




BAB IV

DATA DAN ANALISIS

4.1 Hasil Observasi dan Pengambilan Sampel

Pengambilan ketiga sampel dilakukan secara acak di area DKI Jakarta, berikut ketiga jenis sampel yang diambil :

Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
		
Kamper	Kamper + Meranti	Kamper

*Tabel 4. 1 Hasil Pengambilan Sampel Serbuk Kayu
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)*

Berdasarkan tabel diatas, mayoritas limbah serbuk kayu yang dihasilkan oleh pengrajin adalah serbuk kayu kamper. Sampel pertama memiliki potongan serbuk yang kasar dan tidak seragam. Sampel kedua memiliki potongan serbuk yang besar, lebih seragam, dan warna cenderung merah karena memiliki campuran dari serbuk kayu meranti. Sampel ketiga memiliki potongan serbuk kayu yang kecil dan seragam.

Dari ketiga pengrajin UMKM yang menghasilkan serbuk kayu, didapati bahwa limbah serbuk kayu tidak diolah kembali. Biasanya serbuk dimanfaatkan oleh orang lain menjadi kompos, terutama untuk tanaman sawi. Serbuk juga terkadang dibakar jika sudah menumpuk.

Pemanfaatan serbuk kayu yang dinilai masih rendah ini, membuat peneliti terdorong untuk melakukan eksplorasi terhadap serbuk kayu, menggunakan bahan perekat dan pewarna yang mudah ditemukan oleh para pengrajin. Hal ini diharapkan bisa mereduksi halangan untuk berkarya dengan memanfaatkan limbah serbuk kayu menjadi produk yang memiliki nilai jual tinggi.

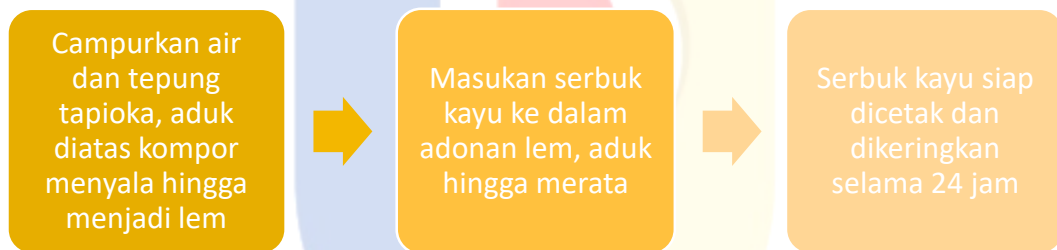
Berdasarkan studi literatur, bahan perekat yang dipergunakan adalah tepung tapioka, lem PVAC (merk Fox), resin epoxy, lem PVAC Crosslinked (merk Presto WRG), dan campuran arbuksium. Eksperimen dilakukan dengan berbagai tahapan yaitu :

1. Eksperimen dengan proporsi (rasio massa) yang berbeda dan mengaplikannya ke 3 sampel yang tersedia
2. Eksperimen 3 bentuk yaitu, bentuk bola (dengan tangan), bentuk balok (dengan tangan), dan bentuk lembaran (dengan cetakan).

Hasil eksplorasi kemudian diuji untuk kemudian dianalisa. Berikut proses perekatan yang telah dilakukan.







4.2 Tepung Tapioka

4.2.1 Proses Perekatan



Gambar 4. 1 Alur Perekatan Tepung Tapioka
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Proses ini dilakukan dengan membuat adonan perekat dari tepung tapioka dan air, kemudian dimasak dan diaduk sampai membentuk sebuah lem. Adonan perekat kemudian dicampurkan dengan serbuk kayu. Komposisi tepung dan air dapat mempengaruhi proses pembuatan dan waktu pengeringan. Proporsi air yang banyak dapat mempermudah proses pengadukan, namun akan memperlambat proses pengeringan. Begitu juga dengan tepung tapioka, proporsi tepung yang banyak dapat mempercepat proses pengeringan, namun mempersulit proses pengadukan karena hasil lem yang terlalu kental dan padat. Peneliti mencoba berbagai macam proporsi terlebih dahulu dan menemukan proporsi yang cocok yaitu 2 : 5 :1.

Eksplorasi Proporsi (Serbuk Kayu : Air : Tepung Tapioka)		
2 : 10 : 1	2 : 7 : 1	2 : 5 : 1 (Terpilih)
		
Terlalu banyak air, bentuk masih kenyal dan lama kering	Bentuk masih kenyal dan lama kering	Lebih keras, kering lebih cepat
Aplikasi Proporsi Ketiga Sampel		
Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
		

Tabel 4. 2 Ekplorasi Proporsi Tepung Tapioka
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada proses pengolahan, sampel dibentuk menjadi 3 dan dikeringkan selama 30 jam diluar ruangan untuk pengeringan maksimal 2 sisi. Pengeringan dengan tepung tapioka lebih lama dibandingkan bahan perekat lain.

Bentuk Bola	Bentuk Balok	Bentuk Lembaran
		

Tabel 4. 3 Ekplorasi Bentuk Tepung Tapioka
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

4.2.2 Pengujian Keteguhan Rekatan (*Internal Bond*)

1. Uji Jatuh Dari Ketinggian 100 cm dan Uji Tarik

Hasil Uji Jatuh dan Tarik (Perekatan Tepung Tapioka)		
Sampel	Ketika Dijatuhkan	Ketika Ditarik









		
Bentuk Bola	Tidak berubah	Keras, tidak berubah
		
Bentuk Balok	Tidak ada perubahan	Sedikit keras, namun masih bisa patah
		
Bentuk Lembaran	Tidak berubah	Mudah patah

Tabel 4. 4 Hasil Uji Jatuh dan Tarik Tepung Tapioka
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji jatuh perekatan tepung tapioka, sampel bentuk bola, balok, dan lembaran tidak mengalami perubahan. Sementara pada uji tarik dengan tangan, sampel bentuk balok dan lembaran masih dapat patah. Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan dan besarnya luas permukaan sampel. Semakin kecil luas permukaan, sampel akan lebih sulit untuk dipatahkan.

2. Uji Tekan Dengan Beban Bertahap





Hasil Uji Tekan (Perekatan Tepung Tapioka)			
Sampel	Kondisi Saat Beban 1 kg	Kondisi Saat Beban 2 kg	Kondisi Saat Beban 6,5 kg
			
Bentuk Bola	Tidak berubah	Retak kecil	Retak besar







			
Bentuk Balok	Tidak berubah	Tidak berubah	Tidak berubah
			
Bentuk Lembaran	Tidak berubah	Tidak berubah	Tidak berubah

Tabel 4. 5 Hasil Uji Tekan Tepung Tapioka
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji tekan bertahap perekatan tepung tapioka, sampel bentuk balok dan lembaran tidak mengalami perubahan. Sementara pada sampel bentuk bola, sampel retak saat diberikan beban 2kg dan 6,5kg. Hal ini dipengaruhi oleh besar kecil nya luas permukaan sampel. Semakin besar luas permukaan, sampel bisa lebih kuat untuk menahan beban.

4.2.3 Pengujian Daya Serap Air


Hasil Uji Rendam (Perekatan Tepung Tapioka)				
Bentuk Sampel	Kondisi Akhir	DSA	Uji Tarik Saat Basah	Uji Tarik Saat Kering
8 g 	13 g 	62,5%		
Bentuk Bola	Rapuh ketika diangkat			
8 g	14 g	75%		

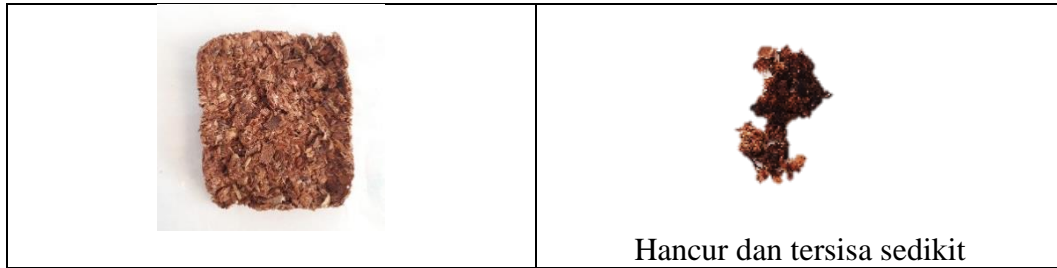
				
Bentuk Balok	Rapuh ketika diangkat		Mudah ditarik	Masih bisa patah
8 g	20 g	100%		
Bentuk Lembaran	Rapuh ketika diangkat		Mudah ditarik	Masih bisa patah

Tabel 4. 6 Hasil Uji Daya Serap Air Tepung Tapioka
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji rendam perekatan tepung tapioka, sampel bentuk bola, balok, dan lembaran mengalami perubahan warna, rapuh ketika diangkat, saat kondisi basah bisa ditarik, dan saat kondisi kering bisa dipatahkan. Dengan perhitungan rumus daya serap air, terlihat bahwa perekatan tepung memiliki daya serap air yang tinggi yaitu 62,5%-100%.

