

BAB IV

DATA DAN ANALISIS

Bab keempat ini membahas proses pemahaman material yang dilakukan dalam bentuk eksperimen dan uji coba teknis. Data yang didapat kemudian dilakukan analisis dan dibandingkan sifat-sifat sampel material dengan material serupa. Di akhir bab ini, seluruh temuan akan dirangkup dalam bentuk visi material.

4.1 Eksperimen

Seluruh eksperimen yang dilakukan disimpulkan dalam tabel di bawah.

Tabel 9 – Daftar Eksperimen yang Dilakukan

SCOBY	
1.	Penumbuhan
2.	Ketebalan dan Pengeringan
3.	Pewarnaan
4.	Perawatan Permukaan
Agar	
1.	Persentase Agar
2.	Aditif
Miselium	
1.	Penumbuhan I
2.	Penumbuhan II
3.	Penumbuhan III
Akar Tanaman	
1.	Pertumbuhan I
2.	Pengeringan I
3.	Penumbuhan dan Pengeringan II

4.1.1 Bakteri (SCOBY)

Ada beberapa eksperimen yang dilakukan untuk memahami sifat dasar dari scoby dan mengetahui potensi material yang dapat dihasilkan.

SCOBY yang digunakan seperti pada gambar di bawah.



Gambar 54 – Scoby
(Dokumen Pribadi, 2022)

Seluruh proses eksperimen pembuatan material dari scoby dilakukan dengan langkah-langkah dasar berikut:

1. Mencampurkan cairan starter kombucha, gula, teh, air, dan ibu scoby ke dalam wadah steril yang ditutup kain dan diikat dengan karet.



Gambar 55 – Komposisi Scoby
(Dokumen Pribadi, 2022)

2. Menyimpan wadah pada suhu ruangan di tempat yang bersih, kering, dan terhindar dari sinar matahari selama 1-4 minggu hingga mencapai ketebalan yang diinginkan.



Gambar 56 – Penyimpanan Scoby
(Dokumen Pribadi, 2022)

3. Mengeringkan scoby yang sudah tumbuh dengan metode pengeringan tertentu sampai kering seluruhnya.



Gambar 57 – Pengeringan Scoby
(Dokumen Pribadi, 2022)

Eksperimen SCOBY yang dilakukan antara lain:

1. Eksperimen Penumbuhan

Bahan utama yang dibutuhkan untuk pertumbuhan scoby adalah substrat kombucha (cairan starter kombucha, gula, teh, dan air) dan ibu SCOBY. Eksperimen pertama mengeksplorasi bagaimana komposisi bahan utama dapat mempengaruhi pertumbuhan scoby.

Berikut merupakan tabel data dan dokumentasi hasil eksperimen penumbuhan scoby.

Tabel 10 – Eksperimen Penumbuhan SCOBY

Data Eksperimen								Dokumentasi		
No.	Komposisi Substrat Kombucha				Ibu SCOBY		Durasi Tumbuh	SCOBY yang Tumbuh	Awal	Akhir
	Starter Kombucha	Air	Teh Hitam	Gula	Berat Total	% dari Total Substrat				
a	260ml (22.6%)	780ml (67.8%)	10g (0.9%)	100g (8.7%)	484g	42%	7 hari	0.9 cm, 70g		
					139g	12%	7 hari	0.4 cm, 17g		

b	100ml (11.5%)	720ml (83.3%)	2g (0.2%)	42g (5%)	566g	66%	6 hari	1.2 cm, 65g		
					170g	20%	6 hari	0.7 cm, 18g		

Ada beberapa hasil analisa yang diperoleh berdasarkan hasil eksperimen penumbuhan scoby:

- a. Jumlah ibu scoby yang dimasukan sangat mempengaruhi pertumbuhan scoby, semakin banyak jumlah yang dimasukan, semakin cepat pertumbuhan scoby.
- b. Ketinggian cairan substrat juga mempengaruhi pertumbuhan scoby, namun tidak begitu signifikan dibandingkan jumlah ibu scoby.
- c. Perbandingan substrat kombucha tidak begitu mempengaruhi pertumbuhan scoby.
- d. Pertumbuhan scoby semakin hari semakin melambat.

Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa scoby akan lebih cepat tumbuh jika ibu scoby yang dimasukan semakin banyak, dengan catatan bahwa cairan substrat yang dimasukan cukup untuk masa pertumbuhan.

2. Eksperimen Ketebalan dan Pengeringan

Eksperimen kedua mengeksplorasi bagaimana ketebalan dan metode pengeringan yang berbeda dapat mempengaruhi struktur scoby setelah dikeringkan. Variabel bebas dari eksperimen ini adalah ketebalan scoby ketika basah dan metode pengeringan.

Pertama, scoby akan dibiarkan tumbuh hingga memperoleh beberapa ketebalan yang diinginkan. Ketebalan-ketebalan yang dicoba yaitu < 1 mm, 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, dan 30 mm.

Kemudian, scoby dikeringkan menggunakan metode pengeringan yang berbeda-beda. Metode pengeringan yang digunakan yaitu:

- a. Pengeringan langsung di atas kertas tisu.
- b. Mengeluarkan cairan dengan dikompres menggunakan kain/kertas tisu, kemudian dikeringkan di atas permukaan.

- c. Mengeluarkan cairan dengan dikompres menggunakan kain/kertas tisu, kemudian dikeringkan di atas kertas tisu hingga hampir kering, lalu dipindahkan ke atas permukaan lain.

Tabel 11 – Permukaan Pengeringan

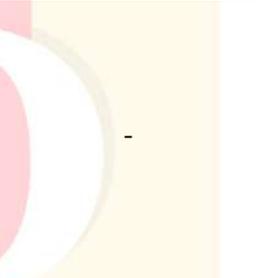
Permukaan Pengeringan		
 <p>Gambar 58 – Kertas Tisu (wooba.com.my, 2022)</p>	 <p>Gambar 59 – Nampan Plastik (omegabrandess.com, 2022)</p>	 <p>Gambar 60 – Nampan Aluminium (sunnexproducts.com, 2022)</p>
 <p>Gambar 61 – Bingkai Kaca (id.aliexpress.com, 2022)</p>	 <p>Gambar 62 – Papan Kayu (iming.com, 2022)</p>	 <p>Gambar 63 – Papan MDF (shopee.co.id, 2022)</p>

Berikut merupakan tabel data dan dokumentasi hasil eksperimen ketebalan dan pengeringan scoby.

