tradisional, tetapi juga menyokong usaha ke arah pembangunan industri hijau yang lestari. Kajian lanjutan dicadangkan untuk meneroka penggunaan resin bebas formaldehid yang lebih selamat serta bahan tambahan seperti serat semula jadi lain yang mampu meningkatkan sifat mekanikal dan ketahanan papan partikel.

Kesimpulannya, projek ini menyumbang kepada inovasi produk hijau dengan memanfaatkan sisa tebu sebagai bahan binaan alternatif, sejajar dengan keperluan industri moden untuk pendekatan yang lebih mampan dan mesra alam.

ABSTRACT

This project was conducted to evaluate the potential of sugarcane bagasse and its skin (*Saccharum Officinarum*) as alternative raw materials for particleboard production. The issue of sugarcane waste disposal often leads to environmental pollution and represents a missed opportunity for economic value. The study aims to produce high-quality particleboard using sugarcane residues as the main raw material, focusing on physical properties such as moisture resistance and dimensional stability.

The particleboard production process utilized Urea Formaldehyde (UF) resin as the binder and Ammonium Chloride (NH_4Cl) as a hardener. Boards were manufactured through a hot compaction process at specific temperatures, testing various percentages of resin and hardener to determine the optimal formulation. The results showed that a composition of 9% UF resin and 3% NH_4Cl achieved superior moisture resistance and dimensional stability. Regarding water absorption, sugarcane skin outperformed bagasse due to its thick and fibrous structure, which reduces water uptake.

These findings confirm the significant potential of sugarcane bagasse and its skin as sustainable and environmentally friendly raw materials for the particleboard industry. Utilizing these residues reduces reliance on conventional wood resources and aligns with efforts to support green and sustainable industrial practices. Future studies are recommended to explore formaldehyde-free resins for safer applications and the integration of natural fibers to enhance mechanical properties and durability.

In conclusion, this project contributes to green innovation by re-purposing sugarcane waste as an alternative building material, meeting the growing demand for sustainable solutions in modern industries.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	Pengesahan status laporan	i.
	Pengakuan Pelajar	ii.
	Penghargaan	iii.
	Abstrak	iv.
	Abstract	v.
	Senarai kandungan	vi.
	Senarai Jadual	vii.
	Senarai Rajah	viii.
	Senarai Lampiran	ix.
BAB 1	PENDAHUHLUAN	1
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Latarbelakang Projek	2
	1.3 Pernyataan Masalah	3
	1.4 Objektif	3
	1.5 Skop Kajian	4
	1.6 Kepentingan Kajian	4

BAB 2	KAJIAN LITERATUR	5
2.1	Papan Partikel	5
2.2	Kandungan Kelembapan dalam Kulit dan Hampas Tebu untuk Penghasilan Papan Partikel	6
2.3	Penggunaan Urea Formaldehid (UF)	7
2.4	Ammonium Klorida (NH ₄ Cl)	8
BAB 3	METHODOLOGI	9
3.1	Pengenalan	9
3.2	Sumber bahan/ Alatan projek	9
3.2.1	Bahan Pengisi	9
3.2.2	Bahan Perekat	10
3.2.3	Bahan Kimia	10
3.2.4	Peralatan	11-12
3.3	Kaedah-kaedah Perlaksanaan Projek	12
3.3.1	Proses Penyediaan Bahan	12
3.3.2	Proses Memisahkan Bahan	13
3.3.3	Proses Rendaman Bahan	13
3.3.4	Proses Pengeringan Bahan	14
3.3.5	Proses Pengeringan Oven	15
3.3.6	Proses campuran Bahan	16
3.3.7	Proses Pembentukan Hamparan	16
3.3.8	Proses Penekanan Panas	17
3.3.9	Proses Penyediaan Sample Ujian	17
3.4	Kaedah Pengujian	18-21
3.4.1	Ujian Sifat Fizikal	22-23

BAB 4	DAPATAN DAN ANALISIS DATA	24
	4.1 Kesan terhadap Ujian Rendaman Air	24
	4.1.1 Peratus Pembengkakan Ketebalan Kulit dan Hampas Tebu	24-25
	4.1.2 Peratus Penyerapan Air Kulit dan Hampas Tebu	25-26
	4.2 Pencarian Kandungan Lembapan (MC) Mentah, Diproses, Kulit dan Hampas Tebu	26-27
	4.2.1 Peratus Kandungan Lembapan (MC) Mentah	26-27
	4.2.2 Peratus Kandungan Lembapan (MC) Kulit dan Hampas Tebu yang Diperah	27-28
	4.2.3 Peratus Kandungan Lembapan (MC) Kulit dan Hampas Tebu yang Diproses	29-30
BAB 5	PERBINCANGAN	31
	5.1 Perbincangan Penghasilan Papan Partikel daripada Kulit dan Hampas Tebu	31-32
BAB 6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	33
	6.1 Kesimpulan	33-34
	6.2 Cadangan	34-35
	RUJUKAN	36-37
	LAMPIRAN	38-40

SENARAI JADUAL

NO .JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Proses Penyediaan Sampel Ujian	17
3.2	Berat papan kulit dan hampas tebu bagi setiap papan partikel.	21
3.3	Harga untuk setiap bahan.	21

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Pokok Tebu	9
3.2	Bahan Mentah Tebu	9
3.3	Urea Formaldehid (UF)	10
3.4	Ammonium Klorida (NH ₄ Cl)	10
3.5	Peralatan dan Mesin	11
3.6	Sisa Kulit dan Hampas Tebu <i>Saccharum officinarum</i>	12
3.7	Sisa Kulit dan Hampas Tebu <i>Saccharum officinarum</i> Dipisahkan Antara Kulit dan Hampas Secara Manual	13
3.8	Proses Rendaman Bahan	13
3.9	Proses pengeringan <i>Air-Dry</i>	14
3.10	Proses Pengeringan Oven	14
3.11	Proses Campuran Bahan	15
3.12	Proses Pembentukan Hamparan	16
3.13	Proses Penekanan Panas	16
3.14	Pencarian MC tebu, selepas diperah, <i>Air-dry</i> dan <i>Oven-Dry</i>	18
3.15	Ujian Peratus Pembengkakan Ketebalan dan Peratus Penyerapan Air	18
3.16	Carta Alir Proses Penghasilan Papan Partikel	19
3.17	Carta Alir Pencarian MC Tebu	20
3.18	Carta Alir Kaedah Ujian Rendaman Air	23
4.1	Peratus Pembengkakan Ketebalan Kulit dan Hampas Tebu	24
4.2	Peratus Penyerapan Air Kulit dan Hampas Tebu	25
4.3	Peratus Kelembapan Air (MC) Mentah Tebu	26
4.4	Peratus Kelembapan Air (MC) kulit dan Hampas Tebu yang Diperah	27
4.5	Peratus Kelembapan Air (MC) Kulit dan Hampas Tebu yang Diproses	29

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
LAMPIRAN A	Proses Penyediaan Sampel Ujian	38
LAMPRAN B	Berat Papan Bagi Setiap Papan Partikel Kulit dan Hampas Tebu	39
LAMPIRAN C	Harga Untuk Setiap Bahan	40

BAB 1

PENGENALAN

1.1 PENDAHULUAN

Pada masa kini tebu memainkan peranan penting di negara Malaysia. Hampas tebu merupakan sisa buangan yang dihasilkan dalam proses pengeluaran gula. Dalam industri pembuatan gula, kulit dan hampas tebu sering dianggap sebagai bahan buangan, namun potensi penggunaannya dalam pelbagai industri mendapat perhatian. Salah satu potensi penggunaan kulit dan hampas tebu yang semakin berkembang ialah sebagai bahan mentah untuk pembuatan papan. Papan berasaskan kulit dan hampas tebu boleh digunakan dalam pelbagai aplikasi seperti pembinaan, pembuatan perabot, dan produk-produk yang memerlukan bahan komposit yang kuat dan ringan.

Projek ini bertujuan untuk meneroka potensi kulit dan hampas tebu dalam pembuatan papan yang mesra alam. Penggunaan bahan semula jadi ini bukan sahaja dapat mengurangkan kebergantungan terhadap sumber kayu yang terhad, tetapi juga membantu dalam menguruskan sisa buangan industri gula dengan lebih efektif. Papan yang dihasilkan daripada kulit dan hampas tebu berpotensi menjadi alternatif yang baik kepada papan kayu konvensional, terutama dalam konteks pembangunan lestari dan mesra alam.

Hal ini ingin membuka mata kepada orang sekeliling bahawa kulit dan hampas tebu boleh di buat papan dan boleh mengelakkan agar berlaku pembuangan merata-rata.

1.2 LATARBELAKANG PROJEK

Papan partikel merupakan salah satu bahan yang sering digunakan dalam industri pembinaan dan pembuatan perabot kerana kelebihannya yang ringan dan mesra alam. Seiring dengan peningkatan kesedaran terhadap kelestarian alam dan keperluan untuk mengurangkan sisa buangan, terdapat dorongan untuk memanfaatkan bahan mentah yang boleh diperbaharui dan sisa pertanian dalam pembuatan papan partikel.

Salah satu sisa pertanian yang mempunyai potensi besar sebagai bahan asas pembuatan papan partikel ialah hampas tebu. Hampas tebu merupakan sisa dari pemprosesan industri gula yang biasanya dibuang atau dibakar tanpa kegunaan yang lebih lanjut. Namun, hampas tebu mempunyai serat semula jadi yang boleh diperkukuhkan dengan resin untuk membentuk bahan yang kukuh dan tahan lama.

Projek ini bertujuan untuk membangunkan papan partikel berasaskan hampas tebu yang berkualiti tinggi dan mempunyai ciri fizikal serta mekanikal yang setanding dengan papan partikel konvensional. Dengan memanfaatkan hampas tebu sebagai bahan asas, kajian ini diharapkan dapat memberikan penyelesaian untuk mengurangkan sisa pertanian dan menghasilkan produk yang lebih mesra alam.