4.2.4 Pengujian Pelapukan

Kondisi <i>Indoor</i> (Perekatan Tepung Tapioka)	
0 Hari	40 Hari
	 Hancur dan tersisa sedikit
Kondisi <i>Outdoor</i> (Perekatan Tepung Tapioka)	
0 Hari	40 Hari

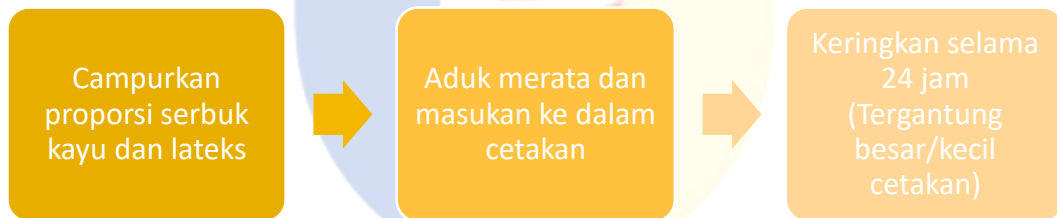


Tabel 4. 7 Hasil Uji Pelapukan Tepung Tapioka
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji pelapukan perekatan tepung tapioka, sampel diletakkan di ruangan indoor dan outdoor. Di kondisi indoor, sampel terkena air dan kering dalam ruangan yang lembab. Di kondisi outdoor, sampel terkena hujan badai dan kering dengan terik sinar matahari. Selama 40 hari, sampel mengalami pelapukan dan hancur sedikit demi sedikit.







4.3 Lateks

4.3.1 Proses Perekatan



Gambar 4. 2 Alur Perekatan Lateks
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Proses ini dilakukan dengan mencampurkan serbuk kayu dan lateks (60%). Selama proses pengolahan, lateks dibentuk menjadi 2 cetakan dan tidak bisa menggunakan tangan, dan dikeringkan selama 24 jam. Selain itu, pencampuran perekat lateks dengan serbuk kayu dapat menghasilkan aroma yang lebih menyengat dan rasa perih di mata, sehingga perlu perlindungan tambahan seperti masker dan kacamata untuk meminimalisir hal ini. Proporsi serbuk kayu dan lateks yang paling sesuai adalah 1 : 3. Hasil dari perekatan sampel dapat membuat sebuah lapisan baru yang bening.

Eksplorasi Proporsi dan Bentuk (Serbuk Kayu : Lateks)		
1 : 2	1 : 3	1 : 5 (Terpilih)
Bentuk Kubus 	Bentuk Kubus 	Bentuk Kubus 
Bentuk Lembaran 	Bentuk Lembaran 	Bentuk Lembaran 

Tabel 4. 8 Eksplorasi Proporsi dan Bentuk Lateks
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

4.3.2 Pengujian Keteguhan Rekatan (*Internal Bond*)

1. Uji Jatuh Dari Ketinggian 100 cm dan Uji Tarik

Hasil Uji Jatuh dan Tarik (Perekatan Lateks)		
Sampel	Ketika Dijatuhkan	Ketika Ditarik
 Bentuk Kubus	 Tidak berubah	 Tidak berubah

		
Bentuk Lembaran	Tidak berubah	Tidak bisa ditarik dan dirobek, namun bisa ditebuk

Tabel 4. 9 Hasil Uji Jatuh dan Tarik Lateks
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji jatuh lateks, sampel bentuk kubus dan lembaran tidak mengalami perubahan apapun. Pada uji tarik, bentuk kubus tidak mengalami perubahan, sementara bentuk lembaran dapat ditarik dan bersifat elastis. Keelastisan ini dapat dipengaruhi oleh ketebalan dan luas permukaan sampel.









2. Uji Tekan Dengan Beban Bertahap

Sampel	Hasil Uji Tekan (Perekatan Lateks)		
	Kondisi Saat Beban 1 kg	Kondisi Saat Beban 2 kg	Kondisi Saat Beban 6,5 kg
 Bentuk Kubus	 Tidak berubah	 Tidak berubah	 Tidak berubah
 Bentuk Lembaran	 Tidak berubah	 Tidak berubah	 Tidak berubah

Tabel 4. 10 Hasil Uji Tekan Lateks
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji tekan bertahap perekatan lateks, bentuk kubus dan lembaran tidak mengalami perubahan apapun saat diberikan beban 1 kg, 2 kg, dan 6,5 kg.



4.3.3 Pengujian Daya Serap Air



Hasil Uji Rendam (Perekatan Lateks)				
Bentuk Sampel	Kondisi Akhir	DSA	Uji Tarik Saat Basah	Uji Tarik Saat Kering
3 g  Bentuk Kubus	3 g  Berubah warna	0%	 Tidak bisa ditebuk dan ditarik	 Warna kembali normal, tidak bisa ditarik
20 g  Bentuk Lembaran	21 g  Berubah warna	5%	 Bisa ditebuk	 Warna kembali normal

Tabel 4. 11 Hasil Uji Daya Serap Air Lateks
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji rendam perekatan lateks, sampel mengalami perubahan warna. Saat kondisi basah, sampel bentuk lembaran lebih mudah ditarik saat kondisi sudah kering. Perhitungan daya serap air pada perekatan lateks terbilang kecil karena hanya 0%-5%.

4.3.4 Pengujian Pelapukan

Kondisi <i>Indoor</i> (Perekatan Lateks)	
0 Hari	40 Hari
	 Tidak ada perubahan
Kondisi <i>Outdoor</i> (Perekatan Lateks)	

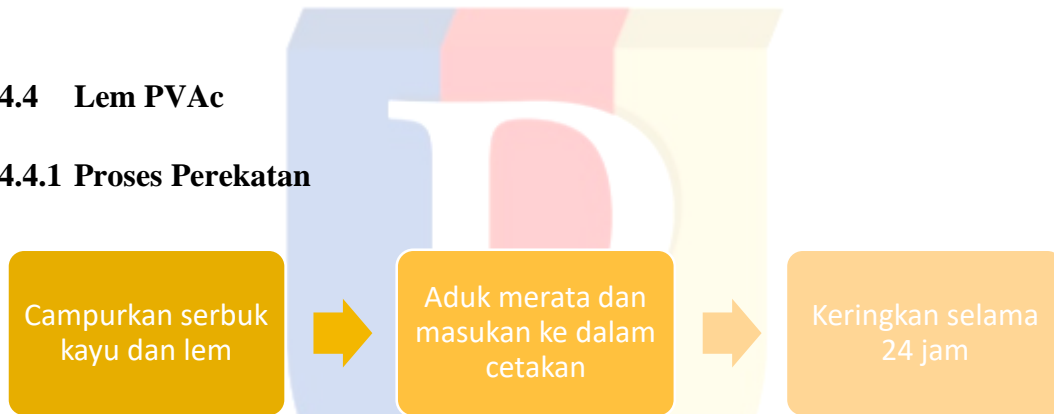
0 Hari	40 Hari
	 Tidak ada perubahan

Tabel 4. 12 Hasil Uji Pelapukan Lateks
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji pelapukan perekatan lateks, sampel tidak mengalami perubahan apapun dan masih memiliki ukuran yang sama saat pertama kali mulai didiamkan di ruangan *indoor* dan *outdoor*.

4.4 Lem PVAc

4.4.1 Proses Perekatan



Gambar 4. 3 Alur Perekatan PVAc
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Proses ini dilakukan dengan mencampurkan serbuk kayu, air, dan lem fox secara bersamaan. Selama proses pengolahan, proporsi serbuk kayu, air, dan lem fox yang paling sesuai dan mudah diolah adalah 1 : 0 : 3.

Eksplorasi Proporsi Berbeda (Serbuk Kayu : Air : Lem Fox)		
1 : 1 : 1	1 : 1 : 2	1 : 0 : 3 (Terpilih)
		
Banyak air, hasil sampel kasar	Sedikit air, hasil sampel kasar	Lebih merekat, hasil lebih rapi.
Aplikasi Ketiga Sampel		
Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3



Tabel 4. 13 Eklorasi Proporsi Lem PVAc
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada proses pengolahan, sampel dibentuk menjadi 3 dan dikeringkan selama 24 jam diluar ruangan. Namun, pembentukan lem fox hanya kering di permukaan dan bagian yang tidak terkena angin tidak dapat kering, sehingga harus dilakukan pengeringan 2 sisi (bolak-balik).