Tabel 12 – Eksperimen Ketebalan dan Pengeringan SCOBY

Data Eksperimen						Dokumentasi		
No.	Ketebalan (basah)	Metode Pengeringan	Durasi Pengeringan	Ketebalan (kering)	Tekstur & Sifat	Basah	Pengeringan	Kering
a	< 1 mm	kertas tisu + kaca	12 jam	0.01 mm	transparan, mengkilap, halus, lekat			
	mm	kertas tisu + aluminium	-	-	<i>translucent</i> , mirip kertas	-		
	1 mm	kertas tisu + kayu	-	-	<i>translucent</i> , mirip kertas, bertekstur dan pipih	-		

	1 mm	kertas tisu + kayu	-	-	<i>translucent,</i> mirip kertas	-		
b	4 mm	kertas tisu + kaca	24 jam	0.05 mm	<i>translucent,</i> halus, mengkilap (sisi bawah), bercak putih			
	4 mm	kertas tisu + kertas tisu	24 jam	0.28 mm	<i>translucent,</i> mirip kertas, bertekstur			

	5 mm	kertas tisu + papan plastik	24 jam	0.16 mm	<i>translucent</i> , halus (sisi bawah)			
c	10 mm	kertas tisu	48 jam	0.23 mm	<i>translucent</i> , kasar, tidak merata			
	10 mm	kertas tisu + kertas tisu	36 jam	0.11 mm	<i>translucent</i> , kasar			

d	15 mm	kertas tisu	72 jam	0.25 mm	<i>translucent,</i> kasar	-		
e	20 mm	kertas tisu + kertas tisu	72 jam	0.19 mm	<i>translucent,</i> kasar			
f	25 mm	kertas tisu	120 jam	0.57 mm	kaku, kasar, tidak merata			

	25 mm	kertas tisu + kertas tisu + kaca	96 jam	0.28 mm	<i>translucent,</i> lentur			
g	30 mm	kertas tisu + plastik	144 jam	0.45 mm	<i>translucent,</i> lentur	-	-	

Berdasarkan hasil dari eksperimen yang dilakukan, terbukti bahwa ketebalan dari scoby dan juga metode pengeringan sangat mempengaruhi hasil akhir lembaran scoby yang didapat.

Ada beberapa hasil analisa yang diperoleh berdasarkan hasil eksperimen tersebut:

- a. Setelah kering dengan sempurna, seluruh sampel memiliki ketebalan yang kurang dari 1 mm.
- b. Seluruh sampel kehilangan lebih dari 97% dari ketebalan awalnya, terkecuali sampel b2 karena tisu yang menempel di sisi bawah sampel.
- c. Semakin tebal ketebalan awalnya, semakin gelap hasil akhir yang didapat.
- d. Seluruh sampel yang didapat memiliki sifat tembus pandang, namun semakin tebal ketebalan awalnya, semakin menurun sifat transparansinya.
- e. Sampel yang tidak terlebih dahulu dikeluarkan cairannya dengan tisu kertas memerlukan 12 jam lebih lama untuk kering sepenuhnya.
- f. Metode pengeringan yang hanya menggunakan kertas tisu menyebabkan sampel untuk mengerut dan paling banyak menyusut, sehingga menghasilkan sampel yang cenderung lebih kasar, kaku, dan tidak merata.
- g. Pengeringan menggunakan kaca menghasilkan sampel yang paling halus, paling rata, dan juga mengkilap di sisi yang menyentuh kaca. Namun pada sampel yang ketebalannya di atas 0.1 cm, warna dari sampel berubah menjadi putih di beberapa bagian.
- h. Pengeringan yang menggunakan papan plastik dan aluminium menghasilkan sampel yang rata, cukup lentur, dan bertekstur namun tidak kasar, sehingga menempatkannya di antara sifat-sifat dari sampel hasil pengeringan kertas tisu dan pengeringan kaca.
- i. Pengeringan dengan kayu dan cetakan kue *muffin* menunjukkan bahwa permukaan dari media pengering dapat tercetak pada

permukaan scoby setelah kering, namun strukturnya tidak akan tahan.

- j. Sampel f2 yang menggunakan tiga tahap pengeringan menunjukkan bahwa faktor penentu tekstur dan sifat akhir material adalah media pengeringan terakhir yang digunakan sebelum material kering sepenuhnya. Selain itu, sampel f2 juga menunjukkan bahwa material yang hampir kering jika dikeringkan di atas kaca tidak mengubah sampel menjadi putih.

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa kertas tisu/kain memiliki peran penting dalam proses pengeringan karena dapat secara signifikan mempercepat proses pengeringan, namun perlu dipadukan dengan media pengering lainnya di akhir proses agar hasil yang didapat merata, lentur, dan tidak kasar. Maka dari itu, metode pengeringan yang paling optimal untuk ketebalan di bawah 2.5 cm adalah menggunakan pengeringan dua langkah. Sedangkan untuk ketebalan 2.5 cm atau lebih tebal dapat menggunakan pengeringan tiga langkah.

3. Eksperimen Pewarnaan

Eksperimen ketiga mengeksplorasi sumber pewarna dan metode pewarnaan terhadap kualitas warna SCOBY setelah dikeringkan. Variabel bebas dari eksperimen ini adalah metode pewarnaannya dan sumber pewarna yang didapat dari tanaman.

Terdapat tiga metode pewarnaan yang diteliti, yaitu:

1. Penumbuhan selama beberapa hari yang diberi pewarna pada larutan substrat.
2. Perendaman selama beberapa hari yang diberi pewarna pada larutan substrat.
3. Perendaman selama beberapa jam langsung dalam larutan pewarna.

Sumber-sumber pewarna yang digunakan dikompilasi pada daftar tabel di bawah.

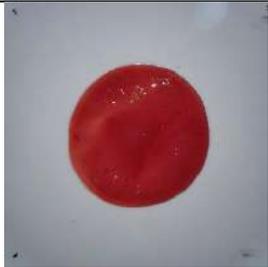
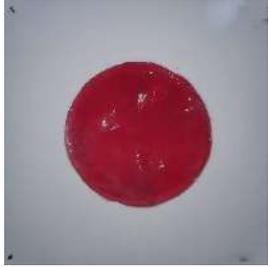
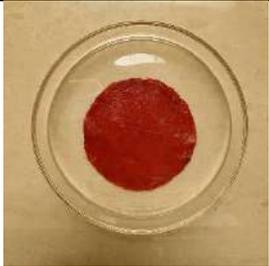
Tabel 13 – Daftar Sumber Pewarna

Sumber Pewarna			
Bunga Rosella		Kubis Merah	
 <p>Gambar 64 – Bunga Rosella (shopee.co.id, 2022)</p>		 <p>Gambar 65 – Kubis Merah (bienmanger.com, 2022)</p>	
Warna	merah	Warna	merah muda
Bentuk	cairan	Bentuk	cairan
Buah Bit		Campuran Beri (<i>Raspberry, Mulberry, Blueberry</i>)	
 <p>Gambar 66 – Buah Bit (nilaigizi.com, 2022)</p>		 <p>Gambar 67 – Campuran Beri (shopee.co.id, 2022)</p>	
Warna	maroon	Warna	magenta
Bentuk	cairan, ampas	Bentuk	cairan, ampas
Buah Naga Merah		Bunga Telang	
 <p>Gambar 68 – Buah Naga Merah (doufu.co.uk, 2022)</p>		 <p>Gambar 69 – Bunga Telang (alamy.com, 2022)</p>	
Warna	fuchsia	Warna	ungu
Bentuk	cairan, ampas	Bentuk	cairan

<i>Activated Charcoal</i>		Kopi	
 <p>Gambar 70 – <i>Activated Charcoal</i> (aletihadminerals.com, 2022)</p>		 <p>Gambar 71 – Kopi (unsplash.com, 2022)</p>	
Warna	hitam	Warna	cokelat tua
Bentuk	bubuk	Bentuk	bubuk
Kakao		Kunyit	
 <p>Gambar 72 – Kakao (dreamstime.com, 2022)</p>		 <p>Gambar 73 – Kunyit (harapanrakyat.com, 2022)</p>	
Warna	cokelat muda	Warna	kuning oranye
Bentuk	bubuk	Bentuk	bubuk
Matcha		Daun Pandan	
 <p>Gambar 74 – Matcha (thesourcebulkfoods.co.nz, 2022)</p>		 <p>Gambar 75 – Daun Pandan (freepik.com, 2022)</p>	
Warna	hijau muda	Warna	hijau
Bentuk	bubuk	Bentuk	cairan, ampas
Spirulina			
 <p>Gambar 76 – Spirulina (isw.co.id, 2022)</p>			
Warna	hijau tua		
Bentuk	bubuk		

Berikut merupakan tabel data dan dokumentasi hasil eksperimen pewarnaan SCOBY.