Selain itu, projek ini juga diharapkan dapat menambah nilai ekonomi bagi sisa hampas tebu dan membuka peluang untuk membangunkan produk berasaskan bahan boleh diperbaharui dalam industri papan partikel. Inovasi ini mampu membantu mengurangkan kebergantungan terhadap bahan mentah kayu serta menyokong kelestarian alam sekitar.

1.3 PERNYATAAN MASALAH

Industri penghasilan seperti gula daripada tebu menghasilkan hampas tebu dalam jumlah yang banyak setiap hari sebagai hasil sampingan daripada proses pemerasan tebu. Namun, hampas tebu ini sering dibuang begitu sahaja tanpa pengurusan yang sistematik, menyebabkan masalah pencemaran di kawasan perniagaan. Selain itu, pembuangan sisa hampas tebu secara merata-rata bukan sahaja menjejaskan kebersihan persekitaran, tetapi juga boleh menjadi tempat pembiakan serangga, menimbulkan bau yang tidak menyenangkan, dan berpotensi menjejaskan imej perniagaan penjual.

Pada masa yang sama, hampas tebu sebenarnya mempunyai potensi yang belum dimanfaatkan sebagai bahan komposit seperti papan partikel. Walaupun terdapat manfaat ekonomi dan alam sekitar yang boleh diperolehi, penggunaan hampas tebu sebagai bahan alternatif masih belum meluas dalam kalangan penjual air tebu dan industri setempat.

Justeru, projek ini bertujuan untuk mengkaji kaedah yang boleh diaplikasikan oleh penjual air tebu untuk memanfaatkan hampas tebu dalam pembuatan produk seperti papan partikel. Pendekatan ini bukan sahaja dapat mengurangkan isu pembuangan sisa hampas tebu yang berleluasa, tetapi juga memberi peluang kepada penjual untuk menambah nilai ekonomi kepada sisa yang dihasilkan, sekali gus menyumbang kepada kelestarian alam sekitar.

1.4 OBJEKTIF KAJIAN

- I. Untuk menghasilkan papan partikel dengan menggunakan hampas dan kulit *Saccharum Officinarum* sebagai bahan mentah utama.
- II. Untuk menentukan peratusan kandungan lembapan kulit dan hampas tebu dan menentukan sifat-sifat fizikal papan partikel yang dihasilkan.

1.5 SKOP KAJIAN

Dalam pemerhatian ini, sifat fizikal hampas tebu, seperti Peratus Pembengkakan dan Ketebalan Air dan Peratus Penyerapan Air. Analisis ini membantu menentukan kesesuaian kulit tebu dan hampas tebu sebagai bahan papan partikel. Proses penghasilan papan komposit berasaskan sisa hampas tebu dan kulit tebu sebagai bahan utama. Seterusnya, melakukan penuangan dengan peratusan yang ditentukan menggunakan bahan resin iaitu Urea Formaldehid (UF) dan Ammonium Klorida sebagai bahan agen pengeras.

1.6 KEPENTINGAN KAJIAN

Pemerhatian ini memainkan peranan penting dalam menangani isu pengurusan sisa yang semakin kritikal, terutama dalam mengurangkan sisa buangan yang dihantar ke tapak pelupusan sampah. Terdapat beberapa kepentingan utama dari kajian ini. Dalam industri gula dan penuaian air tebu, hampas tebu biasanya dibuang sebagai sisa buangan. Kajian ini menekankan kepada penggunaan semula hampas tebu sebagai bahan mentah alternatif untuk pelbagai produk seperti papan komposit, yang boleh mengurangkan jumlah sisa yang dihantar ke tapak pelupusan sampah. Ini membantu mengurangkan bebanan tapak pelupusan yang semakin penuh dan memperlahankan kadar pengumpulan sisa pepejal.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Papan Partikel

Papan partikel, atau lebih dikenali sebagai *particleboard*, merupakan bahan komposit yang diperbuat daripada zarah kayu kecil yang dicampur dengan resin dan dipadatkan pada tekanan serta suhu tinggi. Sejarah perkembangan papan partikel bermula pada abad ke-20, khususnya selepas Perang Dunia Kedua, apabila terdapat kekurangan kayu balak berkualiti tinggi. Menurut Hamdan et al. (2020), inovasi ini muncul sebagai alternatif kepada kayu padu untuk memenuhi permintaan industri pembinaan dan perabot. Penyelidikan oleh Wong et al. (2018) pula menunjukkan bahawa papan partikel menawarkan kelebihan dari segi kos pengeluaran yang rendah, ringan, dan mesra alam, kerana ia memanfaatkan sisa kayu yang biasanya dibuang.

Namun, cabaran utama yang dikaitkan dengan papan partikel adalah daya tahan terhadap kelembapan dan ketahanan mekanikalnya yang lebih rendah berbanding kayu asli (Zakaria & Mohamad, 2019). Kajian ini menggesa penambahbaikan dari segi penggunaan resin yang lebih tahan lama dan mesra alam, seperti resin berasaskan formaldehid rendah atau tanpa formaldehid. Tambahan pula, menurut kajian oleh Abdullah dan Hassan (2021), integrasi bahan tambahan seperti serat semula jadi dan abu kelapa sawit telah menunjukkan peningkatan ciri mekanikal serta sifat ketahanan terhadap air.

Dari perspektif sejarah, perkembangan industri papan partikel di Malaysia telah disokong oleh dasar kerajaan yang mempromosikan industri hiliran kayu. Sebagai contoh, kajian oleh Rahman et al. (2022) mendapati bahawa inisiatif untuk menggalakkan penggunaan sisa industri kayu telah menyumbang kepada pertumbuhan pesat industri ini. Penyelidikan semasa juga menunjukkan potensi penghasilan papan partikel daripada bahan bukan kayu, seperti jerami padi dan batang kelapa sawit, sebagai langkah ke arah pengeluaran yang lebih mampan (Ali et al., 2020).

2.2 Kandungan Kelembapan dalam Kulit dan Hampas Tebu untuk Penghasilan Papan Partikel

Kajian mengenai penggunaan bahan alternatif seperti kulit dan hampas tebu dalam penghasilan papan partikel semakin mendapat perhatian kerana faktor kelestarian dan pengurangan pembaziran sumber. Menurut Abdullah dan Hassan (2021), kulit dan hampas tebu merupakan bahan buangan dari industri pertanian yang kaya dengan serat semula jadi, menjadikannya pilihan yang sesuai untuk bahan mentah alternatif. Kandungan kelembapan dalam bahan mentah memainkan peranan penting dalam proses penghasilan papan partikel, kerana ia mempengaruhi daya lekatan resin dengan serat, ketumpatan produk akhir, serta kestabilan dimensi papan partikel. Kajian oleh Ali, Hamid, dan Farid (2020) mendapati bahawa kandungan kelembapan yang optimum adalah antara 6% hingga 12% untuk memastikan daya tahan mekanikal dan pengikatan resin yang baik.

Selain itu, penyelidikan menunjukkan bahawa kawalan kelembapan dalam kulit dan hampas tebu adalah kritikal untuk menghasilkan papan partikel berkualiti tinggi. Wong, Lim, dan Tan (2018) melaporkan bahawa kelembapan yang berlebihan boleh menyebabkan penyusutan atau pengembangan yang tidak sekata pada papan partikel, manakala kekurangan kelembapan pula boleh mengurangkan keupayaan ikatan antara zarah. Proses pengeringan yang sesuai perlu dilaksanakan sebelum bahan-bahan ini digunakan dalam penghasilan papan partikel. Menurut Rahman, Ahmad, dan Jamil (2022), pemanfaatan bahan seperti kulit dan hampas tebu bukan sahaja membantu mengurangkan pembaziran tetapi juga menyumbang kepada industri yang lebih mesra alam.

Kajian terkini turut menumpukan kepada potensi bahan ini dalam meningkatkan prestasi mekanikal dan fizikal papan partikel. Zakaria dan Mohamad (2019) menyatakan bahawa penambahan bahan pengikat yang mesra alam seperti resin bebas formaldehid dapat meningkatkan ciri kekuatan dan daya tahan air papan partikel daripada hampas tebu. Oleh itu, penggunaan kulit dan hampas tebu bukan sahaja menyokong kelestarian, tetapi juga membuka ruang untuk inovasi dalam penghasilan bahan binaan mampan.

2.3 Penggunaan Urea Formaldehid (UF)

Urea Formaldehid (UF) merupakan salah satu bahan pengikat yang paling meluas penggunaannya dalam penghasilan papan partikel dan produk berasaskan kayu. Resin ini terkenal kerana kosnya yang rendah, keberkesanan ikatan, dan sifatnya yang mudah digunakan. Menurut Abdullah dan Hassan (2021), UF dihasilkan daripada tindak balas kimia antara urea dan formaldehid, yang menghasilkan resin termoset dengan daya lekatan tinggi. Bahan ini telah digunakan secara meluas dalam industri kayu, termasuk papan partikel, papan lapis, dan medium density fiberboard (MDF), kerana ia memberikan sifat mekanikal yang baik serta kestabilan dimensi.

Namun begitu, penggunaan UF sering dikaitkan dengan isu pelepasan formaldehid yang boleh memberi kesan negatif kepada kesihatan manusia dan alam sekitar. Kajian oleh Zakaria dan Mohamad (2019) menunjukkan bahawa papan partikel yang menggunakan UF sebagai bahan pengikat cenderung melepaskan formaldehid, terutama dalam keadaan kelembapan atau suhu tinggi. Oleh itu, penyelidik dan industri kini sedang giat mencari alternatif seperti resin bebas formaldehid atau penambahbaikan formulasi UF untuk mengurangkan pelepasan formaldehid. Wong et al. (2018) mencadangkan pengurangan nisbah molar formaldehid kepada urea semasa proses penghasilan resin sebagai salah satu pendekatan untuk menurunkan kadar pelepasan.