Tabel 4. 14 Eklorasi Bentuk Lem PVAc
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

4.4.2 Pengujian Keteguhan Rekatan (*Internal Bond*)

1. Uji Jatuh Dari Ketinggian 100 cm dan Uji Tarik













Hasil Uji Jatuh dan Tarik (Perekatan Lem Fox)		
Sampel	Ketika Dijatuhkan	Ketika Ditarik
 Bentuk Bola	 Tidak berubah	 Keras, tidak bisa ditarik
		

Bentuk Balok	Tidak berubah	Keras, tidak bisa ditarik
		
Bentuk Lembaran	Tidak berubah	Tidak bisa ditarik namun bisa ditebuk

Tabel 4. 15 Hasil Uji Jatuh dan Tarik Lem PVAc
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji jatuh perekatan lem PVAc, sampel tidak mengalami perubahan. Sementara pada uji tarik, sampel bentuk lembaran tidak dapat patah namun dapat ditebuk. Hal ini dapat dipengaruhi oleh ketebalan dan luas permukaan sampel.













2. Uji Tekan Dengan Beban Bertahap

Sampel	Hasil Uji Tekan (Perekatan Lem Fox)		
	Kondisi Saat Beban 1 kg	Kondisi Saat Beban 2 kg	Kondisi Saat Beban 6,5 kg
 Bentuk Bola	 Tidak berubah	 Tidak berubah	 Tidak berubah
 Bentuk Balok	 Tidak berubah	 Tidak berubah	 Tidak berubah
 Bentuk Lembaran	 Tidak berubah	 Tidak berubah	 Tidak berubah

Tabel 4. 16 Hasil Uji Tekan Lem PVAc
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji tekan bertahap perekatan lem PVAc, sampel bentuk bola, balok, dan lembaran tidak mengalami perubahan apapun saat diberikan beban 1 kg, 2 kg, dan 6,5 kg.





4.4.3 Pengujian Daya Serap Air

Hasil Uji Rendam (Perekatan Lem Fox)				
Bentuk Sampel	Kondisi Akhir	DSA	Uji Tarik Saat Basah	Uji Tarik Saat Kering
<p>25 g</p>  <p>Bentuk Bola</p>	<p>30 g</p>  <p>Keras saat diangkat, dan warna berubah</p>	20%	 <p>Keras, susah ditarik, namun masih bisa terobek</p>	 <p>Warna kembali normal, keras, tidak bisa ditarik</p>
<p>8 g</p>  <p>Bentuk Balok</p>	<p>13 g</p>  <p>Keras saat diangkat, dan warna berubah</p>	62,5%	 <p>Sedikit susah ditarik, namun bisa terobek</p>	 <p>Warna kembali normal, keras, tidak bisa ditarik</p>
<p>8 g</p>  <p>Bentuk Lembaran</p>	<p>15 g</p>  <p>Keras saat diangkat, dan warna berubah</p>	87,5%	 <p>Mudah ditarik dan tersobek</p>	 <p>Warna kembali normal, sedikit keras, bisa ditebuk dan dipatahkan</p>

Tabel 4. 17 Hasil Uji Daya Serap Air Lem PVAc
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji rendam perekatan lem PVAc, sampel mengalami perubahan warna, mudah ditarik dan tersobek saat kondisi basah. Saat kondisi kering, kerekatan sampel terlihat berkurang karena sampel awal bentuk lembaran sebelumnya, namun ketika sudah terkena air, sampel bentuk lembaran bisa ditebuk dan dipatahkan. Perhitungan daya serap air juga menunjukkan bahwa perekatan lem PVAc dapat menyerap air hingga 20%-87,5%.

4.4.4 Pengujian Pelapukan

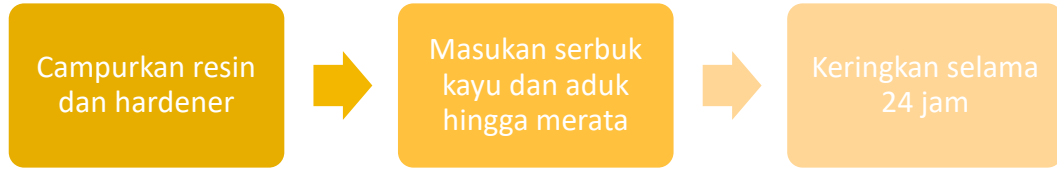
Kondisi <i>Indoor</i> (Perekatan Lem PVAc)	
0 Hari	40 Hari
	 Tidak ada perubahan
Kondisi <i>Outdoor</i> (Perekatan Lem PVAc)	
0 Hari	40 Hari
	 Tidak ada perubahan

Tabel 4. 18 Hasil Uji Pelapukan Lem PVAc
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji pelapukan perekatan lateks, sampel tidak mengalami perubahan apapun selama 40 hari dan masih memiliki ukuran yang sama saat pertama kali mulai didiamkan di ruangan *indoor* dan *outdoor*.

4.5 Resin

4.5.1 Proses Perekatan





Gambar 4. 4 Alur Perekatan Resin Epoxy
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

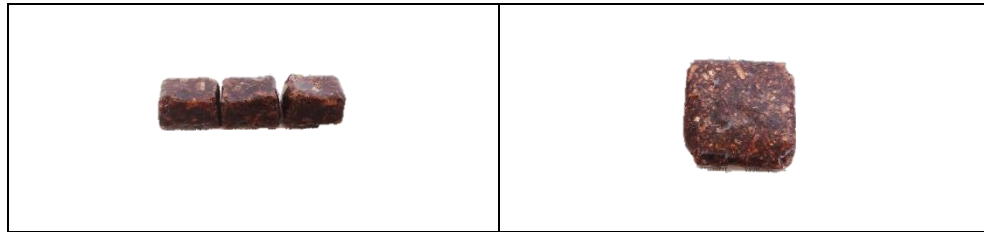
Proses ini dilakukan dengan membuat adonan perekat resin dan hardener, dan dicampurkan ke serbuk kayu. Selama proses pengolahan, proporsi serbuk kayu, resin, dan hardener yang paling sesuai adalah 2 : 5 : 5.

Eksplorasi Proporsi Berbeda (Serbuk Kayu : Resin : Hardener)		
5 : 5 : 5	2 : 5 : 5 (Terpilih)	1 : 5 : 5
		
Serbuk terlalu banyak	Serbuk merekat, dan berwarna bening	Serbuk kurang banyak sehingga resin keruh

Tabel 4. 19 Eklorasi Proporsi Resin Epoxy
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada proses pengolahan, sampel dibentuk menjadi 2 dan dikeringkan selama 24 jam diluar ruangan. Pembentukan epoxy resin dapat kering dengan sempurna.

Bentuk Kubus	Bentuk Lembaran
	



Tabel 4. 20 Eplorasi Bentuk Resin Epoxy
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

4.5.2 Pengujian Keteguhan Rekatan (*Internal Bond*)

1. Uji Jatuh Dari Ketinggian 100 cm dan Uji Tarik

Hasil Uji Jatuh dan Tarik (Perekatan Resin)		
Sampel	Ketika Dijatuhkan	Ketika Ditarik
 Bentuk Kubus	 Tidak berubah	 Keras, tidak bisa ditarik
 Bentuk Lembaran	 Tidak berubah	 Keras, tidak bisa ditarik

Tabel 4. 21 Hasil Uji Jatuh dan Tarik Resin Epoxy
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji jatuh dari ketinggian 100cm dan uji tarik tangan dari perekatan lateks, sampel bentuk kubus dan balok tidak mengalami perubahan apapun.

2. Uji Tekan Dengan Beban Bertahap

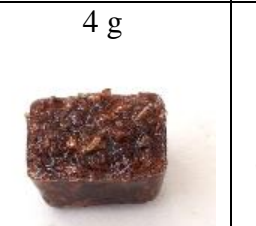
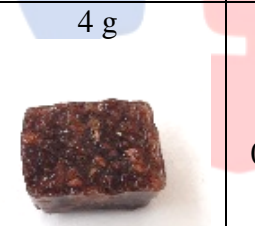






Hasil Uji Tekan (Perekatan Resin)			
Sampel	Kondisi Saat Beban 1 kg	Kondisi Saat Beban 2 kg	Kondisi Saat Beban 6,5 kg

			
Bentuk Balok	Tidak berubah	Tidak berubah	Tidak berubah
			
Bentuk Lembaran	Tidak berubah	Tidak berubah	Tidak berubah

Tabel 4. 22 Hasil Uji Tekan Resin Epoxy
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji tekan bertahap perekatan resin, sampel tidak mengalami perubahan saat diberikan beban dari 1 kg, 2 kg, dan 6,5 kg.