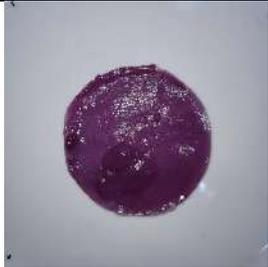
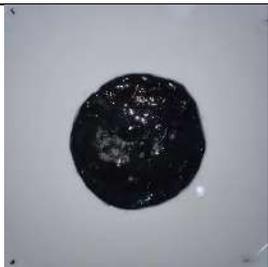
Tabel 14 – Eksperimen Pewarnaan SCOBY

Data Eksperimen					Dokumentasi	
No.	Pewarna		Metode Pewarnaan	Durasi	Basah	Kering
	Sumber	Konsentrasi				
a	bunga rosella	5%	penumbuhan	14 hari		
b	kubis merah	21%	penumbuhan	14 hari		
		50%	penumbuhan			

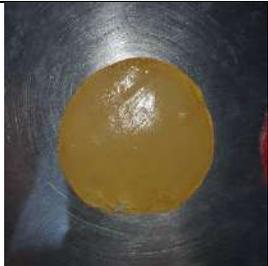
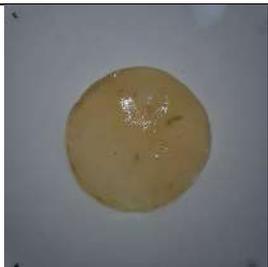
c	buah bit	14%	penumbuhan	14 hari		
		25%	penumbuhan	14 hari		
		25%	perendaman	14 hari		

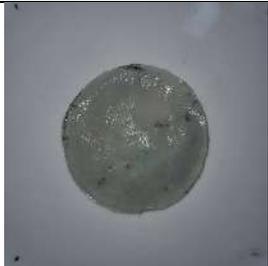
		100%	perendaman	3 jam		
d	campuran beri (ampas)	3.5%	penumbuhan	10 hari		
		3.5%	perendaman	4 hari		

	campuran beri (cairan)	3.5%	penumbuhan	10 hari		
		3.5%	perendaman	4 hari		
e	buah naga merah	3.5%	penumbuhan	10 hari		

f	bunga telang	2.5%	penumbuhan	14 hari		
		10%	penumbuhan	23 hari		
g	activated charcoal	3.2%	penumbuhan	14 hari		

h	kopi	9%	penumbuhan	14 hari		
		16%	perendaman	23 hari		
i	kakao	3.2%	penumbuhan	14 hari		

j	kunyit	3.2%	penumbuhan	14 hari		
		33%	perendaman	3 jam		
k	matcha	9%	penumbuhan	14 hari		

l	pandan	16%	penumbuhan	14 hari		
m	spirulina	1%	penumbuhan	14 hari		

Berdasarkan hasil dari eksperimen yang dilakukan, terdapat beberapa hasil analisa yang diperoleh:

- a. Semakin tinggi konsentrasi pewarna yang ditambahkan, semakin pekat dan cerah warna yang didapat. Namun signifikansi dari sifat ini berbeda dari satu pewarna ke pewarna lainnya.
- b. Warna yang terserap tidak sepekat dan secerah warna dari cairan kombucha yang sudah dicampurkan pewarna, dan dasar kecokelatannya tetap ada.
- c. Metode perendaman selama beberapa hari dapat menyerap warna, namun warna dasar kecokelatannya terlihat lebih jelas.
- d. Metode perendaman langsung dalam pewarna dapat menyerap warna dengan lebih baik dibandingkan perendaman dalam substrat selama beberapa hari.
- e. Metode pewarnaan dengan penumbuhan memberikan warna yang lebih pekat dan cerah dibanding metode perendaman, namun perbedaan yang didapat tidak terlalu signifikan.
- f. Untuk sumber pewarna yang diperas, ampas sisa perasan memberikan warna yang lebih pekat dan cerah dibandingkan cairannya.
- g. Sumber pewarna yang berbentuk bubuk dapat menghambat pertumbuhan.

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa pewarnaan dengan metode perendaman langsung dalam pewarna secara keseluruhan memberikan hasil yang paling baik. Metode ini menghemat waktu dan dapat digunakan untuk semua jenis bentuk pewarna.

4. Eksperimen Perawatan Permukaan

Eksperimen keempat mengeksplorasi berbagai macam *finishing* agar permukaan scoby lebih tahan air. Variabel bebas dari eksperimen ini adalah *finishing* yang digunakan.

Berikut merupakan daftar tabel *finishing* yang digunakan.

Tabel 15 – Daftar *Finishing*
Finishing

Minyak Bayi		Bio-Oil	
 <p>Gambar 77 – Minyak Bayi (shopee.co.id, 2022)</p>		 <p>Gambar 78 – Bio-Oil (firstcry.bh, 2022)</p>	
Nama	Zwitsal Baby Oil Natural	Nama	Bio-Oil
Komposisi	minyak mineral, tokoferil asetat, parfum, ekstrak daun Aloe Barbadensis, minyak zaitun PEG-7 ester	Komposisi	minyak calendula, minyak lavender, minyak rosemary, minyak chamomile, minyak purcellin, dll.
Minyak Zaitun		Minyak Kelapa	
 <p>Gambar 79 – Minyak Zaitun (bivianoandsons.com.au, 2022)</p>		 <p>Gambar 80 – Minyak Kelapa (toko.sehatq.com, 2022)</p>	
Nama	Cobram Estate Extra Virgin Olive Oil Light	Nama	Siola Extra Virgin Coconut Oil
Komposisi	minyak zaitun	Komposisi	minyak kelapa
<i>Petroleum Jelly</i>		Kiwi Wax	
 <p>Gambar 81 – <i>Petroleum Jelly</i> (m.made-in-china.com, 2022)</p>		 <p>Gambar 82 – Kiwi Wax (kiwicare.com, 2022)</p>	

Nama	Petroleum Jelly	Nama	KIWI Shoe Polish Neutral
Komposisi	<i>petroleum jelly</i>	Komposisi	alkana C13-14, parafin wax, 1-kloro-4-(trifluorometil) benzena, carnauba wax, asam oleat, glikol montanat, mikrokristalin wax
Carnauba Wax		Beeswax	
 <p>Gambar 83 – Carnauba Wax (indiamart.com, 2022)</p>		 <p>Gambar 84 – Beeswax (indiamart.com, 2022)</p>	
Nama	Carnauba Wax	Nama	Beeswax
Komposisi	carnauba wax	Komposisi	<i>beeswax</i>
Soy Wax		Palm Wax	
 <p>Gambar 85 – Soy Wax (indiamart.com, 2022)</p>		 <p>Gambar 86 – Palm Wax (tokopedia.com, 2022)</p>	
Nama	Soy Wax RC-192	Nama	Palm Wax RC-162
Komposisi	<i>soy wax</i>	Komposisi	<i>palm wax</i>

Finishing diaplikasikan pada bagian depan dan belakang sampel. Minyak-minyak, *petroleum jelly*, dan KIWI wax langsung dioleskan dengan tangan pada permukaan sampel. Sementara lilin lainnya dipanaskan dahulu dan sampel dicelupkan ke dalam ketika sudah meleleh sepenuhnya. Alasan sampel dicelupkan ke dalam cairan lilin karena lilin akan langsung mengeras jika tidak sambil dipanaskan.