Dari segi prestasi, UF menghasilkan ikatan yang kuat antara zarah kayu, tetapi ia kurang tahan terhadap kelembapan. Rahman et al. (2022) menyarankan integrasi bahan tambahan seperti serat semula jadi atau pengubah suai resin untuk meningkatkan daya tahan UF terhadap air. Meskipun terdapat kelemahan, UF masih menjadi pilihan utama dalam industri kayu kerana kosnya yang kompetitif dan sifat penghasilannya yang konsisten.

2.4 Penggunaan Ammonium Klorida (NH_4Cl)

Ammonium Klorida (NH_4Cl) adalah salah satu bahan yang sering digunakan dalam industri, terutamanya dalam penghasilan papan partikel sebagai pengeras atau pengeras dalam sistem resin, seperti urea formaldehid. Menurut Abdullah dan Hassan (2021), ammonium klorida berfungsi sebagai pemangkin yang membantu mempercepat tindak balas resin dengan zarah kayu, sekali gus meningkatkan kekuatan ikatan antara zarah. Bahan ini menjadi pilihan kerana kosnya yang rendah dan keberkesanan tindak balasnya dalam pelbagai aplikasi.

Kajian oleh Wong et al. (2018) menunjukkan bahawa dos ammonium klorida yang digunakan dalam formulasi resin perlu dikawal dengan teliti. Penggunaan yang berlebihan boleh menyebabkan asiditi yang tinggi dalam campuran, yang boleh menjejaskan sifat mekanikal produk akhir. Sebaliknya, dos yang terlalu rendah mungkin tidak menghasilkan tindak balas pengerasan resin yang mencukupi. Oleh itu, keseimbangan adalah kritikal untuk memastikan prestasi optimum papan partikel.

Selain itu, ammonium klorida juga dikenali sebagai bahan tambahan yang mudah larut dalam air, dan ini menjadikannya sesuai untuk penghasilan papan partikel yang memerlukan ciri-ciri tahan lembapan. Rahman et al. (2022) menyatakan bahawa integrasi bahan ini dengan resin rendah formaldehid memberikan hasil yang lebih mesra alam, sejajar dengan keperluan semasa untuk mengurangkan pelepasan bahan toksik.

Walaupun begitu, cabaran utama dalam penggunaan ammonium klorida adalah kemungkinan kesan sampingan terhadap alam sekitar jika tidak dikendalikan dengan betul. Zakaria dan Mohamad (2019) menegaskan bahawa sisa yang mengandungi ammonium klorida perlu dirawat untuk mengelakkan pencemaran air dan tanah.

BAB 3

METHODOLOGI KAJIAN

3.1 Pendahuluan

Projek ini merupakan projek yang agak mudah dan ringkas tetapi ia menjadi pilihan atas impak-impak positif yang boleh dapat daripada hasilnya. Di dalam projek ini, acuan yang digunakan adalah berukuran 340 (panjang) x 340 (lebar). Papan partikel yang dihasilkan adalah berukuran 340 (panjang) x 340 (lebar) x 12 (tebal). Hampas tebu dan kulit tebu adalah bahan utama dalam projek ini. Penggunaan resin adalah Urea Formaldehid (UF) dan Ammonium Klorida (NH_4Cl) sebagai bahan pengeras. Ketumpatan papan yang dihasilkan adalah 600kg/m^3 . Kiraan kandungan lembapan (MC) juga dilakukan agar dapat kiraan yang betul, iaitu $\frac{(\text{Air-Dry}) - (\text{Oven-Dry})}{(\text{Oven-Dry})} \times 100\%$. Silicone spray akan digunakan untuk mengurangkan kadar lekatan pada acuan.

3.2 Sumber Bahan/Alatan Projek

3.2.1 Bahan Pengisi

Bahan pengisi iaitu kulit dan hampas tebu dapat ditemui di Kampung Batu Empat, Klang, Selangor.



Rajah 3.1: Pokok Tebu.



Rajah 3.2: Bahan Mentah Tebu

3.2.2 Bahan Perekat

Urea Formaldehid (UF) seberat 500g untuk satu plastik beg, diperoleh di Taman Industri Selesa Jaya, Belakong, Selangor. Nisbah pencampuran mengikut berat adalah dua bahagian serbuk dan satu bahagian air. (2:1). Boleh digunakan pada *plywood*, *particle board* dan *wood products*.



Rajah 3.3: Urea Formaldehid (UF)

3.2.3 Bahan Kimia.

Ammonium Klorida (NH_4Cl), juga dibeli di laman web shoppe jenama *Bendosen* seberat 500g untuk dijadikan sebagai agen pengeras.



Appearance	Serbuk hablur putih
Assay	99.6%
Bahan tidak larut air	0/0008%
Iodide	0.01%
nitrate	0.005%
Sulphate	0.025
Iron	0.0001%
Lead	0.0002%
potassium	0.0002%
Sodium	0.005%

Rajah:3.4: Ammonium Klorida (NH_4Cl)

3.2.4 Peralatan/mesin yang digunakan

Peralatan/Mesin:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| i. <i>Sliding Table SawRadial Arm Saws.</i> | ii. Mesin penimbang elektronik besar. |
| iii. <i>Acuan Forming Mold.</i> | iv. Tray. |
| v. <i>Mesin Digital Drying Oven.</i> | vi. Angkup vernier digital. |
| vii. <i>Mesin penekanan panas 100 Tonne Hydraulic Laboratory Hot Press.</i> | viii. Silinder pengukur. |
| ix. <i>Mesin penimbang elektronik.</i> | |



Acuan Forming Mold



Mesin Digital Oven



Mesin penimbang elektronik besar



Mesin penekan panas 100 Tonne Hydraulic Laboratory Hot Press



Radial Arm Saws



Sliding Table Saw

Rajah 3.5: Peralatan dan Mesin

3.3 Kaedah-kaedah Perlaksanaan Projek

Kaedah-kaedah Perlaksanaan Projek ini terdiri daripada Proses Penyediaan Bahan, Proses Memisahkan Bahan, Proses Rendaman Bahan, Proses Pengeringan Bahan, Proses Campuran Bahan, Proses Proses Pembentukan Hamparan, Proses Penekanan Panas, Proses Penyediaan Sampel Ujian dan Kaedah Pengujian iaitu Ujian Sifat Fizikal.

3.3.1 Proses Penyediaan Bahan

Sisa kulit dan hampas tebu *Saccharum Officinarum*, Urea Formaldehid (UF) dan Ammonium Klorida disediakan.



Rajah 3.6: Sisa Kulit dan Hampas Tebu *Saccharum Officinarum*

3.3.2 Proses Memisahkan Bahan

Sisa kulit dan hampas tebu *Saccharum Officinarum* dipisahkan antara kulit dan hampas secara manual. Proses ini dilakukan selama 5-6 hari bagi mendapat jumlah berat yang mencukupi. Di mana jumlah berat papan yang hendak dihasilkan adalah 600 g bagi setiap 6 papan. Lebih mudah apabila tebu masih lagi basah.



Rajah3.7: Sisa Kulit dan Hampas Tebu *Saccharum Officinarum* Dipisahkan Antara Kulit dan Hampas Secara Manual

3.3.3 Proses Rendaman Bahan

Proses ini dilakukan bagi mengurangkan lagi kandungan gula yang ada di dalam tebu dengan menggunakan air paip dalam masa 24 jam.



Rajah 3.8: Proses Rendaman Bahan

3.3.4 Proses Pengeringan Bahan

Tebu yang telah direndam akan dikeringkan secara *Air-dry* di bawah cahaya matahari. Proses ini memakan masa 2 hingga 3 minggu bagi memastikan bahan-bahan tersebut kering sepenuhnya.



Rajah 3.9: Proses Pengeringan *Air-Dry*

3.3.5 Proses Pengeringan Oven

Dalam proses ini, tebu yang telah dikeringkan secara *Air-dry* akan dikeringkan lagi secara *oven-dry* selama 24 jam pada suhu 105°C.



Rajah 3.10: Proses Pengeringan Oven

3.3.6 Proses Campuran Bahan

Dalam proses ini, kulit dan hampas tebu *Saccharum Officinarum*, UF, dan NH_4Cl ditimbang mengikut berat yang ditetapkan bagi menghasilkan ketumpatan papan partikel 600kg/m^3 . Papan kulit dan hampas tebu ini dihasilkan sebanyak 6 papan bagi setiap sisa tebu tersebut. Bagi penggunaan bahan perekat dan kimia pula, perekat akan digunakan pada setiap papan akan sebanyak 3%, 6% dan 9%. Manakala penggunaan kimia pula digunakan sebanyak 1%, 2% dan 3%.

Kemudian, campuran bahan pengisi tersebut di masukkan ke dalam besen. Perekat UF digunakan sebanyak 3%, 6% dan 9% daripada jumlah jisim keseluruhan. Manakala, NH_4Cl sebanyak 1%, 2% dan 3% daripada jisim kimia di campurkan ke dalam perekat berfungsi sebagai pengeras bagi mempercepatkan proses permatang perekat.

Setelah itu, larutan perekat UF dan NH_4Cl dimasukkan secara beransur-ansur ke dalam campuran bahan pengisi. Proses menggaul dilakukan bagi memastikan perekat tersebar dengan sekata. Masa yang diperlukan bagi proses menggaul adalah lebih kurang 10 hingga 12 minit.