4.5.3 Pengujian Daya Serap Air

Hasil Uji Rendam (Perekatan Resin)				
Bentuk Sampel	Kondisi Akhir	DSA	Uji Tarik Saat Basah	Uji Tarik Saat Kering
4 g 	4 g 	0%		
Bentuk Balok	Tidak berubah		Tidak berubah	Tidak berubah
22 g 	22 g 	0%		
Bentuk Lembaran	Tidak berubah		Tidak berubah	Tidak berubah

Tabel 4. 23 Hasil Uji Daya Serap Air Resin Epoxy
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji rendam selama 24 jam perekatan lateks, sampel tidak mengalami perubahan warna seperti perekatan lainnya. Perhitungan daya serap air pun juga menunjukkan bahwa sampel tidak menyerap sama sekali dan daya serap nya adalah 0%.

4.5.4 Pengujian Pelapukan

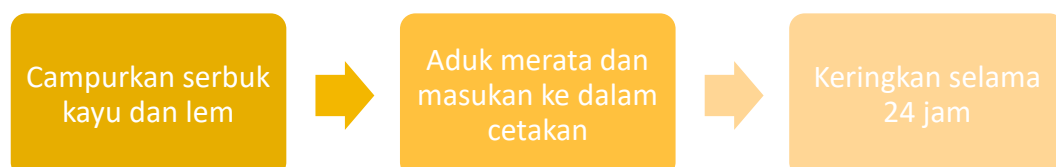
Kondisi <i>Indoor</i> (Perekatan Resin)	
0 Hari	40 Hari
	 Tidak ada perubahan
Kondisi <i>Outdoor</i> (Perekatan Resin)	
0 Hari	40 Hari
	 Tidak ada perubahan

Tabel 4. 24 Hasil Uji Pelapukan Resin Epoxy
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji pelapukan perekatan resin, sampel tidak mengalami perubahan apapun selama 40 hari dan masih memiliki ukuran yang sama saat pertama kali mulai didiamkan di ruangan *indoor* dan *outdoor*.







4.6 Lem PVAc Crosslinked

4.6.1 Proses Perekatan



Gambar 4. 5 Alur Perekatan Lem PVAc Crosslinked
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Proses ini dilakukan dengan mencampurkan serbuk kayu, air, dan lem presto secara bersamaan. Proporsi serbuk kayu, air, dan lem presto yang paling sesuai adalah 1 : 0 : 3. Untuk mempermudah proses pembentukan, kondisi sarung tangan disarankan sedikit basah / lembab.

Eksplorasi Proporsi (Serbuk Kayu : Air : Lem Presto)		
1 : 1 : 1	1 : 1 : 2	1 : 0 : 3 (Terpilih)
		
Serbuk terpisah, sulit merekat	Serbuk terpisah, bisa merekat	Serbuk menyatu dan lebih merekat
Aplikasi Proporsi Ketiga Sampel		
Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
		

Tabel 4. 25 Ekplorasi Proporsi Lem PVAc Crosslinked
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)










Pada proses pengolahan, sampel dibentuk menjadi 3 dan dikeringkan selama 24 jam diluar ruangan. Namun, pembentukan lem presto hanya kering di permukaan dan bagian yang tidak terkena angin tidak dapat kering, sehingga harus dilakukan pengeringan 2 sisi (bolak-balik).

Bentuk Bola	Bentuk Balok	Bentuk Lembaran
		

Tabel 4. 26 Ekplorasi Bentuk Lem PVAc Crosslinked
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

4.6.2 Pengujian Keteguhan Rekatan (*Internal Bond*)

1. Uji Jatuh Dari Ketinggian 100 cm dan Uji Tarik

Hasil Uji Jatuh dan Tarik (Perekatan Lem Kayu Presto)		
Sampel	Ketika Dijatuhkan	Ketika Ditarik
 Bentuk Bola	 Tidak berubah	 Keras, tidak bisa ditarik
 Bentuk Balok	 Tidak berubah	 Keras, tidak bisa ditarik
 Bentuk Lembaran	 Tidak berubah	 Cukup keras untuk ditebuk

Tabel 4. 27 Hasil Uji Jatuh dan Tarik Lem PVAc Crosslinked
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji jatuh perekatan lem PVAc *crosslinked*, sampel tidak mengalami perubahan. Pada uji tarik, sampel bentuk lembaran dapat ditebuk. Namun jika dibandingkan dengan lem PVAc sebelumnya, lem PVAc *crosslinked* lebih keras dan susah untuk ditebuk. Hal ini menunjukkan bahwa lem PVAc *crosslinked* memiliki kekuatan rekat yang lebih baik daripada lem PVAc umumnya.

2. Uji Tekan Dengan Beban Bertahap

Hasil Uji Tekan (Perekatan Lem Kayu Presto)			
Sampel	Kondisi Saat Beban 1 kg	Kondisi Saat Beban 2 kg	Kondisi Saat Beban 6,5 kg

			
Bentuk Bola	Tidak berubah	Tidak berubah	Tidak berubah
			
Bentuk Balok	Tidak berubah	Tidak berubah	Tidak berubah
			
Bentuk Lembaran	Tidak berubah	Tidak berubah	Tidak berubah

Tabel 4. 28 Hasil Uji Tekan Lem PVAc Crosslinked
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji tekan bertahap perekatan lem PVAc *crosslinked*, sampel tidak mengalami perubahan apapun saat diberikan beban 1 kg, 2 kg, dan 6,5 kg.

4.6.3 Pengujian Daya Serap Air



Hasil Uji Rendam (Perekatan Lem Kayu Presto)				
Bentuk Sampel	Kondisi Akhir	DSA	Uji Tarik Saat Basah	Uji Tarik Saat Kering
11 g 	13 g 	18,2%		
Bentuk Bola	Keras saat diangkat, warna sedikit berubah		Keras, tidak bisa ditarik	Warna kembali normal, keras, tidak bisa ditarik
3 g	4 g	33,3%		



				
Bentuk Balok	Keras saat diangkat, warna sedikit berubah		Sulit untuk ditarik dan sedikit patah	Warna kembali normal, keras, tidak bisa ditarik
11 g	18 g	63,6%		
Bentuk Lembaran	Keras saat diangkat, warna sedikit berubah		Sulit ditarik, namun masih bisa tersobek	Warna kembali normal, keras, sedikit sulit ditebuk dan dipatahkan

Tabel 4. 29 Hasil Uji Daya Serap Air Lem PVAc Crosslinked
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji rendam perekatan lem PVAc *crosslinked*, sampel mengalami perubahan warna, bisa dipatahkan dalam kondisi basah. Saat kondisi kering, kekuatan rekat sampel dirasa berkurang, karena sampel bentuk lembaran yang sebelumnya tidak bisa dipatahkan, kini karena terkena air menjadi bisa dipatahkan. Perhitungan daya serap air perekatan lem PVAc *crosslinked* cukup tinggi yaitu 18,2%-63,6%, namun daya serap air ini lebih kecil dibandingkan lem PVAc umumnya.

4.6.4 Pengujian Pelapukan

Kondisi <i>Indoor</i> (Perekatan Lem PVAc Crosslinked)	
0 Hari	40 Hari
	 Tidak ada perubahan

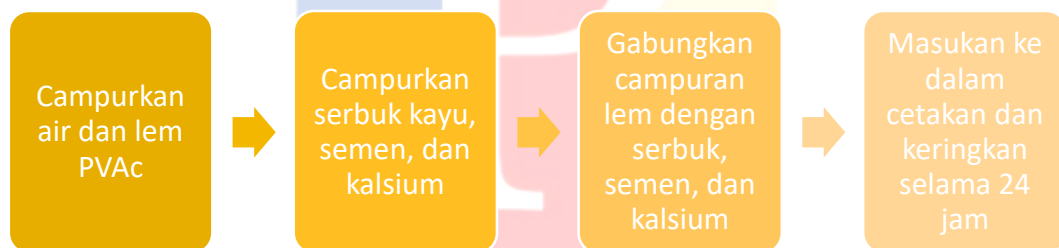
Kondisi <i>Outdoor</i> (Perekatan Lem PVAc Crosslinked)	
0 Hari	40 Hari
	 Tidak ada perubahan

Tabel 4. 30 Hasil Uji Pelapukan Lem PVAc Crosslinked
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji pelapukan perekatan lem PVAc *crosslinked*, sampel tidak mengalami perubahan apapun selama 40 hari dan masih memiliki ukuran yang sama saat pertama kali mulai didiamkan di ruangan *indoor* dan *outdoor*.