Gambar 87 – Proses Pengaplikasian Minyak
(Dokumentasi Pribadi, 2022)



Gambar 88 – Proses Pemanasan Lilin
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Berikut merupakan tabel data dan dokumentasi hasil eksperimen perawatan permukaan scoby. Tingkat ketahanan airnya dapat dilihat di bab 4.2 pada uji coba air.

Tabel 16 – Eksperimen Perawatan Permukaan SCOBY

Data Eksperimen		Dokumentasi	
No.	Finishing	Basah	Kering
a	minyak bayi		
b	Bio-Oil		

c	minyak zaitun		
d	minyak kelapa		
e	<i>petroleum jelly</i>		
f	KIWI wax		
g	carnauba wax		
h	<i>beeswax</i>		
i	<i>soy wax</i>		

j	<i>palm wax</i>		
---	-----------------	--	---

Berdasarkan hasil dari eksperimen, dapat diperoleh beberapa analisa:

- a. Minyak menyerap dengan baik ke dalam material, namun tidak secara signifikan membantu material menjadi lebih tahan air.
- b. Petroleum jelly sedikit membantu material menjadi lebih tahan air, namun membuat permukaan material menjadi lengket.
- c. Lilin sangat membantu material menjadi lebih tahan air, namun lapisan lilin yang terbentuk pada permukaan membuat material menjadi keras, lebih lengket, dan kehilangan elastisitas.
- d. KIWI wax sangat membantu material menjadi lebih tahan air dan tidak meninggalkan lapisan tebal pada permukaan material seperti lilin lainnya.

Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa perlu adanya percampuran minyak dan lilin seperti KIWI wax agar dapat membuat material lebih tahan air tanpa mengorbankan kualitas-kualitas lainnya.

4.1.2 Alga (*Gelidium amansii*)

Ada beberapa eksperimen yang dilakukan untuk memahami sifat dasar dari alga *Gelidium amansii* dan mengetahui potensi material yang dapat dihasilkan.

Alga *Gelidium amansii* yang digunakan berupa bentuk agar-agar bubuk dan lembar seperti pada tabel di bawah.

Tabel 17 – Subjek Eksperimen Alga

Bentuk Agar			
Agar-agar Bubuk		Agar-agar Lembar	
			
Gambar 89 – Agar-agar Bubuk (Dokumen Pribadi, 2022)		Gambar 90 – Agar-agar Lembar (Dokumen Pribadi, 2022)	
Merek	Swallow Globe Brand	Merek	Lingkar Organik
Komposisi	tepung agar-agar, perisa sintetik vanila	Komposisi	rumput laut

Seluruh proses eksperimen pembuatan material dari alga dilakukan dengan langkah-langkah dasar berikut:

1. Mencampurkan agar-agar, air, dan aditif dengan persentase tertentu dari total berat campuran awal.



Gambar 91 – Menimbang Agar
(Dokumen Pribadi, 2022)

2. Campuran agar kemudian dipanaskan hingga mendidih dalam panci anti-lengket.



Gambar 92 – Pemanasan Agar
(Dokumen Pribadi, 2022)

3. Ketika gelembung panas muncul, agar yang sudah matang langsung diangkat dan dituangkan ke dalam cetakan.
4. Agar kemudian dikeringkan sesuai dengan metode pengeringan yang dipilih.



Gambar 93 – Pengeringan Agar
(Dokumen Pribadi, 2022)

Metode pengeringan yang digunakan antara lain:

- a. Dikeringkan di dalam cetakan pada suhu ruangan.
- b. Dikeringkan di luar cetakan pada suhu ruangan.
- c. Dibekukan di dalam cetakan, dicairkan, dan dikeringkan pada suhu ruangan.
- d. Dibekukan di luar cetakan, dicairkan, dan dikeringkan pada suhu ruangan.

Eksperimen alga yang dilakukan antara lain:

1. Eksperimen Persentase Agar

Eksperimen pertama mengeksplorasi bagaimana persentase agar mempengaruhi struktur agar setelah dikeringkan. Variabel bebas dari eksperimen ini adalah persentase agar yang digunakan.

Agar dicampurkan dengan air pada persentase tertentu dan diobservasi hasilnya setelah kering sepenuhnya. Persentase agar yang dicoba adalah 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25%, 1.5%, 1.75%, 2%, dan 3%.

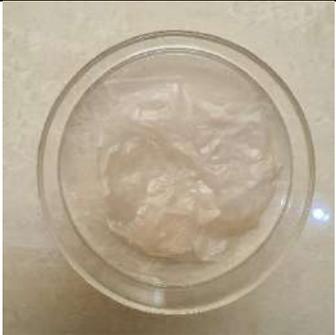
Berikut merupakan tabel data dan dokumentasi hasil eksperimen persentase agar.

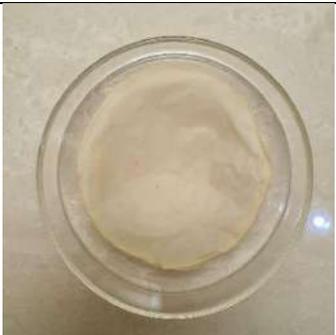


Tabel 18 – Eksperimen Persentase Agar

Data Eksperimen					Dokumentasi		
No.	Agar		Pengeringan			Basah	Kering
	%	Bentuk	Metode	Permukaan	Durasi		
1	0.25%	lembar	luar cetakan, suhu ruangan	silikon	12 jam		
2	0.5%	lembar	luar cetakan, suhu ruangan	kaca	24 jam		

3	0.75%	lembar	luar cetakan, suhu ruangan	kaca	36 jam		
4	1%	lembar	luar cetakan, suhu ruangan	kaca	48 jam		
		bubuk	dalam cetakan, suhu ruangan (0.4 cm)	plastik	-		

			dalam cetakan, suhu ruangan (0.8 cm)	plastik	-		
			dalam cetakan, freezer	plastik	-		
			luar cetakan, freezer	plastik	-		

5	1.25%	bubuk	dalam cetakan, suhu ruangan	plastik	-	-	
			dalam cetakan, freezer	plastik	-	-	
6	1.5%	lembar	dalam cetakan, suhu ruangan	plastik	-	-	

		bubuk	dalam cetakan, suhu ruangan	plastik	-	-	
			dalam cetakan, freezer	plastik	-	-	
7	1.75%	bubuk	dalam cetakan, suhu ruangan	plastik	-	-	

			dalam cetakan, freezer	plastik	-		
8	2%	bubuk	dalam cetakan, suhu ruangan	plastik	-		
			luar cetakan, suhu ruangan	plastik	-	-	

			dalam cetakan, freezer	plastik	-		
9	3%		dalam cetakan, suhu ruangan	plastik	-		
		bubuk	luar cetakan, suhu ruangan	plastik	-	-	

Berdasarkan hasil dari eksperimen di atas, terdapat beberapa hasil analisa yang diperoleh:

- a. Semakin tinggi persentase agar, semakin lama waktu yang diperlukan untuk mengeringkan sampel.
- b. Semakin tinggi persentase agar, semakin tebal dan kaku hasil sampel sesudah dikeringkan.
- c. Metode pengeringan dengan freezer menghasilkan sampel yang lebih berkerut.
- d. Metode pengeringan di luar cetakan menghasilkan pengeringan yang lebih merata, terutama untuk sampel dengan persentase agar yang tinggi.
- e. Hasil sampel agar lembaran lebih kuning dibandingkan agar bubuk.