Rajah 3.11: Proses Campuran Bahan

3.3.7 Proses Pembentukan Hamparan

Kemudian, campuran bahan tersebut dimasukkan ke dalam *Forming Mould* yang berbentuk segi empat. Proses ini bertujuan bagi mendapatkan bentuk hamparan papan dan persediaan kepada penggunaan proses penekanan. Proses pembentukan hamparan dilakukan secara manual. Pada permukaan atas dan bawah diletakkan sekeping plat besi yang telah disemburkan dengan *Silicone Spray* bagi mengelakkan papan melekat pada plat besi.



Rajah 3.12: Proses Pembentukan Hamparan

3.3.8 Proses Penekanan Panas

Proses penekanan panas dikenakan kepada hamparan. Proses ini bertujuan bagi mematangkan resin yang terdapat di dalam hamparan. Masa penekanan adalah selama 6 hingga 12 minit, ditekan dua kali bagi memastikan resin tersebut matang dengan kadar yang segera pada suhu 160°C.



Rajah 3.13: Proses Penekanan Panas

3.3.9 Proses Penyediaan Sampel Ujian

Jadual ini menunjukkan saiz sample bagi melakukan ujikaji ini. Saiz sampel dipotong berdasarkan “Malaysian standard 1187 : part 6 : 2005”. Juga, jadual pengiraan MC kulit dan hampas tebu.

Jadual 3.1: Proses Penyediaan Sampel Ujian

JENIS-JENIS UJIAN	SAIZ SAMPEL (mm)
Ujian Peratus Pembengkakan Ketebalan	50 x 50 x 12
Peratus Penyerapan Air	50 x 50 x 12

Pencarian MC tebu, selepas diperah, *Air-dry* dan *oven-dry*.



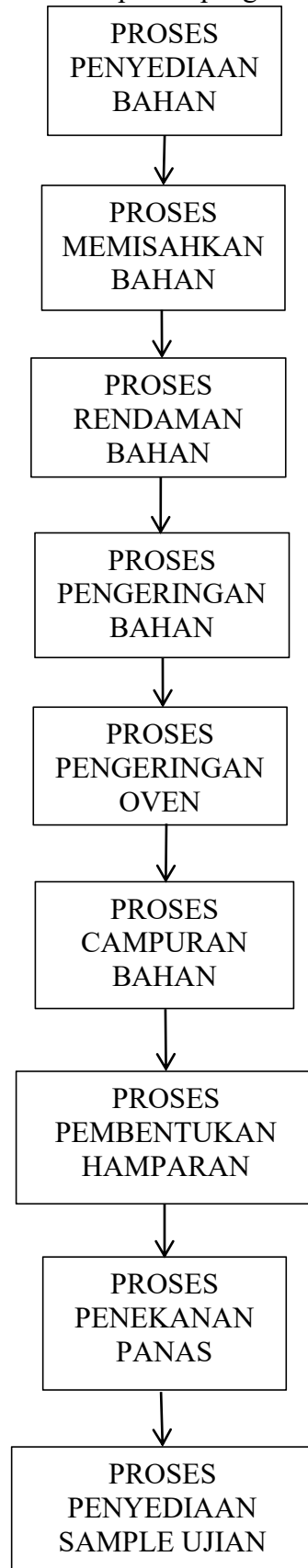
Rajah 3.14: Pencarian MC Tebu, Selepas diperah, Air-dry dan Oven-Dry

Ujian *Pembengkakan Ketebalan dan Peratus Penyerapan Air*



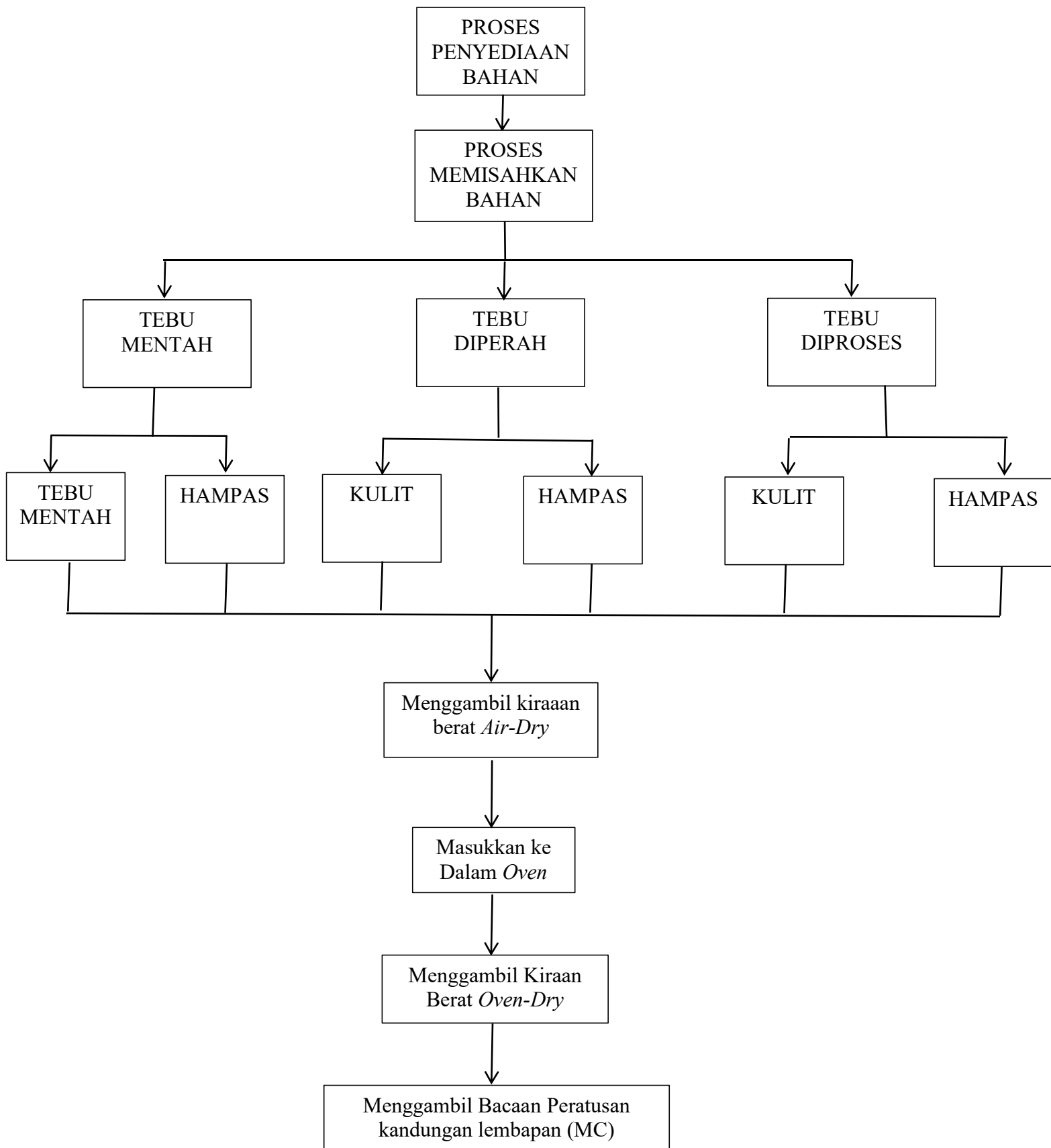
Rajah 3.15: Ujian Peratus Pembengkakan Ketebalan dan Peratus Penyerapan Air

Rajah 3.16 menunjukkan carta alir proses penghasilan papan partikel.



Rajah 3.16: Carta Alir Proses Penghasilan Papan Partikel

Rajah 3.17 menunjukkan carta alir proses pencarian MC untuk tebu.



Rajah 3.17 Carta Alir Pencarian MC Tebu.

Ketumpatan bagi setiap papan partikel kulit dan hampas tebu yang dihasilkan.

Formula: $\rho = \frac{M}{V}$, VOLUME:-

$340 \text{ (panjang)} \times 340 \text{ (lebar)} \times 12 \text{ (tebal)} = 1387.2 \text{ cm}^3$

Jadual 3.2: Berat papan bagi setiap papan partikel kulit dan hampas tebu.

RESIN	KULIT	HAMPAS
3%	340kg/m ³	386.4kg/m ³
6%	372kg/m ³	374.2kg/m ³
9%	419.4kg/m ³	423.23kg/m ³

Harga untuk setiap bahan.

Jadual 3.3: Harga untuk setiap bahan.

Bahan	Harga	Jumlah yang dibeli
Hampas + Kulit tebu	RM 1.00 x 4	RM 4.00
Ammonium Klorida (NH ₄ Cl)	RM 57.20 x 1	RM 57.20
Urea Formaldehid (UF)	RM 14.00 x4	RM 56.00
Silicone Spray	RM 15.99 x 2	RM 31.98
Tebu segar	RM 1.00 x 1	RM 1.00
	Totals	RM150.18

3.4 Kaedah Pengujian

Kaedah pengujian ini dilakukan ke atas papan partikel bertujuan untuk mengetahui kekuatan papan yang dihasilkan. Proses pengujian ini menggunakan kaedah “Malaysian standard 1187 : part 6 : 2005”. Kajian ini merangkumi ujian sifat fizikal. Juga, jadual pengiraan MC kulit dan hampas tebu.

3.4.1 Ujian Sifat fizikal

Sifat fizikal komposit boleh dipengaruhi oleh keadaan persekitaran. Apabila didedahkan pada persekitaran yang lembap, sifat fizikal komposit akan mengalami pengembangan akibat daripada penyerapan air. Sifat fizikal papan partikel ini boleh diuji dengan menggunakan kaedah ujian rendaman air. Berikut merupakan kaedah ujian rendaman air.

1) Ujian Rendaman Air

Ujian ini dilakukan bagi mengkaji kadar Peratus Pembengkakan Ketebalan dan Peratus Penyerapan Air. Ukuran sampel yang digunakan adalah 50(panjang) x 50(lebar) x 12(tebal), sebanyak 10 sampel bagi setiap 3 papan kulit tebu dan 3 papan hampas tebu. Berat setiap sampel ditimbang dan diukur ketebalannya sebelum direndam ke dalam air. Bacaan setiap sampel direkodkan pada keesokan harinya iaitu proses rendaman selama 24 jam.