4.7 Arbuksium







4.7.1 Proses Perekatan



Gambar 4. 6 Alur Perekatan PVAc Crosslinked
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Berdasarkan Sumarno et al. 2015, proses ini dilakukan dengan mencampurkan lem fox dan air, diaduk hingga rata, kemudian dicampurkan serbuk kayu, semen, dan kalsium. Untuk memudahkan proses pengadukan, dapat ditambahkan air. Proporsi lem fox, air, serbuk, semen, kalsium, dan tambahan air adalah 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1. Namun hasil proporsi ini tidak membuat sampel merekat, sehingga peneliti kembali mengeksplorasi proporsi dan ditemukan proporsi yang sesuai yaitu

Proporsi (Lem Fox : Air : Serbuk : Semen : Kalsium : Tambahan Air)
--

2 : 2 : 1 : 2 : 2 : 2	3 : 3 : 1 : 3 : 3 : 0	3 : 3 : 1 : 4 : 4 : 0 (Terpilih)
		
Serbuk terpisah, bisa merekat	Serbuk bisa merekat, mudah dibentuk	Serbuk bisa merekat, permukaan lebih rata
Aplikasi Proporsi Ketiga Sampel		
Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
		

*Tabel 4. 31 Ekplorasi Proporsi Arbuksium
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)*

Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan potongan serbuk kayu yang sangat signifikan dapat mempengaruhi proporsi bahan perekat. Semakin besar potongan serbuk kayu, maka proporsi bahan perekat yang dibutuhkan akan lebih banyak. Peneliti mencoba menghancurkan potongan serbuk kayu dengan blender. Pada sampel kedua dan ketiga, potongan serbuk kayu lebih mengecil dan seragam dengan sampel ketiga. Namun pada sampel serbuk ketiga, tidak ada perubahan yang signifikan. Hasil dari pemotongan blender dapat menyeragamkan potongan serbuk kayu menjadi lebih kecil sehingga hasil pengolahan bisa menjadi lebih mulus dan rapi. Namun, penghancuran dengan blender yang terbatas tidak mempengaruhi proporsi bahan perekat.

Pada proses pengolahan, sampel dibentuk menjadi 3 dan dikeringkan selama 24 jam diluar ruangan. Namun, pembentukan arbuksium hanya kering di 1 sisi sehingga perlu dilakukan pengeringan 2 sisi (bolak-balik).










Bentuk Bola	Bentuk Balok	Bentuk Lembaran
-------------	--------------	-----------------



Tabel 4. 32 Ekplorasi Bentuk Arbuksium
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

4.7.2 Pengujian Keteguhan Rekatan (*Internal Bond*)













1. Uji Jatuh Dari Ketinggian 100 cm dan Uji Tarik

Hasil Uji Jatuh dan Tarik (Perekatan Arbuksium)		
Sampel	Ketika Dijatuhkan	Ketika Ditarik
 Bentuk Bola	 Tidak berubah	 Keras, tidak bisa ditarik
 Bentuk Balok	 Tidak berubah	 Keras, tidak bisa ditarik
 Bentuk Lembaran	 Tidak berubah	 Keras, tidak bisa ditarik

Tabel 4. 33 Hasil Uji Jatuh dan Tarik Arbuksium
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji jatuh ketinggian 100 cm dan uji tarik tangan dari perekatan arbuksium, sampel tidak mengalami perubahan apapun.





2. Uji Tekan Dengan Beban Bertahap









Hasil Uji Tekan (Perekatan Arbuksium)			
Sampel	Kondisi Saat Beban 1 kg	Kondisi Saat Beban 2 kg	Kondisi Saat Beban 6,5 kg
 Bentuk Bola	 Tidak berubah	 Tidak berubah	 Tidak berubah
 Bentuk Balok	 Tidak berubah	 Tidak berubah	 Tidak berubah
 Bentuk Lembaran	 Tidak berubah	 Tidak berubah	 Tidak berubah

Tabel 4. 34 Hasil Uji Tekan Arbuksium
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji tekan bertahap dari perekatan lateks, sampel tidak mengalami perubahan ketika diberikan beban 1 kg, 2 kg, dan 6,5 kg.

4.7.3 Pengujian Daya Serap Air



Hasil Uji Rendam (Perekatan Arbuksium)				
Bentuk Sampel	Kondisi Akhir	DSA	Uji Tarik Saat Basah	Uji Tarik Saat Kering
27 g  Bentuk Bola	29 g  Keras saat diangkat, warna sedikit berubah	8,3%	 Keras, tidak bisa ditarik	 Warna kembali normal, keras, tidak bisa ditarik

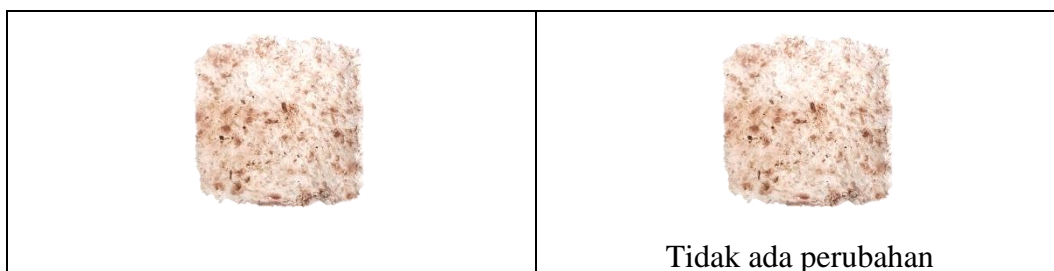
<p>23 g</p>  <p>Bentuk Balok</p>	<p>28 g</p>  <p>Keras saat diangkat, warna sedikit berubah</p>	<p>17,8%</p>	 <p>Sulit untuk ditarik dan sedikit patah</p>	 <p>Warna kembali normal, keras, tidak bisa ditarik</p>
<p>27 g</p>  <p>Bentuk Lembaran</p>	<p>33 g</p>  <p>Keras saat diangkat, warna sedikit berubah</p>	<p>22,2%</p>	 <p>Sulit ditarik, namun masih bisa dipatahkan</p>	 <p>Warna kembali normal, keras, sedikit sulit ditebuk dan dipatahkan</p>

Tabel 4. 35 Hasil Uji Daya Serap Air Arbuskium
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pada uji rendam perekatan arbuskium, sampel mengalami perubahan warna yang lebih kusam, dan bisa dipatahkan saat kondisi basah. Saat kondisi kering, sampel sudah kembali mengeras dan tidak bisa dipatahkan kembali.

4.7.4 Pengujian Pelapukan

Kondisi <i>Indoor</i> (Perekatan Arbuskium)	
0 Hari	40 Hari
	 <p>Tidak ada perubahan</p>
Kondisi <i>Outdoor</i> (Perekatan Arbuskium)	
0 Hari	40 Hari



*Tabel 4. 36 Hasil Uji Pelapukan Arbuksium
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)*

Pada uji pelapukan perekatan arbuksium, sampel tidak mengalami perubahan apapun selama 40 hari dan masih memiliki ukuran yang sama saat pertama kali mulai didiamkan di ruangan *indoor* dan *outdoor*.

4.8 Perbandingan dan Analisa Bahan dan Proses Perekatan

Bahan Perekat	Pengeringan	Hasil Akhir	Keteguhan Rekatan	Daya Serap Air	Pelapukan	Saran
Tepung Tapioka	Lama 30 jam 2 Sisi	Cukup Baik	Cukup Kuat	Tinggi 62%-100%	Mudah Hancur	Pemakaian Sekali Pakai
Lateks	Sedang 24 jam 2 Sisi	Baik	Kuat & Elastis	Rendah 0-5%	Tidak Mudah Hancur	Pemakaian Jangka Lama
Lem PVAc	Sedang 24 jam 2 Sisi	Cukup Baik	Kuat	Sedang 20%-87%	Tidak Mudah Hancur	Memerlukan Penghancuran Khusus dan Laminasi Akhir
Resin Epoxy	Cepat 6 Jam 1 Sisi	Baik	Sangat Kuat	Rendah 0%	Tidak Mudah Hancur	Membutuhkan Cetakan
Lem PVAc Crosslinked	Sedang 24 Jam 1 Sisi	Cukup Baik	Kuat	Sedang 18%-63%	Tidak Mudah Hancur	Memerlukan Penghancuran Khusus dan Laminasi Akhir
Arbuksium	Sedang 24 Jam 2 Sisi	Baik	Sangat Kuat	Sedang 8%-22%	Tidak Mudah Hancur	Pemberian Laminasi Akhir

*Tabel 4. 37 Hasil Analisa Perekatan
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)*

Pada proses eksplorasi, pembentukan resin dinilai lebih sulit dibanding bahan perekat lain karena harus memerlukan cetakan, dan harus lebih berhati-hati supaya tidak terkena tangan karena dapat menyebabkan iritasi. Pada proses pengeringan,

resin memiliki durasi waktu yang lebih cepat karena hanya dikeringkan satu sisi saja. Sementara tepung tapioka, lateks, lem fox, lem presto, dan arbuksium masih memerlukan pengeringan 2 sisi, namun pengeringan tepung tapioka membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan yang lain. Hasil perekatan tepung tapioka, lem fox, dan lem presto dinilai cukup baik karena sudah mampu mengikat tiap serbuk kayu. Namun dikarenakan potongan serbuk kayu yang belum halus, masih terdapat banyak celah kecil yang dapat menyulitkan proses pewarnaan selanjutnya. Sedangkan perekatan resin epoxy dan lateks melapisi serbuk kayu dengan baik, dan arbuksium juga menutupi serbuk kayu dengan dominasi warna putih sehingga dapat menjadi dasar yang baik untuk pewarnaan. Keteguhan rekat terkuat dimiliki oleh perekatan resin, arbuksium, dan lateks (kuat dan lentur), disusul oleh lem presto, lem fox, dan tepung tapioka. Daya serap air yang terendah dimiliki oleh resin, disusul oleh lateks, arbuksium, lem presto, lem fox, dan tepung tapioka.