Dari hasil analisa dan data eksperimen dapat disimpulkan persentase agar 1% berbentuk bubuk cukup baik untuk digunakan dalam sebagian besar eksperimen selanjutnya.

2. Eksperimen Campuran Aditif

Pada eksperimen kedua, potensi material berbasis agar dieksplorasi lebih lanjut dengan menambahkan berbagai macam aditif. Aditif yang ditambah dapat dikategorikan menjadi tiga jenis, antara lain:

- a. *Plasticizer* – untuk menambah fleksibilitas material
- b. *Filler* – untuk mencegah material menyusut
- c. Pengemulsi – untuk menimbulkan busa

Berikut merupakan daftar tabel aditif yang digunakan.

Tabel 19 – Daftar Aditif

Aditif		
<i>Plasticizer</i>	<i>Filler</i>	Pengemulsi
Gliserin	Kerang Srimping	Sabun Mama Lime

 <p>Gambar 94 – Gliserol (Dokumen Pribadi, 2022)</p>	 <p>Gambar 95 – Bubuk Kerang Srimping (Dokumen Pribadi, 2022)</p>	 <p>Gambar 96 – Mama Lime (tokopedia.com, 2022)</p>
<p>Sorbitol</p>  <p>Gambar 97 – Sorbitol (Dokumen Pribadi, 2022)</p>	<p>Cangkang Telur</p>  <p>Gambar 98 – Bubuk Cangkang Telur (Dokumen Pribadi, 2022)</p>	<p>Sabun Cussons Baby</p>  <p>Gambar 99 – Cussons Baby (orami.co.id, 2022)</p>
<p>Sirup Jagung</p>  <p>Gambar 100 – Sirup Jagung (shopee.co.id, 2022)</p>	<p>Serbuk Gergaji</p>  <p>Gambar 101 – Serbuk Gergaji (Dokumen Pribadi, 2022)</p>	<p>Sabun Rinso + Molto</p>  <p>Gambar 102 – Rinso + Molto (shopee.co.id, 2022)</p>
<p>Polyethylene Glycol 400 (PEG 400)</p>  <p>Gambar 103 – Polyethylene Glycol 400 (Dokumen Pribadi, 2022)</p>	<p>Maizena</p>  <p>Gambar 104 – Maizena (tokopedia.com, 2022)</p>	

Data dan dokumentasi hasil eksperimen dengan aditif dikompilasi pada tabel-tabel di bawah.

Tabel 20 – Eksperimen Campuran *Plasticizer*

Data Eksperimen					Dokumentasi
No.	<i>Plasticizer</i>		Agar		Kering
	Tipe	%	Bentuk	%	
1	gliserin	0.25%	bubuk	1%	
				2%	

				1%	
2	gliserin	0.75%	bubuk	1.5%	
				2%	

3	gliserin	1%	<p>bubuk (0.4 cm)</p> <p>bubuk (0.8 cm)</p>	1%	 
4	gliserin	1.25%	bubuk	1%	

5	gliserin	2%	bubuk	1%	
6	gliserin	2.5%	bubuk	1%	
					

				1.5%	
7	gliserin	3%	bubuk	1.5%	
8	gliserin	4%	lembar	12%	

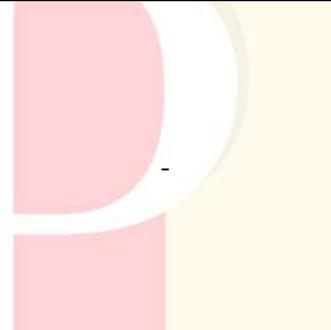
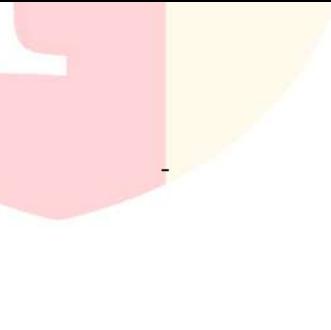
9	gliserin	16%	lembar	12%	
10	sorbitol	1%	bubuk	1%	
11	sorbitol	4%	lembar	12%	

12	sirup jagung	1%	bubuk	1%	
13	poly-ethylene glycol (PEG) 400	1%	bubuk	1%	

Tabel 21 – Eksperimen Campuran *Filler*

Data Eksperimen				Dokumentasi		
No.	<i>Filler</i>		Agar %	Gliserin %	Basah	Kering
	Tipe	%				
1	kerang	20%	1%	-		
				1%		

2	kerang	30%	1%	-		
3	kerang	40%	1%	-		
			3%	-		

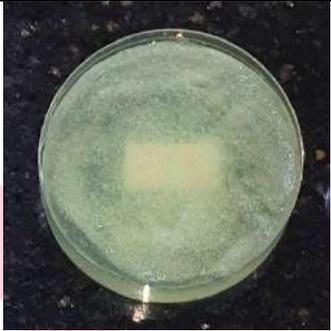
4	cangkang telur (putih)	7.7%	7.7%	7.7%		
5	cangkang telur (putih)	20%	2%	-		
6	cangkang telur (coklat)	20%	2%	-		

7	cangkang telur (putih)	40%	1%	-		
8	cangkang telur (coklat)	40%	1%	-		
9	serbuk gergaji	10%	1%	1%		

10	serbuk gergaji	20%	1%	-		
11	maizena	7.7%	7.7%	7.7%		

Tabel 22 – Eksperimen Campuran Pengemulsi

Data Eksperimen					Dokumentasi	
No.	Pengemulsi (Sabun)		Agar %	Gliserin %	Basah	Kering
	Merek	%				
1	Mama Lime	4%	6%	-		
		4%	6%	4%		

		4%	6%	4%		
2	Cussons	4%	6%	4%		
3	Rinso + Molto	4%	6%	4%		

Berdasarkan hasil dari eksperimen di atas, terdapat beberapa hasil analisa yang diperoleh:

- a. Semakin tinggi persentase *plasticizer* yang ditambahkan, sampel akhir yang didapat menjadi semakin lentur, buram, dan tebal.
- b. Campuran *plasticizer* membuat material menjadi lebih lengket dan gampang sobek.
- c. Semakin tinggi persentase *plasticizer* yang ditambahkan, semakin rendah persentase agar yang dapat dicampurkan.
- d. Campuran *filler* cangkang telur dengan agar masih belum berhasil karena beberapa partikelnya dapat lepas walaupun sudah ditambahkan persentase agarnya, sehingga mungkin perlu adanya penambahan bahan lain sebagai perekat tambahan.
- e. Campuran *filler* serbuk kayu dan kerang berhasil merekat, namun masih melepaskan beberapa partikel-partikel.
- f. Campuran *filler* maizena berhasil merekat dengan sempurna.
- g. Hasil campuran sabun memberikan hasil material yang menyerupai silikon.