(1) Peratus Pembengkakan Ketebalan (%):

$$\frac{T_1 - T_0}{T_0} \times 100\%$$

Dimana, T_0 = Tebal sebelum direndam (mm)

T_1 = tebal selepas direndam (mm)

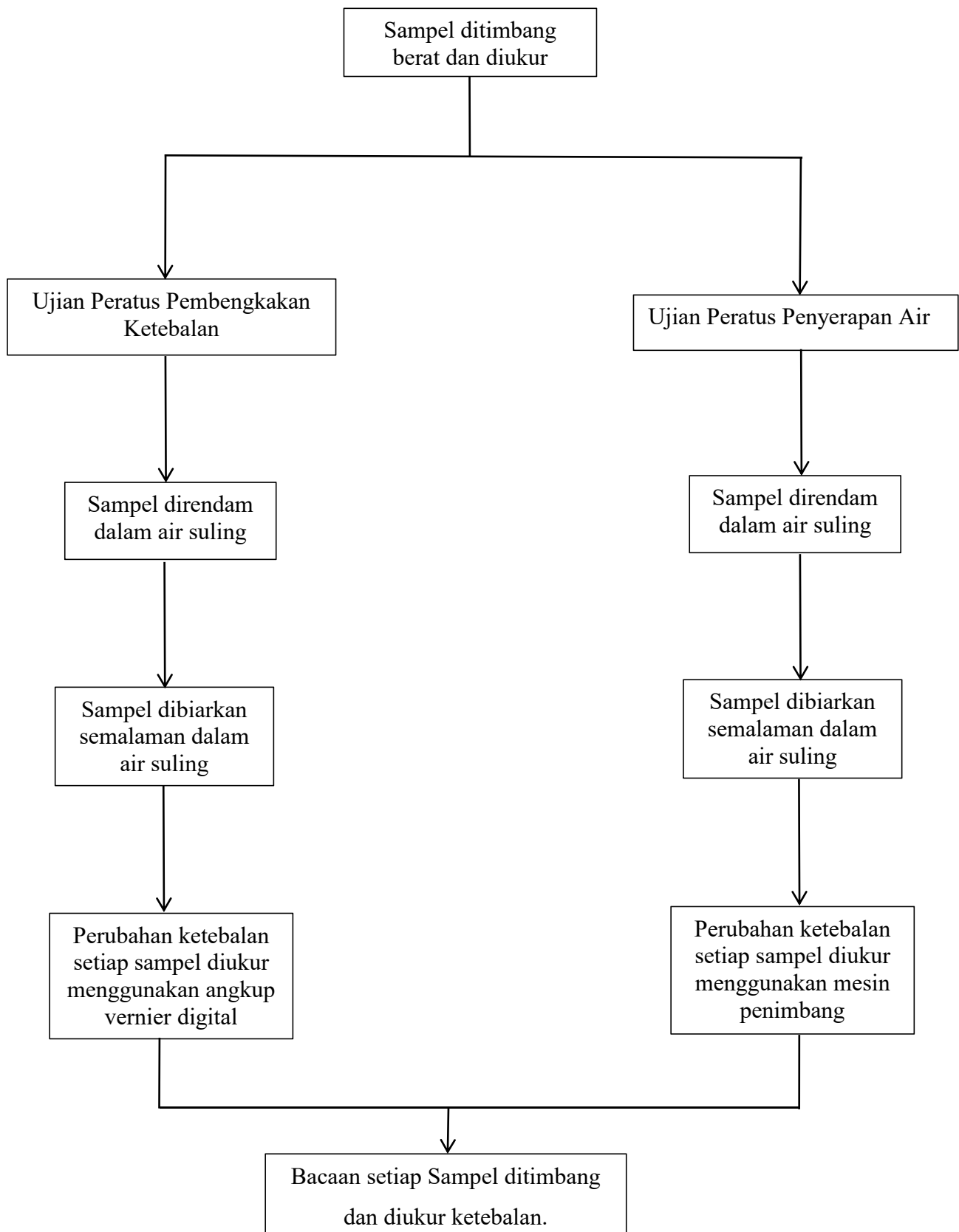
(2) Peratus Penyerapan Air (%):

$$\frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Dimana, W_0 = Berat sebelum direndam (g)

W_1 = Berat selepas direndam (g)

Rajah 3.4.1 menunjukkan carta alir kaedah ujian rendaman air.



Rajah 3.18: Carta Alir Kaedah Ujian Rendaman Air

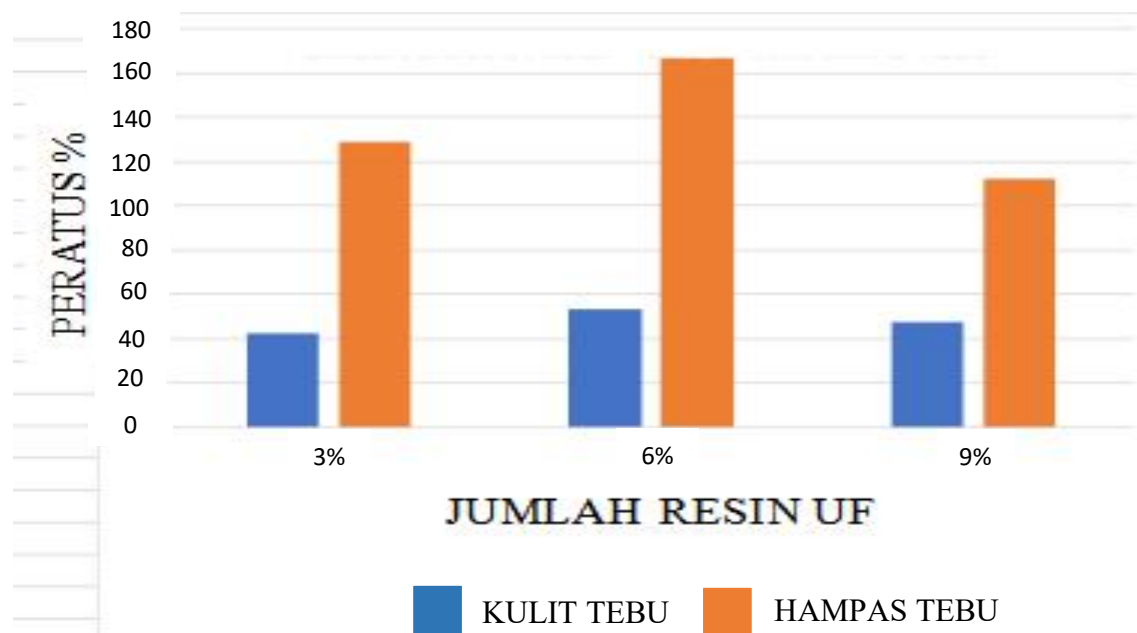
BAB 4

DAPATAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Kesan Terhadap Ujian Rendaman Air

Kajian ujian rendaman air merupakan salah satu ujian sifat fizikal papan partikel. Ujian ini merangkumi kajian Peratus Pembengkakan Ketebalan dan Peratus Penyerapan Air MC pada sampel papan partikel yang dihasilkan.

4.1.1 Peratus Pembengkakan Ketebalan Kulit dan Hampas Tebu



Rajah 4.1: Peratus Pembengkakan Ketebalan Kulit dan Hampas Tebu

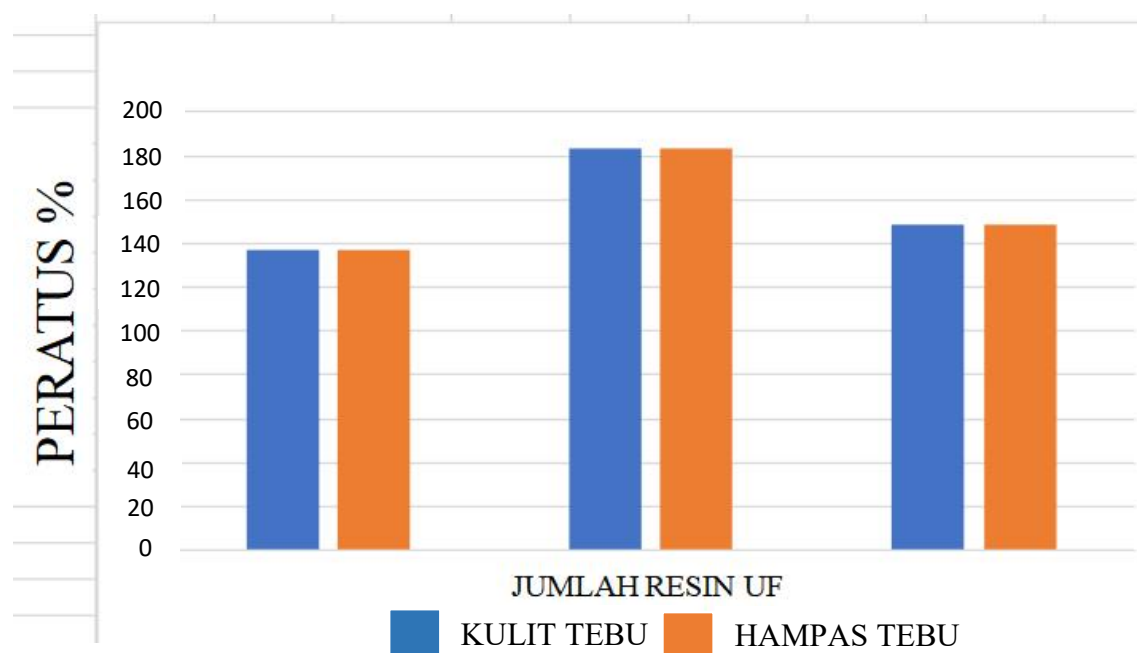
Berdasarkan Rajah 4.1, data menunjukkan perbezaan kadar pembengkakan antara kulit tebu dan hampas tebu apabila dikenakan kadar resin yang berbeza (3%, 6%, dan 9%). Secara keseluruhan, hampas tebu menunjukkan kadar pembengkakan yang lebih tinggi berbanding kulit tebu dalam semua tahap kelembapan yang diuji.