Pada keteguhan rekatan saat uji jatuh, keenam bahan perekat tidak mengalami perubahan apapun. Saat uji tarik, perekatan tepung tapioka bisa dipatahkan dan kedua jenis perekatan lem PVAc tidak bisa ditarik namun bisa ditebuk (PVAc crosslinked lebih kuat). Berdasarkan hasil uji jatuh dan tarik, resin epoxy dan arbuksium memiliki daya rekat terkuat, disusul oleh lem presto, lem fox, dan tepung tapioka. Saat uji tekan dengan beban bertahap yaitu 1 kg, 2 kg, dan 6,5 kg, kelima bahan perekat yaitu lem fox, lateks, resin epoxy, lem presto, dan arbuksium tidak mengalami perubahan apapun. Sementara perekatan tepung tapioka mengalami perubahan pada bentuk bola. Berdasarkan hasil uji tekan, perekatan tepung tapioka dinilai memiliki daya rekat yang kurang kuat dibandingkan perekat lainnya.

Pada uji rendam selama 24 jam, perubahan terjadi pada semua bahan perekat kecuali resin epoxy yang tidak mengalami perubahan apapun. Pada perekatan tepung tapioka, sampel mengalami perubahan warna, rapuh saat diangkat, dan mudah tersobek. Pada perekatan lem fox, warna sampel memucat dan bisa tersobek ketika basah dan kembali normal dan rekat ketika kering. Namun hal ini mempengaruhi daya rekat lem sebelum dan setelah perendaman. Hal yang serupa juga dialami oleh perekatan lem presto, namun karena lem presto memiliki kandungan PVA yang tahan air, perubahan warna yang terjadi tidak memucat seperti lem fox. Pada perekatan arbuksium, sampel juga dapat patah dalam keadaan

basah, namun jika dikeringkan, sampel menjadi keras seperti sebelum perendaman. Berdasarkan uji ini, daya rekat terkuat dimiliki oleh resin, disusul oleh arbuksium, lem presto, lem fox, dan tepung tapioka.

Berdasarkan hasil eksplorasi dan pengujian yang telah dilakukan, perekatan tepung tapioka masih dapat digunakan untuk pemakaian sekali pakai. Perekatan lem fox membutuhkan mesin penghancur khusus supaya hasil bisa lebih padat dan pemberian laminasi akhir untuk perlindungan daya serap air. Hal ini serupa dengan perekatan lem presto. Perekatan resin dan lateks harus menggunakan cetakan, dan karena resin termasuk limbah B3, maka aplikasi resin sebagai produk harus lebih diperhatikan dan memiliki bentuk yang universal sehingga dapat dipergunakan (*reuse*) untuk berbagai fungsi dalam jangka panjang. Perekatan arbuksium yang masih menyerap air dapat diminimalisir dengan pemberian laminasi akhir.

Proses eksperimen ini menguji 5 bahan perekat yang terdiri dari 1 perekat alami dan 4 perekat sintetis. Berdasarkan ukuran potongan limbah serbuk kayu yang beredar di DKI Jakarta, bahan perekat yang dinilai paling sesuai adalah resin epoxy dan arbuksium. Adapun bahan perekat tepung tapioka akan dicoba untuk pengoptimalan teknik kembali atau pemberian lapisan akhir dengan coating *water based*, mengingat bahan perekat merupakan bahan yang berpotensi menghasilkan produk yang lebih *sustainable*, lebih ramah lingkungan, dan mudah terurai saat pembuangan akhir. Ketiga bahan perekat ini akan dilakukan eksplorasi pewarnaan berlanjut.

4.9 Proses Pewarnaan

Berdasarkan studi literatur, bahan pewarna yang dipergunakan adalah pewarna makanan, cat acrylic, cat duco *waterbased*, dan cat duco *solvent based*. Pengaplikasian cat acrylic, cat duco *waterbased*, dan cat duco *solvent based* dilakukan setelah perekatan. Sedangkan pewarna makanan diaplikasikan sebelum perekatan. Berikut dilampirkan serbuk kayu hasil pewarna makanan.



Tabel 4. 38 Pewarnaan Serbuk Kayu Dengan Pewarna Makanan
Kiri-Kanan : Hijau - Tidak Diberi Warna - Kuning
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Hasil eksplorasi dilakukan dengan membagi sampel menjadi 2 bagian yaitu bagian yang terkena cat dan bagian yang tidak terkena cat. Setelah itu, pengujian dilakukan untuk dianalisa. Berikut proses perekatan yang telah dilakukan.

 Pewarna Makanan (Kuning)	 Cat Acrylic	 Cat Duco Water Based	 Cat Duco Solvent based (Cat Minyak)
Tepung Tapioka			
 Warna terlihat	 Warna sangat terlihat	 Warna sangat terlihat	 Warna sangat terlihat
Lateks			
 Warna tidak terlihat	 Warna kurang merata, tekstur karet hilang	 Warna kurang merata, tekstur karet hilang	 Warna lebih merata, tekstur karet hilang
Resin			

			
Warna tidak terlihat	Warna tidak merata	Warna kurang merata	Warna tertutup sempurna
Arbuksium			
			
Warna sedikit terlihat	Warna sangat terlihat, aplikasi mudah	Warna sangat terlihat, aplikasi mudah	Warna sangat terlihat, aplikasi mudah

Tabel 4. 39 Eksplorasi Pengaplikasian Warna
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Kecerahan warna sangat berpengaruh pada jenis perekatan serbuk kayu. Hal ini dapat dilihat dari pewarna makanan. Pada perekat tepung tapioka, warna sangat terlihat. Pada arbuksium, warna masih cukup terlihat. Pada perekat lateks dan resin, warna dari pewarna makanan hilang dan menghitam.

Kemudahan aplikasi warna juga sangat berpengaruh pada jenis perekatan serbuk kayu. Pewarnaan *waterbased* seperti cat acrylic dan cat duco sangat mudah diaplikasikan pada perekat arbuksium, sedangkan pada perekat tepung tapioka harus diaplikasikan berulang kali, dan pada perekat lateks dan resin, warna sulit merata. Hal ini dikarenakan lateks dan resin memiliki karakteristik hidrofilik (tidak menyerap air) dan oleofilik (menyerap minyak). Sehingga ketika diaplikasikan dengan cat duco *solvent based*, Perekat tepung tapioka, lateks, resin, dan arbuksium, warna terlihat dan mudah diaplikasikan.

4.10 Uji Pewarnaan

4.10.1 Pengujian Air dan Minyak











Pengujian Air

Pewarna Makanan	Cat Acrylic	Cat Duco Water Based	Cat Duco <i>Solvent based</i> (Cat Minyak)
Tepung Tapioka			
			
Warna memudar	Warna masih sama	Warna masih sama	Warna masih sama
Lateks			
-	-	-	
			Warna masih sama
Resin			
-	-	-	
			Warna masih sama
Arbuksium			
			
Warna sedikit kusam	Warna masih sama, sedikit kusam	Warna masih sama, sedikit kusam	Warna masih sama, sedikit kusam

*Tabel 4. 40 Hasil Uji Air
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)*

Pengujian air membuat warna dari pewarna makanan memudar. Bagian yang tidak diberikan acrylic, cat duco *waterbased*, dan cat duco solvent base, juga menunjukkan kekusaman. Namun pemberian acrylic, cat duco *waterbased*, dan cat duco *solvent based* tidak mengalami perubahan sehingga dapat melindungi sampel

dari kekusaman. Sampel pada tepung tapioka juga sangat rapuh dikarenakan perekatan tepung tapioka tidak tahan air seperti perekatan lainnya.