Dari hasil analisa dan data eksperimen dapat disimpulkan bahwa *plasticizer* dengan persentase di bawah 1% memberikan hasil yang paling optimal.

4.1.3 Jamur (*Pleurotus ostreatus* dan *Ganoderma lucidum*)

Ada beberapa eksperimen yang dilakukan untuk memahami sifat dasar dari miselium jamur dan mengetahui potensi material yang dapat dihasilkan.

Terdapat dua spesies jamur yang digunakan sebagai subjek eksperimen.

Tabel 23 – Subjek Eksperimen Miselium

Spesies Jamur	
Jamur LingZhi/Reishi	Jamur Tiram Putih

 <p>Gambar 105 – Jamur Lingzhi (Dokumen Pribadi, 2022)</p>		 <p>Gambar 106 – Jamur Tiram Putih (Dokumen Pribadi, 2022)</p>	
Nama Ilmiah	<i>Ganoderma lucidum</i>	Nama Ilmiah	<i>Pleurotus ostreatus</i>

Berikut merupakan daftar tabel seluruh substrat dan nutrisi miselium yang digunakan dalam eksperimen.

Substrat	Nutrisi
Serutan Kayu  <p>Gambar 107 – Serutan Kayu (plattsagriculture.ie, 2022)</p>	Pollard Gandum  <p>Gambar 108 – Pollard Gandum (nordfeed.com, 2022)</p>
Serbuk Gergaji  <p>Gambar 109 – Serbuk Gergaji (indiamart.com, 2022)</p>	Kapur Dolomite  <p>Gambar 110 – Kapur Dolomite (gmciltd.com, 2022)</p>
Kulit Biji Gandum	Air Gula



Seluruh proses eksperimen pembuatan material dari miselium (terkecuali eksperimen I) dilakukan sesuai langkah-langkah dasar berikut dengan peralatan dan kondisi yang steril (mulai dari langkah 3-10):

Mempersiapkan Campuran Substrat

1. Menyiapkan substrat dan nutrisi dengan perbandingan tertentu, kemudian memasukkan campuran substrat ke dalam kantong kain atau kantong plastik tahan panas.



Gambar 114 – Campuran Substrat
(Dokumen Pribadi, 2022)

2. Memasukkan kantong ke dalam panci dengan air mendidih sambil memastikan kantong terendam sepenuhnya selama 30 menit.



Gambar 115 – Pemanasan Substrat
(Dokumen Pribadi, 2022)

3. Setelah substrat telah dipasteurisasi sepenuhnya, air ditiriskan dan substrat dituang ke dalam panci yang sama lalu ditutup rapat, kemudian substrat dibiarkan dingin hingga 30-35°C.



Gambar 116 – Pendinginan Substrat
(Dokumen Pribadi, 2022)

4. Bibit jamur dihancurkan dan dicampurkan ke dalam substrat pada 10-15% dari berat basah substrat.



Gambar 117 – Bibit Jamur
(Dokumen Pribadi, 2022)

5. Campuran bibit jamur kemudian dimasukkan secara perlahan ke dalam cetakan plastik yang telah dilapisi *cling wrap* (agar mudah diangkat nantinya).
6. Menutup cetakan dengan *cling wrap* dan memastikan bagian sampingnya tertutup rapat.



Gambar 118 – Campuran Substrat dan Jamur
(Dokumen Pribadi, 2022)

Fase Pertama

7. Cetakan ditempatkan pada lingkungan yang bersih, stabil, dan gelap dengan suhu sekitar 27°C.
8. Miselium dibiarkan tumbuh selama 5-14 hari tergantung lingkungan dan campurannya.

Fase Kedua

9. Ketika sebagian besar substrat telah dipenuhi miselium, sampel dikeluarkan dari cetakannya dan dimasukkan ke dalam wadah plastik atau kantong plastik bersih dan ditutup.



Gambar 119 – Pertumbuhan Miselium
(Dokumen Pribadi, 2022)

10. Miselium dibiarkan tumbuh selama 5-7 hari lagi pada kondisi yang sama.

Pengeringan

11. Ketika sampel telah putih seluruhnya, sampel dikeringkan di ruang terbuka atau dengan oven pada suhu 60-80°C hingga kering sepenuhnya (keras dan tidak berbau).

Eksperimen-eksperimen miselium yang dilakukan antara lain:

1. Eksperimen Pertumbuhan Miselium I

Eksperimen pertumbuhan pertama dilakukan menggunakan serbuk gergaji dan daun teh hitam sebagai media tumbuh untuk jamur, dan kedua jenis jamur *G. lucidum* dan *P. ostreatus*.

Proses eksperimen mulai dengan memasukkan 10g media tanam ke dalam kantong plastik kemudian dicampurkan 1% bibit jamur. Setiap kantong lalu diikat rapat dan disimpan di tempat yang gelap dalam suhu ruangan.



Gambar 120 – Sampel Miselium di Awal Eksperimen I
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Setelah hampir dua bulan, seluruh sampel menumbuhkan lumut hijau *Trichoderma* (Beyer, 2011) melainkan miselium.



Gambar 121 – Sampel Miselium di Akhir Penumbuhan I (Serbuk Gergaji)
(Dokumentasi Pribadi, 2022)



Gambar 122 – Sampel Miselium di Akhir Penumbuhan I (Daun Teh Hitam)
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Eksperimen pertama ini dinyatakan gagal. Dihipotesiskan bahwa proses dan metode eksperimen yang kurang steril, ditambah kurangnya pertukaran udara untuk jamur menyebabkan eksperimen ini untuk gagal. Maka dari itu, akan dilakukan pengulangan dengan proses dan metode yang lebih steril, dan juga memastikan adanya pertukaran udara pada wadah pertumbuhan.

2. Eksperimen Pertumbuhan Miselium II

Setelah beberapa penelitian tambahan, diketahui bahwa proses pencampuran miselium perlu dilakukan pada kondisi yang steril sepenuhnya. Ini termasuk pasteurisasi substrat yang akan digunakan terlebih dahulu dan juga mendesinfeksi seluruh peralatan yang akan digunakan dengan alkohol. Maka dari itu, eksperimen pertumbuhan kedua dilakukan dengan proses pencampuran yang lebih

steril sesuai dengan langkah-langkah dasar yang sudah dijabarkan pada skema proses pembuatan material di atas (Gambar 46). Selain harus menjaga kebersihan saat proses eksperimen, diperlukan juga penambahan nutrisi untuk mempermudah dan mempercepat pertumbuhan miselium.

Spesies dan media tumbuh jamur yang digunakan masih sama dengan eksperimen I, yaitu *G. lucidum* dan *P. ostreatus* untuk spesies, kemudian serutan kayu dan daun teh hitam sebagai media tumbuh. Pada langkah akhir, gula dilarutkan di dalam air panas (tidak bisa dimasak karena gula akan mengeras) dan dibiarkan mendingin sebelum ditambahkan ke dalam campuran substrat dan bibit jamur yang sudah dipasteurisasi. Spesimen yang sudah selesai dicampurkan kemudian disimpan di tempat yang gelap pada suhu ruangan.