Pada penggunaan resin UF sebanyak 3%, hampas tebu mencatatkan pembengkakan sebanyak 128.73%, jauh lebih tinggi daripada kulit tebu yang hanya mencatatkan 42.66%. Perbezaan ini semakin ketara pada resin 6%, di mana hampas

tebu mencapai pembengkakan maksimum 166.54%, manakala kulit tebu meningkat kepada 53.08%. Apabila resin dinaikkan kepada 9%, pembengkakan hampas tebu menurun kepada 112.33%, sementara kulit tebu menunjukkan sedikit penurunan kepada 47.13%.

Perbezaan ini mungkin disebabkan oleh struktur fizikal dan komposisi bahan masing-masing. Hampas tebu, yang lebih halus dan berpori, menyerap lebih banyak air dan mengembang lebih ketara. Sebaliknya, kulit tebu yang lebih tebal dan berserat mempunyai kapasiti penyerapan air yang lebih rendah. Hasil ini penting untuk memahami sifat bahan dalam aplikasi seperti pembuatan komposit atau produk bioplastik, di mana kestabilan dimensi terhadap kelembapan adalah faktor kritikal.

4.1.2 Peratus Penyerapan Air Kulit dan Hampas Tebu



Rajah 4.2: Peratus Penyerapan Air Kulit dan Hampas Tebu

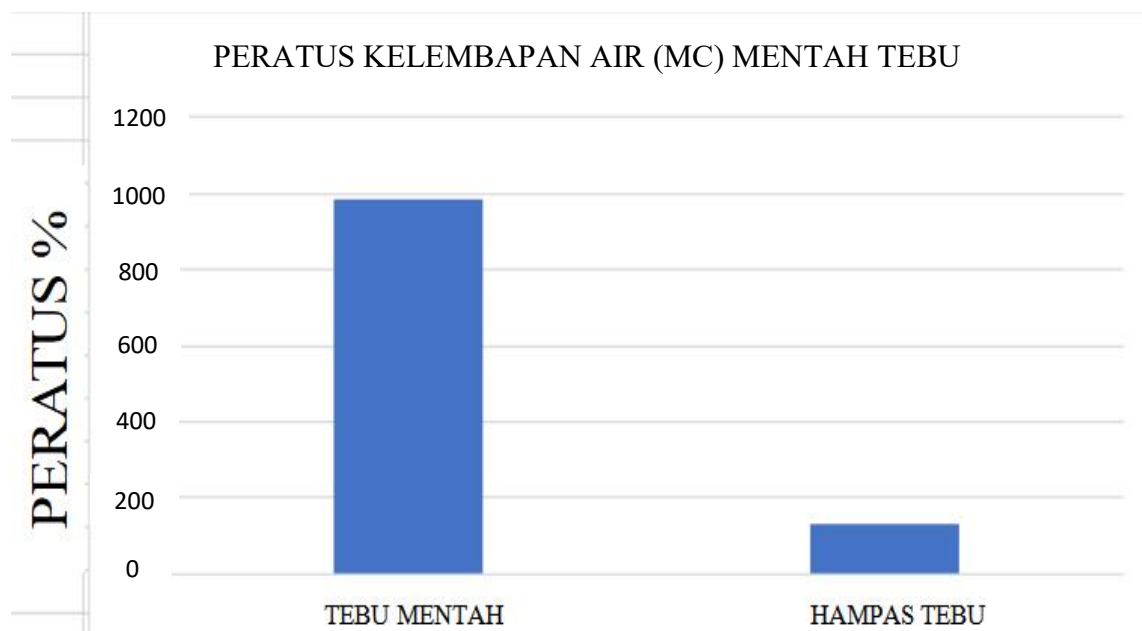
Berdasarkan Rajah 4.2, data menunjukkan kadar penyerapan air untuk kedua-dua bahan iaitu kulit tebu dan hampas tebu pada kadar penggunaan resin UF sebanyak 3%, 6%, dan 9%. Secara keseluruhan, perbezaan kadar penyerapan air antara kulit tebu dan hampas tebu adalah kecil, dengan kedua-duanya menunjukkan trend yang hampir sama pada setiap tahap kelembapan.

Pada kadar resin 3%, kulit tebu mencatatkan penyerapan air sebanyak 136.9%, hampir menyamai hampas tebu pada 136.902%. Pada tahap resin 6%, kedua-dua bahan menunjukkan peningkatan yang ketara, dengan kulit tebu dan hampas tebu masing-masing mencatatkan 183.75% dan 183.75%. Pada resin 9%, kadar penyerapan air bagi kedua-duanya adalah sama, iaitu 148.35%.

Persamaan dalam trend ini menunjukkan bahawa kedua-dua kulit tebu dan hampas tebu mempunyai sifat yang hampir sama dari segi keupayaan menyerap air. Namun, sedikit variasi pada kadar kelembapan tertentu mungkin disebabkan oleh perbezaan struktur serat atau ketumpatan bahan. Hasil ini penting dalam memahami sifat fizikal dan kebolehan kedua-dua bahan dalam aplikasi seperti komposit atau produk berasaskan bio, di mana kemampuan penyerapan air boleh mempengaruhi prestasi dan jangka hayat bahan.

4.2 Pencarian Peratus (%) Kandungan Lembapan (MC) Mentah, Diproses, Kulit dan Hampas Tebu

4.2.1 Peratus Kelembapan air (MC) Mentah Tebu



Rajah 4.3: Peratus Kelembapan air (MC) Mentah Tebu

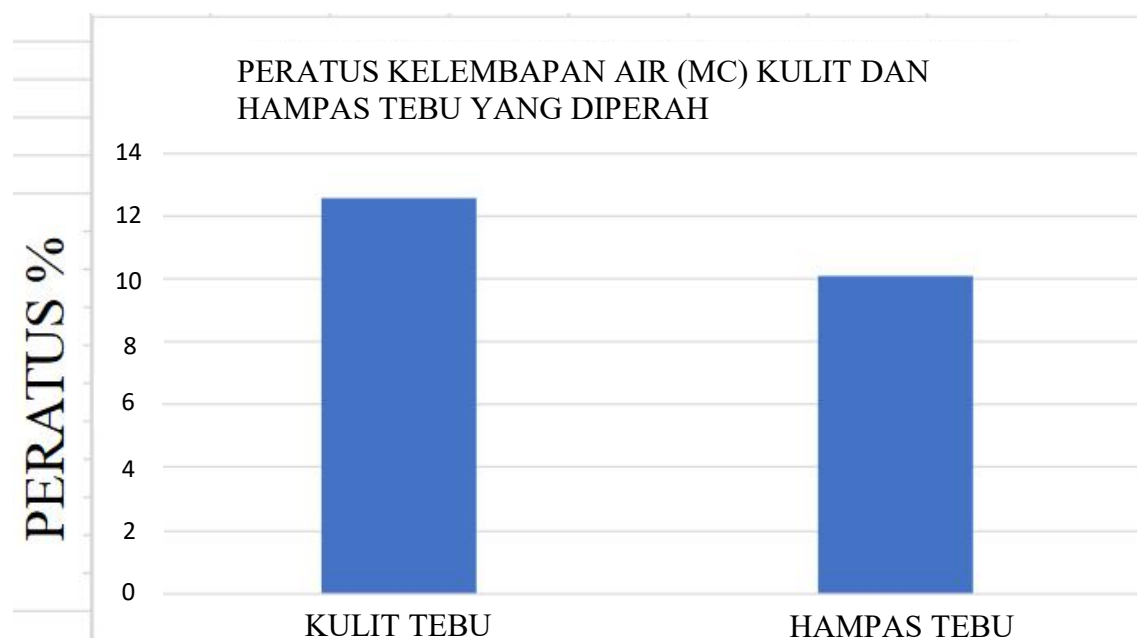
Berdasarkan Rajah 4.3, terdapat perbezaan ketara antara kandungan MC (*Moisture Content*) mentah bagi tebu mentah dan hampas tebu. Nilai kandungan MC

tebu mentah adalah sebanyak 982.43, manakala hampas tebu hanya mencatatkan 131.53. Ini menunjukkan bahawa tebu mentah mempunyai kadar kelembapan yang jauh lebih tinggi berbanding hampas tebu, yang cenderung lebih kering.

Kandungan MC yang tinggi pada tebu mentah menunjukkan bahawa bahan ini mengandungi lebih banyak air, menjadikannya sumber utama kelembapan semasa proses pengolahan. Sebaliknya, kandungan MC yang rendah pada hampas tebu menunjukkan bahan ini lebih sesuai untuk kegunaan lain, seperti dijadikan bahan bakar atau digunakan dalam proses pengolahan sekunder yang memerlukan bahan kering.

Secara keseluruhannya, perbezaan kandungan MC antara tebu mentah dan hampas tebu memberikan implikasi penting kepada industri. Tebu mentah boleh diutamakan untuk menghasilkan jus atau produk utama, manakala hampas tebu boleh dioptimumkan untuk kegunaan tambahan. Strategi yang berbeza perlu dirancang untuk memastikan sumber ini dimanfaatkan sepenuhnya dan efisien.