Pengujian Minyak			
Pewarna Makanan	Cat Acrylic	Cat Duco Water Based	Cat Duco <i>Solvent based</i> (Cat Minyak)
Tepung Tapioka			
 <p>Warna memudar, menghitam, dan mengkilap</p>	 <p>Warna masih sama</p>	 <p>Warna masih sama</p>	 <p>Warna masih sama</p>
Lateks			
-	-	-	 <p>Warna masih sama, namun permukaan yang tidak terkena cat sangat lengket</p>
Resin			
-	-	-	 <p>Warna masih sama</p>
Arbuksium			
 <p>Warna lebih menguning</p>	 <p>Warna masih sama, lebih kusam</p>	 <p>Warna masih sama, lebih kusam</p>	 <p>Warna masih sama</p>






	kusam dibandingkan uji air	dibandingkan uji air	Warna masih sama, lebih kusam dibandingkan uji air
--	----------------------------------	-------------------------	--






Tabel 4. 41 Hasil Uji Minyak
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pengujian minyak membuat sampel memiliki lapisan baru yang mengkilap. Minyak tidak membuat perekatan tepung rapuh seperti pengujian air sebelumnya dan tetap mempertahankan kekuatannya. Pada perekat lateks, bagian yang tidak terkena cat sangat lengket, sedangkan bagian yang terkena cat tidak lengket sama sekali. Dibandingkan pengujian air, pengujian minyak membuat beberapa sampel lebih kusam, namun pemberian warna dapat melindungi permukaan sampel karena tidak menunjukkan adanya perubahan.

4.10.2 Pengujian Penyusutan 2 Kondisi

1. Penyusutan dari kondisi basah ke kering (dikukus)





Penyusutan Kondisi Basah ke Kering			
Pewarna Makanan	Cat Acrylic	Cat Duco Water Based	Cat Duco Solvent based (Cat Minyak)
Tepung Tapioka			
			
Warna memudar dan rapuh saat basah	Warna terkelupas seluruhnya	Warna terkelupas seluruhnya	Warna tidak terkelupas namun bisa luntur
Lateks			
-	-	-	
Resin			







-	-	-	 Warna terkelupas sedikit
Arbuksium			
 Warna masih sama	 Warna masih sama	 Warna masih sama	 Warna masih sama

Tabel 4. 42 Hasil Uji Kondisi Basah ke Kering
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pengujian kondisi basah ke kering yang dilakukan dengan perendaman 24 jam dan pengukusan 1 jam menunjukkan bahwa pewarnaan makanan pada tepung dan arbuksium dapat memudar. Acrylic dan cat duco *waterbased* pada tepung dapat terkelupas. Cat duco *solvent based* pada tepung dapat luntur, pada lateks dapat mengkerut, pada resin dapat terkelupas sedikit, dan arbuksium tidak mengalami perubahan.

2. Penyusutan dari kondisi kering ke kering (Freezer)

Penyusutan Kondisi Kering ke Kering			
Pewarna Makanan	Cat Acrylic	Cat Duco Water Based	Cat Duco <i>Solvent based</i> (Cat Minyak)
Tepung Tapioka			
 Warna masih sama	 Warna sama	 Warna masih sama	 Warna masih sama
Lateks			

-	-	-	 Warna masih sama
Resin			
-	-	-	 Warna masih sama
Arbuksium			
 Warna masih sama	 Warna sangat terlihat, aplikasi mudah	 Warna sangat terlihat, aplikasi mudah	 Warna sangat terlihat, aplikasi mudah

*Tabel 4. 43 Hasil Uji Kondisi Kering ke Kering
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)*

Pengujian kondisi kering ke kering dilakukan dengan memasukkan sampel ke dalam freezer selama 24 jam. Pada pengujian tersebut, terdapat embun air di permukaan sampel, namun hal itu tidak memberikan perubahan apapun pada pewarnaan sampel.

4.11 Perbandingan dan Analisa Bahan dan Proses Pewarnaan

Bahan Perekat	Pewarna Makanan	Cat Acrylic	Cat Duco Waterbased	Cat Duco Solvent Based	Pemilihan Warna
Tepung Tapioka	Warna terlihat namun mudah luntur	Pada kondisi basah-kering, warna bisa lepas	Pada kondisi basah-kering, warna bisa lepas	Pada kondisi basah-kering, warna bisa luntur dan sulit dibersihkan	Cat Duco Waterbased, memberi ketahanan khusus dan tidak luntur
Lateks	Tidak berubah	Tidak merata	Tidak merata	Warna sangat menempel	Cat Duco Solvent Based, memberi warna dan menghindari lateks dari minyak
Resin Epoxy	Tidak berubah	Tidak merata	Tidak merata	Warna sangat menempel	Tidak perlu warna tambahan / bisa dikombinasikan dengan pigmen warna resin
Arbuksium	Warna kurang terlihat dan dapat kusam	Aplikasi mudah, warna menempel	Aplikasi mudah, warna menempel	Aplikasi mudah, warna menempel	Cat Acrylic untuk produk skala kecil, Cat Duco Waterbased untuk produk skala besar

Tabel 4. 44 Hasil Analisa Pewarnaan
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Pewarnaan tepung tapioka dapat diaplikasikan pada keempat bahan pewarna. Pemberian pewarna makanan sebelum perekatan sangat terlihat dan cukup unik karena masih menunjukkan tekstur dari serbuk kayu, namun bahan pewarna ini mudah luntur dan tidak bertahan lama pada kondisi air dan minyak. Cat acrylic, cat duco *waterbased*, dan cat duco *solvent based* memberikan warna yang kontras pada serbuk kayu. Ketika melewati proses penyusutan 2 kondisi, cat acrylic dan cat duco *waterbased* dapat terkelupas, cat duco *solvent based* tidak terkelupas namun dapat luntur dan susah dibersihkan. Sehingga pewarnaan tepung tapioka dirasa cocok menggunakan cat duco *waterbased* karena selain mudah dibersihkan, cat duco juga memberikan perlindungan yang baik bagi serbuk kayu.

Pewarnaan lateks dan resin hanya dapat diaplikasikan dengan cat duco *solvent based*. Hal ini dikarenakan lateks dan resin memiliki sifat material yang hidrofobik (menolak air) dan oleofilik (menyukai minyak). Pada pengujian minyak, cat duco *solvent based* terbukti dapat melindungi dan menahan lateks dari minyak. Karena saat lateks tidak diberikan cat duco *solvent based*, lateks akan menyerap minyak

dan hasil sampel akan terasa lengket. Meskipun resin dapat diaplikasikan dengan cat duco *solvent based*, pewarnaan resin setelah perekatan dirasa tidak perlu. Jika membutuhkan warna, resin dapat menggunakan pigmen resin khusus yang digunakan saat perekatan berlangsung.

Pewarnaan arbuksium dapat diaplikasikan pada keempat bahan perekat. Hasil dari pewarna makanan tidak terlalu terlihat, namun pengaplikasian cat acrylic, cat duco *waterbased*, dan cat duco *solvent based* sangat mudah dan tidak perlu berkali-kali. Pewarnaan arbuksium disarankan menggunakan cat acrylic untuk pembuatan produk berskala kecil, dan cat duco *waterbased* untuk pembuatan produk berskala besar karena variasi warna yang sangat mudah ditemukan.

4.12 Implementasi Produk

4.12.1 Analisa Data dan Brainstorming Ide

Berdasarkan hasil analisa data dari proses perekatan dan pewarnaan, dapat disimpulkan karakteristik, produk rekomendasi, dan saran degradasi (*after life*) dari setiap bahan perekat :

Bahan Perekat	Kualitas Perekatan	Pewarnaan	Massa Jenis	Saran Produk	After Life
Tepung Tapioka	Cukup kuat dan bisa terurai dengan air	Cat Duco Waterbased + Coating Waterbased	1 gr/cm ³	Wadah makanan sekali pakai pengganti styrofoam : Piring, Mangkok, Gelas.	Suhu tinggi mengikis lapisan coating, air untuk menguraikan tepung tapioka
Lateks	Kuat, elastis, dan tahan air	Cat Duco Solvent Based	1 gr/cm ³	Produk bahan karet : Karpet, Sandal Jepit, Sol Sepatu, Karet Gelang, Matras, dll	Penghancuran dan Down Cycling
Resin Epoxy	Sangat kuat, kedap air	Jika ada pengamplasan, perlu Coating Waterbased	1,3 gr/cm ³	Produk serbaguna & jangka panjang : tempat penyimpanan untuk aksesoris, alat tulis, vas, dll	Reuse, Down Cycling
Arbuksium	Sangat kuat dan tahan air	Cat Acrylic / Cat Duco Waterbased + Coating Waterbased (Glossy)	1,3 gr/cm ³	Produk konstruksi dan dekoratif : batu bata dekoratif, wall panel, lukisan besar, aksesoris	Penghancuran dan penambahan bahan bangunan baru

Tabel 4. 45 Hasil Analisa Data Perekatan dan Pewarnaan
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Material tepung tapioka dinilai cukup kuat namun masih dapat hancur jika terkena air, sehingga sangat cocok untuk menjadi alternatif material produk sekali pakai seperti wadah makanan sekali pakai pengganti styrofoam. Pemberian cat duco *waterbased* dapat memberikan warna dan proteksi pada serbuk kayu. Coating *waterbased* juga direkomendasikan untuk laminasi peralatan tempat saji. Jika material sudah tidak terpakai, proses degradasi bisa dilakukan secara alami ataupun dengan pemberian suhu tinggi untuk mengikis lapisan coating, dan pemberian air untuk menguraikan tepung tapioka.