Gambar 123 – Sampel Miselium di Awal Eksperimen II
(Dokumentasi Pribadi, 2022)

Setelah beberapa hari, mulai bermunculan tanda-tanda kontaminasi pada beberapa spesimen. Setelah sedikit lebih dari satu minggu,

hampir seluruh permukaan spesimen dipenuhi oleh kontaminasi lumut hijau *Trichoderma* yang sama seperti pada eksperimen I.



Gambar 124 – Sampel Miselium di Akhir Penumbuhan II (Dokumentasi Pribadi, 2022)

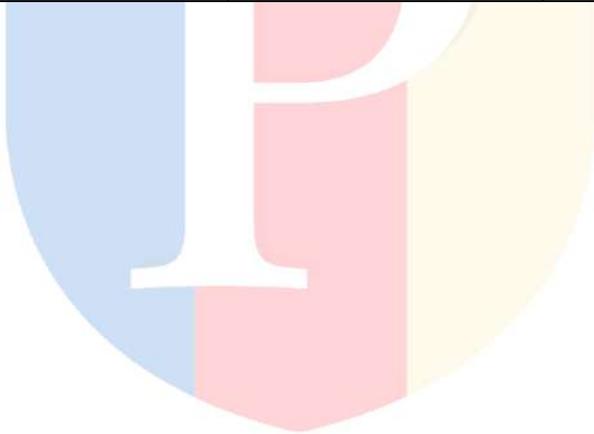
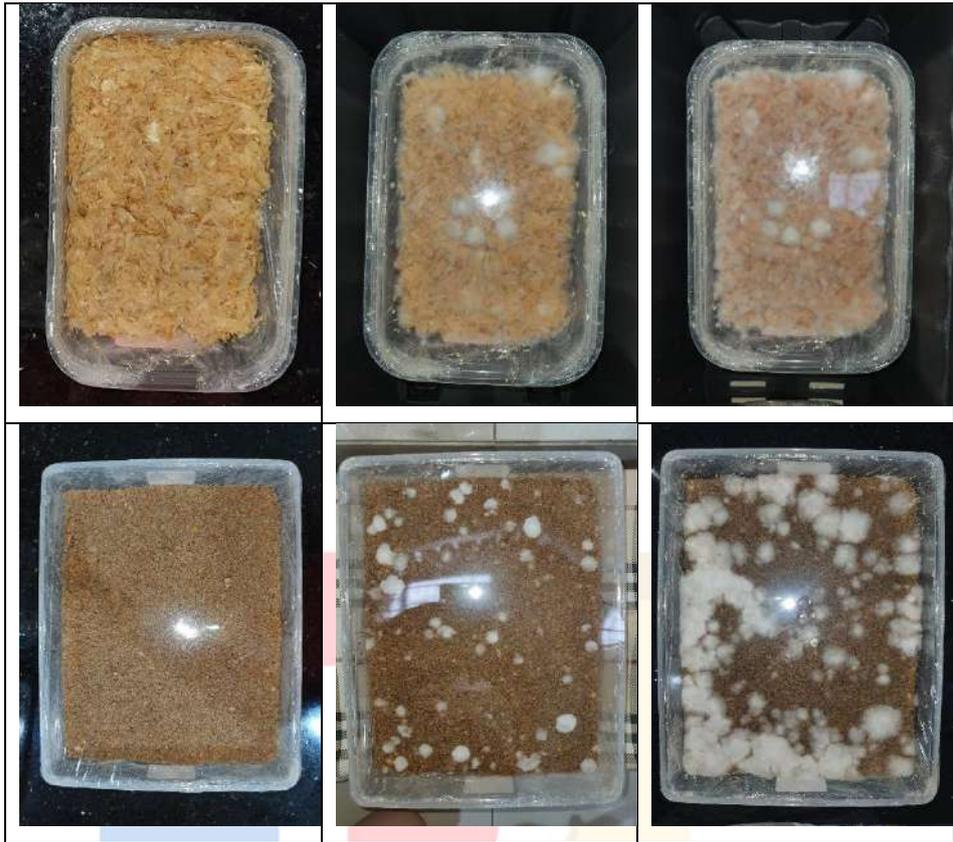
Eksperimen kedua ini juga dinyatakan gagal. Dihipotesiskan bahwa air gula yang kurang steril akibat hanya dicampurkan dalam air panas menyebabkan eksperimen ini untuk gagal. Maka dari itu, akan dilakukan pengulangan eksperimen tanpa percampuran nutrisi air gula.

3. Eksperimen Pertumbuhan Miselium III

Proses eksperimen pertumbuhan ketiga dilakukan seperti eksperimen kedua, namun nutrisinya akan ditiadakan atau diganti menjadi pollard gandum dan kapur berdasarkan beberapa penelitian tambahan. Spesies jamur yang digunakan masih sama dengan eksperimen I, yaitu *G. lucidum* dan *P. ostreatus* untuk spesies, kemudian media tumbuh yang digunakan adalah serutan kayu dan serbuk gergaji. Proses pertumbuhan miselium yang berhasil didokumentasikan pada tabel di bawah.

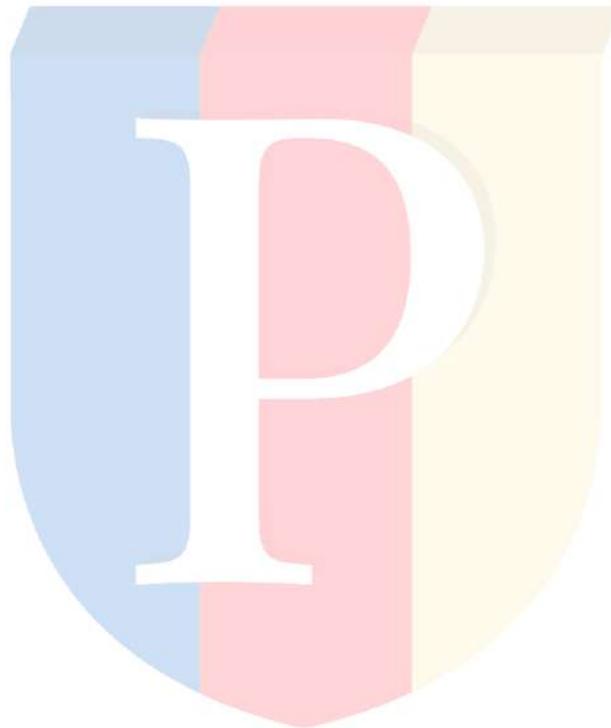
Tabel 25 – Eksperimen Pertumbuhan Miselium III

Awal	3 hari	10 hari
------	--------	---------



Pada eksperimen terakhir ini, sebagian besar miselium berhasil tumbuh tanpa terkontaminasi, namun miselium yang tumbuh masih terlalu sedikit dari yang seharusnya. Setelah 10 hari, pertumbuhan miselium tidak mengalami perubahan yang signifikan.

Dihipotesiskan bahwa kurangnya alat dan fasilitas yang sesuai untuk menjaga lingkungan yang stabil dan steril menyebabkan eksperimen-eksperimen miselium untuk pada akhirnya gagal.