4.2.2 Peratus Kelembapan Air (MC) Kulit dan Hampas tebu yang Diperah



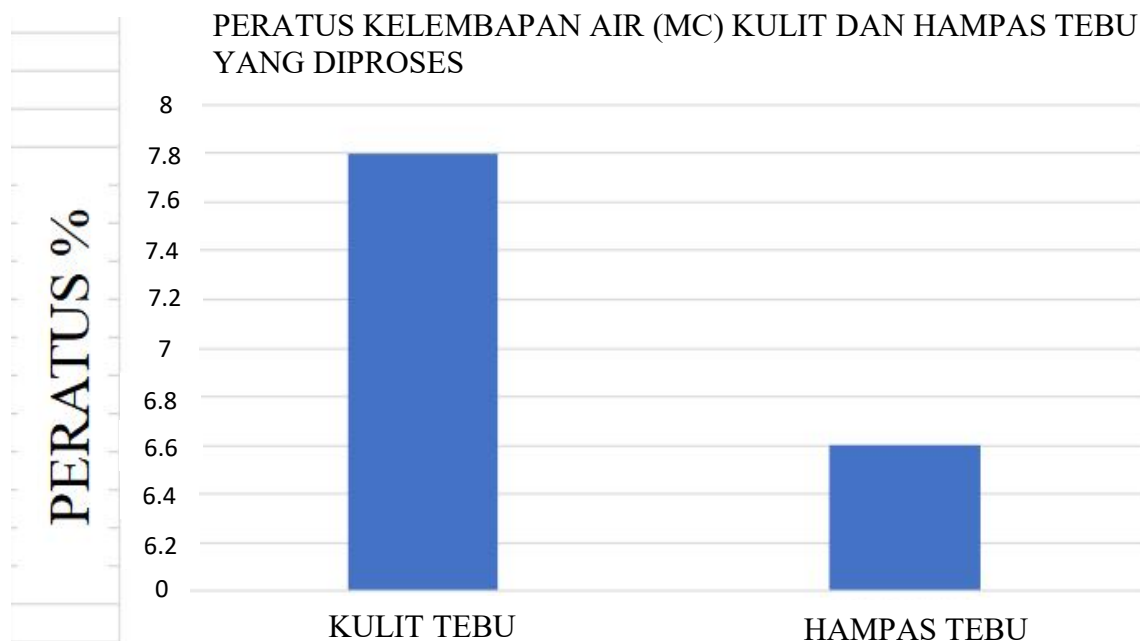
Rajah 4.4: Peratus Kelembapan Air (MC) Kulit dan Hampas tebu yang Diperah

Berdasarkan Rajah 4.4, terdapat perbezaan kandungan MC (*Moisture Content*) antara kulit tebu dan hampas tebu selepas diperah. Kulit tebu mencatatkan kandungan MC sebanyak 12.57%, manakala hampas tebu mempunyai nilai yang lebih rendah iaitu 10.09%. Perbezaan ini menunjukkan bahawa kulit tebu masih menyimpan lebih banyak kelembapan berbanding hampas tebu selepas proses pemerasan.

Kulit tebu dengan kandungan MC yang lebih tinggi mungkin disebabkan oleh sifatnya yang tebal dan lebih sukar untuk diperah sepenuhnya. Sebaliknya, hampas tebu yang lebih halus dan kering menunjukkan bahawa ia telah kehilangan sebahagian besar kandungan airnya semasa proses pemerasan. Ini menjadikan hampas tebu lebih sesuai untuk kegunaan seperti bahan bakar bio atau kompos, manakala kulit tebu mungkin memerlukan proses tambahan untuk pengeringan jika hendak digunakan untuk tujuan lain.

Secara keseluruhannya, perbezaan kandungan MC antara kulit tebu dan hampas tebu selepas diperah memberikan gambaran tentang kecekapan proses pemerasan. Keupayaan untuk memanfaatkan kedua-dua bahan ini dengan cara yang sesuai boleh membantu meningkatkan kecekapan industri tebu, seperti meminimalkan sisa dan memaksimumkan nilai setiap komponen tebu.

4.2.3: Peratus Kelembapan Air (MC) Kulit dan Hampas Tebu yang Diproses



Rajah 4.5: Peratus Kelembapan Air (MC) Kulit dan Hampas Tebu yang Diproses

Berdasarkan Rajah 4.5, data menunjukkan peratusan kandungan kelembapan (MC) pada kulit tebu dan hampas tebu yang telah diproses. Kulit tebu mempunyai kandungan kelembapan yang lebih tinggi iaitu 7.8%, manakala hampas tebu mencatatkan nilai yang lebih rendah iaitu 6.6%. Perbezaan ini menunjukkan bahawa kulit tebu menyimpan lebih banyak kelembapan berbanding hampas tebu.

Kulit tebu, yang secara semula jadi lebih tebal dan mengandungi lapisan pelindung, mungkin menyebabkan kandungan kelembapan yang lebih tinggi ini. Struktur fizikal kulit tebu juga boleh berfungsi sebagai penahan kelembapan, menjadikannya sukar untuk air tersejat dengan cepat semasa proses. Sebaliknya, hampas tebu adalah hasil sisa yang lebih halus dan terdedah kepada proses pengeringan yang lebih cepat.

Pengetahuan tentang peratusan kelembapan ini adalah penting dalam pelbagai aplikasi industri seperti pembuatan biojisim atau pengeluaran kertas. Kulit tebu yang mempunyai kandungan air lebih tinggi mungkin memerlukan proses tambahan untuk

pengeringan, sementara hampas tebu, dengan kandungan air yang lebih rendah, berpotensi lebih mudah diproses untuk kegunaan tertentu.

BAB 5

PERBINCANGAN

5.1 Perbincangan Penghasilan Papan Partikel daripada Kulit dan Hampas Tebu

Rajah 4.4 menunjukkan perbezaan ketara dalam peratusan kandungan kelembapan (MC) antara kulit tebu dan hampas tebu selepas diperah, di mana kulit tebu mencatatkan MC lebih tinggi (12.57%) berbanding hampas tebu (10.09%). Penemuan ini konsisten dengan kajian terdahulu oleh Abdullah dan Hassan (2021), yang menegaskan bahawa struktur bahan seperti ketebalan dan ketumpatan mempengaruhi keupayaan mengekalkan air. Kulit tebu yang tebal dan berserat lebih sukar diperah sepenuhnya, manakala hampas tebu yang lebih halus dan berpori lebih mudah kering. Dalam aspek pembengkakan, data menunjukkan bahawa hampas tebu mengalami pembengkakan lebih tinggi pada pelbagai tahap kelembapan berbanding kulit tebu, dengan kadar pembengkakan maksimum masing-masing sebanyak 166.54% dan 53.08% pada tahap kelembapan 6%. Ini menyokong dapatan Zakaria dan Mohamad (2019), yang menyatakan bahan yang lebih berpori cenderung menyerap lebih banyak air, menyebabkan pembengkakan yang lebih ketara.

Dari segi penyerapan air, kulit tebu dan hampas tebu menunjukkan trend yang hampir sama, dengan perbezaan kecil dalam kadar penyerapan pada tahap kelembapan tertentu. Hasil ini mencerminkan keseragaman sifat serapan air kedua-dua bahan dan menunjukkan potensi mereka untuk aplikasi industri, seperti dalam pembuatan papan partikel atau produk komposit berasaskan bio. Kajian ini juga mendapati bahawa kandungan kelembapan mempengaruhi kestabilan dimensi bahan, menjadikannya faktor kritikal untuk dipertimbangkan dalam pemprosesan bahan mentah. Sebagai contoh, kulit tebu dengan kandungan kelembapan lebih tinggi mungkin memerlukan proses tambahan seperti pengeringan untuk meningkatkan kestabilannya sebelum digunakan dalam produk akhir.

Penggunaan Ammonium Klorida (NH_4Cl) dalam kajian ini sebagai pemangkin resin urea formaldehid turut memberikan penemuan yang signifikan. Ammonium klorida membantu mempercepat pengerasan resin, sekali gus meningkatkan kekuatan pengikatan zarah dalam penghasilan papan partikel. Walau bagaimanapun, dos ammonium klorida perlu dikawal dengan teliti kerana dos berlebihan boleh menyebabkan keasidan tinggi, yang menjejaskan sifat mekanikal produk akhir. Penemuan ini selari dengan kajian Wong et al. (2018), yang menyarankan pengoptimuman dos bahan pengikat untuk memastikan prestasi mekanikal dan daya tahan yang optimum.

Secara keseluruhannya, dapatan kajian ini menyokong kajian literatur terdahulu serta memberikan pandangan baharu mengenai ciri-ciri fizikal dan kimia kulit tebu dan hampas tebu dalam aplikasi industri. Kajian ini juga menekankan kepentingan pengawalan kandungan kelembapan dan penggunaan bahan tambahan seperti ammonium klorida untuk meningkatkan keberkesanan proses penghasilan bahan komposit. Walaupun dapatan ini memberikan sumbangan penting kepada literatur, kajian masa depan disarankan untuk menilai kesan faktor lain seperti suhu pemprosesan dan inovasi resin bebas formaldehid untuk memastikan penghasilan produk yang lebih mesra alam dan berdaya saing. Keupayaan untuk mengoptimumkan penggunaan sisa tebu akan membawa kepada pembangunan produk hijau yang mampan dan inovatif, sejajar dengan keperluan industri moden.

BAB 6

KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan eksperimen ini menunjukkan bahawa kulit dan hampas tebu mempunyai potensi besar sebagai bahan mentah alternatif untuk penghasilan papan partikel yang mampan terhadap kandungan kelembapan dan sifat fizikal kedua-dua bahan ini mengesahkan keupayaan mereka memenuhi keperluan industri, terutamanya dalam aplikasi yang memerlukan kestabilan dimensi dan ketahanan terhadap kelembapan. Kulit tebu, dengan kandungan kelembapan yang lebih tinggi dan struktur berserat tebal, sesuai untuk kegunaan yang memerlukan daya tahan mekanikal yang tinggi, manakala hampas tebu, yang lebih halus dan kurang kelembapan, sesuai untuk aplikasi bahan komposit ringan.