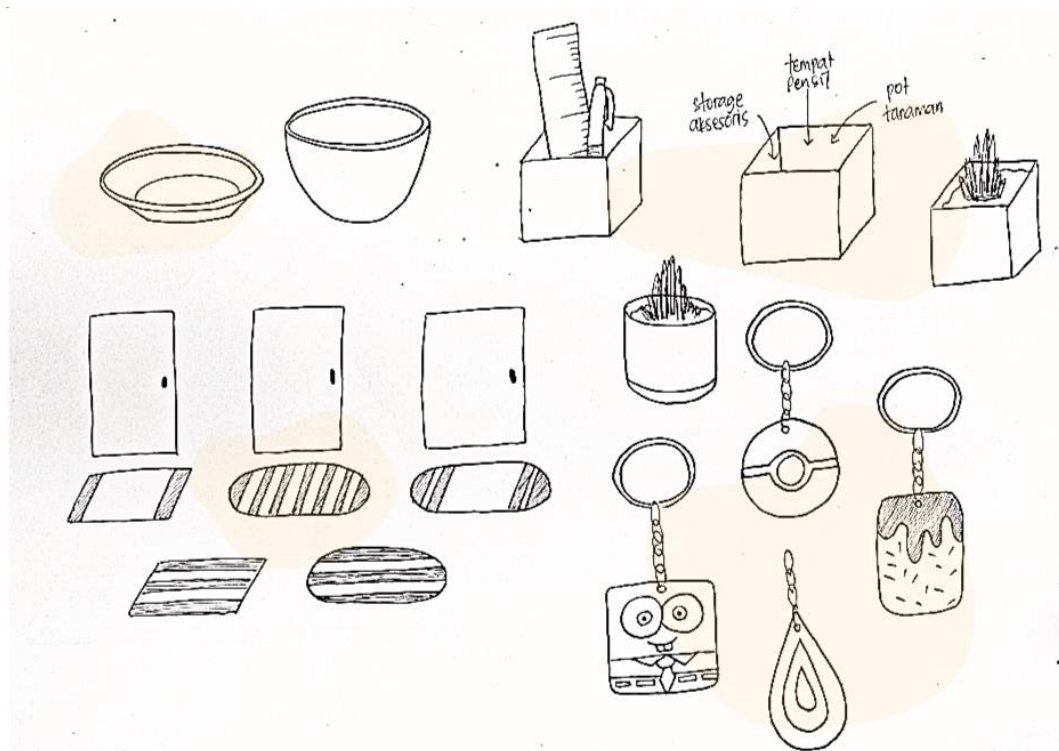
Karakteristik unik lateks yang kuat dan lentur membuatnya cocok untuk material karet seperti karpet lantai, sandal jepit, sol sepatu, karet gelang, matras, dan lain-lain. Pewarnaannya perlu dilakukan dengan cat duco *solvent based* karena sifatnya yang oleofilik. Adapun pemberian cat dapat menghindari produk hasil lateks dari permukaan yang lengket akibat terkena minyak langsung. Namun, hasil dari perekat lateks ini tidak dapat langsung terurai, sehingga bisa dilakukan recycle seperti penghancuran bagian-bagian kecil untuk pengganti busa bantal, atau bisa dipotong memanjang dan dijadikan sebagai konstruksi produk yang membutuhkan sifat kelenturan.

Resin memiliki sifat yang sangat kuat terhadap tekanan, air, dan tidak mudah hancur. Sifatnya yang termosetting dan sulit terdegradasi sangat cocok untuk perancangan produk multifungsi dan penggunaan yang bersifat jangka panjang. Desain bentuk yang lebih universal akan lebih memudahkan suatu produk untuk digunakan di berbagai keperluan. Seperti desain kubus bisa digunakan sebagai kotak pensil, pot tanaman, aksesoris perhiasan, dan lain-lain. Pewarnaan setelah perekatan dirasa tidak diperlukan. Jika ingin penambahan warna dapat dilakukan menggunakan pigmen khusus resin yang diberikan saat perekatan berlangsung. Laminasi coating *waterbased* diperlukan untuk menutupi kekeruhan pada resin apabila produk hasil resin kurang rapi dan melewati proses pengamplasan yang dapat membuat produk terlihat lebih keruh. Selain *reuse*, *down cycling* juga bisa dilakukan dengan penghancuran menjadi partikel-partikel kecil.

Karakteristik arbuksium yang keras berasal dari campuran semen dan kalsium. Hal ini membuatnya dapat dijadikan sebagai material konstruksi, seperti

batu bata dan wall panel. Permukaannya yang halus dan mudah diwarnai dengan cat acrylic dan cat duco *waterbased* dapat menjadi produk dekoratif seperti aksesoris gantungan ataupun lukisan karya seni. Penambahan coating *waterbased* dapat diberikan untuk hasil lebih mengkilap. Proses degradasi dari arbuksium bisa dilakukan dengan cara penghancuran dan di daur ulang menjadi bahan bangunan yang baru.

4.12.2 Sketsa Ide



Gambar 4. 7 Sketsa Desain
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

4.12.3 Pembuatan dan Evaluasi Produk

1. Piring dari Perekat Tepung Tapioka



*Gambar 4. 8 Piring dari Perekat Tepung Tapioka
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)*

Piring dibuat dari campuran serbuk kayu, air, dan tepung tapioka dengan rasio 2:5:1. Piring kemudian dikeringkan 2 sisi dan diberikan cat duco *waterbased* warna kuning. Pemilihan warna kuning dikarenakan warna tersebut diyakini dapat meningkatkan nafsu makan. Piring kemudian diberikan coating *waterbased* yang direkomendasikan untuk melaminasi produk alat makan.

Dalam proses pembuatan produk ini, peneliti hanya menggunakan cetakan pada sisi bawah saja sehingga bagian atas dan samping kurang merata. Sehingga diperlukan cetakan dari segala sisi untuk membuat permukaan lebih rata.

2. Karpet Lantai dari Lateks



*Gambar 4. 9 Karpet Lantai dari Perekat Lateks
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)*

Karpet ini berasal dari campuran serbuk kayu dan lateks karet alam (60%) dengan rasio 1:5. Karpet dikeringkan dan diberi warna cat *solvent based*. Pada proses pembuatan karpet, permukaan yang berpori dapat menyulitkan pewarnaan dan hasil akan terlihat kurang rapi. Jika produk masih berpori dan belum merata, pelapisan dengan lateks bisa dilakukan untuk menutup pori-pori yang akan mempermudah proses pewarnaan.

3. Tempat Pensil dari Resin



Gambar 4. 10 Tempat Pensil dari Perekat Resin
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Kotak pensil dari resin merupakan dari campuran serbuk kayu, resin, dan hardener dengan rasio 2:5:5. Kemudian produk dimasukan ke dalam cetakan dan dikeringkan selama 24 jam. Pada proses pencetakan, kepadatan serbuk dengan cetakan perlu diperhatikan supaya hasil produk lebih merata.

4. Gantungan Kunci (Key Chain) dari Arbuksium



Gambar 4. 11 Gantungan Kunci dari Perekat Arbuksium
(Sumber: Nessie Gunawan, 2022)

Gantungan kunci dari arbuksium memiliki campuran rasio lem, air, serbuk, semen, dan kalsium yaitu 3:3:1:4:4. Produk kemudian dimasukan ke dalam cetakan dan dikeringkan. Setelah kering, dilakukan proses pendempulan untuk menutupi lubang dan meratakan permukaan. Produk kemudian diwarnai dengan cat acrylic. Proses pewarnaan sangat mudah sehingga sangat memungkinkan untuk memadukan banyak warna, hanya saja diperlukan alat khusus untuk warna-warna yang memerlukan bagian lebih detail.