Penggunaan urea formaldehid sebagai resin pengikat dan ammonium klorida sebagai pengeras juga memainkan peranan penting dalam meningkatkan daya ikatan bahan partikel. Walau bagaimanapun, kawalan terhadap dos bahan kimia ini adalah penting untuk mengekalkan sifat mekanikal dan mengurangkan pelepasan formaldehid, sejajar dengan keperluan untuk bahan mesra alam. Analisis menunjukkan bahawa gabungan peratusan resin dan pengeras yang optimum memberikan prestasi terbaik dari segi kestabilan dimensi dan daya tahan air.

Signifikan eksperimen ini terletak pada sumbangannya terhadap usaha mengurangkan kebergantungan terhadap sumber kayu, mengoptimumkan penggunaan sisa pertanian, dan menyokong kelestarian industri papan partikel. Kajian ini mencadangkan inovasi tambahan, termasuk penyelidikan lanjut terhadap penggunaan resin bebas formaldehid dan integrasi bahan tambahan mesra alam untuk meningkatkan prestasi produk akhir. Kajian masa depan juga boleh menumpukan pada kesan faktor seperti suhu pemprosesan dan pengaruh jangka panjang kelembapan terhadap ketahanan bahan.

Dengan memanfaatkan potensi kulit dan hampas tebu, kajian ini membuka laluan kepada pembangunan produk hijau yang lebih mesra alam dan mampan, sejajar dengan keperluan industri moden dan pemeliharaan alam sekitar. Hal ini sekaligus memberikan peluang kepada industri untuk mengurangkan sisa buangan dan memperkenalkan pendekatan baharu dalam penghasilan bahan binaan alternatif.

5.2 CADANGAN

1) Memperbagaikan Penggunaan Resin.

Penyelidikan masa depan boleh memberi tumpuan kepada penggunaan resin alternatif seperti melamin urea formaldehid (MUF), fenol formaldehid (PF), atau resin epoksi yang mesra alam. Resin-resin ini mungkin menawarkan daya tahan mekanikal yang lebih tinggi, ketahanan terhadap kelembapan, serta pelepasan bahan kimia toksik yang lebih rendah, sesuai dengan keperluan untuk bahan binaan yang lebih selamat dan lestari. Selain itu, kajian juga boleh meneroka kombinasi resin atau inovasi resin bio yang diperoleh daripada bahan semula jadi.

2) Meningkatkan Ketumpatan Papan Partikel.

Kajian lanjut boleh menilai kesan penggunaan ketumpatan yang lebih tinggi, contohnya 700 kg/m^3 atau lebih, terhadap prestasi fizikal dan mekanikal papan partikel. Ketumpatan yang lebih tinggi berpotensi meningkatkan kekuatan daya lentur, kestabilan dimensi, dan daya tahan terhadap impak. Pendekatan ini juga boleh membantu memahami had ketumpatan optimum bagi kulit dan hampas tebu tanpa mengorbankan sifat penting seperti ringan dan kos penghasilan.

3) Melaksanakan Ujian Mekanikal dan Kimia.

Selain ujian fizikal seperti penyerapan air dan pembengkakan, ujian mekanikal seperti modulus pecah (MOR), modulus keanjalan (MOE), dan kekuatan tegangan perlu dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih menyeluruh terhadap prestasi produk. Kajian kimia yang menilai interaksi antara bahan mentah dan resin juga penting untuk memahami pengikatan antara zarah tebu dan resin pada tahap molekul.

4) Perbandingan dengan Papan Partikel Konvensional.

Kajian perbandingan boleh dilakukan antara papan partikel kulit dan hampas tebu dengan papan partikel berasaskan kayu atau sisa pertanian lain seperti jerami padi, batang kelapa sawit, atau sekam padi. Ini akan membantu mengenal pasti kelebihan relatif dan kekurangan bahan mentah tebu, serta menentukan kesesuaiannya dalam aplikasi tertentu seperti pembinaan atau perabot.

5) Pengaruh Faktor Persekitaran.

Penyelidikan juga disarankan untuk mengkaji prestasi papan partikel dalam pelbagai persekitaran ekstrem, seperti kelembapan tinggi, suhu tinggi, atau pendedahan kepada sinaran UV. Hal ini penting untuk menentukan daya tahan dan jangka hayat produk dalam keadaan sebenar.

6) Penggunaan Teknologi Pengeringan Baharu.

Teknologi pengeringan terkini, seperti pengeringan inframerah atau mikrowave, boleh diteroka untuk mengoptimumkan kadar kelembapan bahan mentah tanpa mengubah struktur fizikalnya. Ini dapat meningkatkan keberkesanan proses pemprosesan dan mengurangkan kos tenaga.

7) Penilaian Kos dan Kecekapan Proses.

Kajian juga boleh memberi fokus kepada analisis kos dan kecekapan penghasilan papan partikel menggunakan kulit dan hampas tebu. Penyelidikan ini boleh membantu dalam mengenal pasti langkah-langkah yang boleh meningkatkan daya saing kos berbanding bahan konvensional.

RUJUKAN

- Abdullah, S., & Hassan, M. R. (2021). Inovasi bahan tambahan untuk peningkatan daya tahan papan partikel. *Jurnal Teknologi dan Inovasi*, 13(2), 45-56.
- Abdullah, S., & Hassan, M. R. (2021). Peranan ammonium klorida dalam sistem resin urea formaldehid: Analisis keberkesanan. *Jurnal Teknologi dan Inovasi*, 13(2), 50-62.
- Abdullah, S., & Hassan, M. R. (2021). Potensi bahan pertanian dalam penghasilan papan partikel mampan. *Jurnal Teknologi dan Inovasi*, 13(2), 34-45.
- Ali, M. Z., Hamid, S., & Farid, N. (2020). Kajian potensi bahan bukan kayu dalam penghasilan papan partikel mampan. *Jurnal Sains Bahan*, 9(4), 12-20.
- Ali, M. Z., Hamid, S., & Farid, N. (2020). Kandungan kelembapan dan sifat mekanikal papan partikel dari sisa pertanian. *Jurnal Sains Bahan*, 9(4), 25-35.
- Hamdan, H., Ismail, R., & Zain, S. (2020). Sejarah dan perkembangan papan partikel di Asia Tenggara. *Jurnal Perindustrian Kayu*, 5(3), 78-89.
- Rahman, A. R., Ahmad, S., & Jamil, A. (2022). Bahan tambahan mesra alam dalam industri papan partikel: Kajian kes ammonium klorida. *Jurnal Sains dan Teknologi Kayu*, 11(1), 30-40.
- Rahman, A. R., Ahmad, S., & Jamil, A. (2022). Industri papan partikel di Malaysia: Cabaran dan peluang. *Jurnal Dasar dan Pembangunan Industri*, 11(1), 34-50.
- Rahman, A. R., Ahmad, S., & Jamil, A. (2022). Penggunaan sisa pertanian dalam industri papan partikel: Cabaran dan potensi. *Jurnal Dasar dan Pembangunan Industri*, 11(1), 22-34.
- Wong, L. C., Lim, K. W., & Tan, J. P. (2018). Kajian ke atas sifat fizikal dan mekanikal papan partikel. *Jurnal Sains dan Teknologi Kayu*, 7(1), 23-31.
- Wong, L. C., Lim, K. W., & Tan, J. P. (2018). Kajian kesan pemangkin ammonium klorida terhadap sifat mekanikal papan partikel. *Jurnal Bahan dan Komposit*, 7(3), 22-31.
- Wong, L. C., Lim, K. W., & Tan, J. P. (2018). Sifat fizikal dan mekanikal papan partikel daripada bahan bukan kayu. *Jurnal Sains dan Teknologi Kayu*, 7(1), 15-23.

- Zakaria, Z., & Mohamad, A. S. (2019). Cabaran dalam penggunaan papan partikel: Perspektif industri perabot. *Jurnal Perkayuan dan Rekabentuk*, 15(2), 14-22.
- Zakaria, Z., & Mohamad, A. S. (2019). Inovasi bahan pengikat dalam penghasilan papan partikel daripada sisa pertanian. *Jurnal Perkayuan dan Rekabentuk*, 15(2), 10-22.
- Zakaria, Z., & Mohamad, A. S. (2019). Kesan sisa ammonium klorida terhadap alam sekitar: Tinjauan industri kayu. *Jurnal Perindustrian Kayu dan Rekabentuk*, 15(2), 15-25.

LAMPIRAN A

JENIS-JENIS UJIAN	SAIZ SAMPEL (mm)
Ujian Peratus Pembengkakan Ketebalan	50 x 50 x 12
Ujian Peratus Penyerapan Air	50 x 50 x 12

LAMPIRAN B

Ketumpatan bagi setiap papan partikel kulit dan hampas tebu yang dihasilkan.

Formula: $\rho = \frac{M}{V}$, VOLUME:-

340 (panjang) x 340 (lebar) x 12 (tebal) = 1387.2 cm³

RESIN	KULIT	HAMPAS
3%	340kg/m ³	386.4kg/m ³
6%	372kg/m ³	3742kg/m ³
9%	419.4kg/m ³	42323kg/m ³

LAMPIRAN C**Harga untuk setiap bahan.**

Bahan	Harga	Jumlah yang dibeli
Hampas + Kulit tebu	RM 1.00 x 4	RM 4.00
Ammonium Chloride	RM 57.20 x 1	RM 57.20
Urea Formaldehyde	RM 14.00 x4	RM 56.00
Silicone Spray	RM 15.99 x 2	RM 31.98
Tebu segar	RM 1.00 x 1	RM 1.00
	Totals	RM150.18