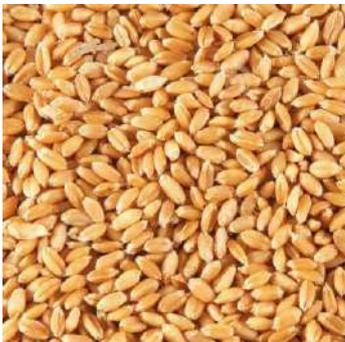


4.1.1 Akar (*Triticum aestivum* dan *Avena Sativa*)

Ada beberapa eksperimen yang dilakukan untuk memahami sifat dasar dari akar *wheatgrass* dan *oatgrass* untuk mengetahui potensi material yang dapat dihasilkan.

Tanaman yang ditumbuh dalam eksperimen ini seperti pada tabel/gambar di bawah.

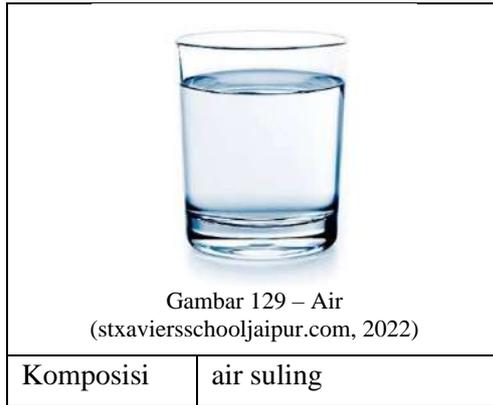
Tabel 26 – Subjek Eksperimen Akar

Jenis Tanaman			
Wheatgrass		Oatgrass	
 <p>Gambar 125 – Benih Wheatgrass (stxaviersschooljaipur.com, 2022)</p>		 <p>Gambar 126 – Benih Oatgrass (bigcommerce.com, 2022)</p>	
Nama Ilmiah	<i>Triticum aestivum</i>	Nama Ilmiah	<i>Avena sativa</i>

Terdapat tiga media tanam yang digunakan.

Tabel 27 – Media Tanam

Media Tanam			
<i>Potting Mix</i>		Cocopeat	
 <p>Gambar 127 – <i>Potting Mix</i> (indiamart.com, 2022)</p>		 <p>Gambar 128 – Cocopeat (trashit.pk, 2022)</p>	
Komposisi	cocopeat, sakam bakar, perlite, <i>worm casting</i>	Komposisi	cocopeat
Air			



Seluruh proses eksperimen penumbuhan material dari akar dilakukan dengan langkah-langkah dasar berikut:

Perkecambahan Benih

1. Benih dibilas hingga bersih kemudian direndam di dalam air selama 8 jam untuk menghidrasi benih dan melunakan kulit benih.



Gambar 130 – Perendaman Benih
(Dokumen Pribadi, 2022)

2. Setelah 8 jam, benih dibilas dan dibungkus dalam kain yang dapat menyerap air, kemudian bungkusan kain dibilas lagi dengan air hingga basah seluruhnya. Bungkusan kain diletakan di atas saringan agar air dapat menetes ke bawah. Benih kemudian dibiarkan berkecambah selama 12 jam di tempat yang tidak terkena sinar matahari.



Gambar 131 – Bungkusan Benih
(Dokumen Pribadi, 2022)

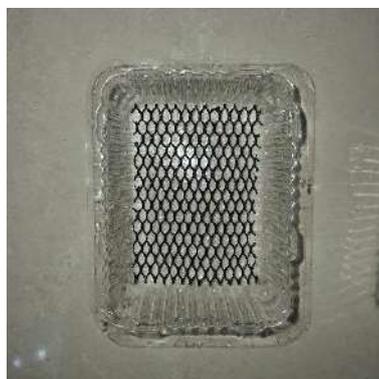
3. Langkah 2 diulang lagi selama dua kali (total dilakukan selama 3 x 12 jam).



Gambar 132 – Benih yang Sudah Berkecambah
(Dokumen Pribadi, 2022)

Penanaman

4. Menyiapkan kain jala yang dipotong sesuai dengan templat akar, ini bertujuan untuk membantu akar mempertahankan bentuknya ketika dipotong.



Gambar 133 – Kain Jala Dalam Cetakan
(Dokumen Pribadi, 2022)

- Menempatkan kain jala di alas bagian dalam templat akar dan ditutup dengan media tanam sekitar 1 cm.



Gambar 134 – Media Tanam di Atas Kain Jala
(Dokumen Pribadi, 2022)

- Membasahi media tanam hingga basah seluruhnya.
- Benih yang sudah berkecambah dibilas bersih, kemudian ditaburkan di atas media tanam hingga membentuk satu lapisan di atas media tanam.



Gambar 135 – Benih di Atas Media Tanam
(Dokumen Pribadi, 2022)

- Benih disemprot dengan air sekali lagi dan ditekan agar merapat.

Pertumbuhan

- Benih ditutup dengan kain untuk dua hari pertama agar tidak terkena sinar matahari. Benih disiram dua kali sehari dan ditempatkan di dalam rumah dekat jendela.



Gambar 136 – Penutupan Kain
(Dokumen Pribadi, 2022)

10. Pada hari ke-3, kain diangkat dan penyiraman dilanjutkan hingga satu sampai dua minggu ketika akar sudah tumbuh secara menyeluruh.



Gambar 137 – Penumbuhan Tanaman
(Dokumen Pribadi, 2022)

Pemotongan dan Pengeringan Akar

11. Tanaman diangkat dari templat dan akar dipotong di bawah kain jala (akar menghadap atas).



Gambar 138 – Pemotongan Akar
(Dokumen Pribadi, 2022)

12. Akar dikeringkan di bawah sinar matahari selama beberapa hari hingga mengeras.
13. Akar yang sudah kering dipisahkan dari kain jala dan ditepuk secara perlahan untuk mengeluarkan sisa tanah yang menempel.

Eksperimen akar yang dilakukan yaitu:

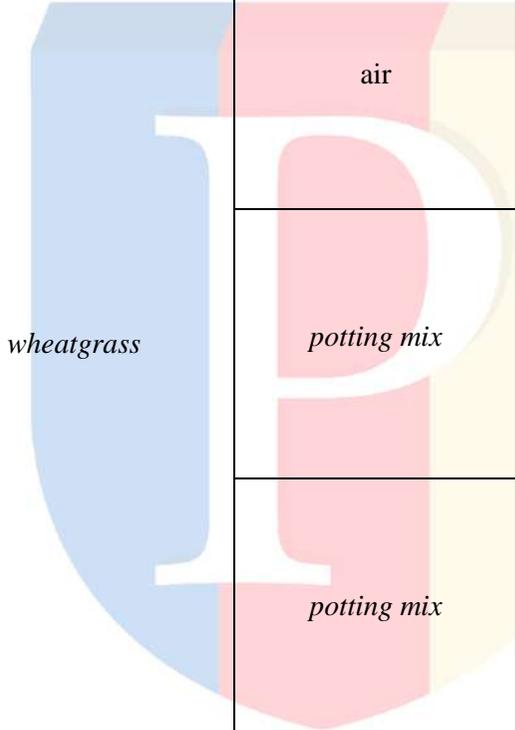
1. Eksperimen Pertumbuhan Akar I

Pada eksperimen ini, dihipotesiskan bahwa terdapat empat variabel yang dapat mempengaruhi pertumbuhan akar. Empat variabel yang dimaksud adalah templat akar, jenis tanaman, media tanam, dan durasi penumbuhan.

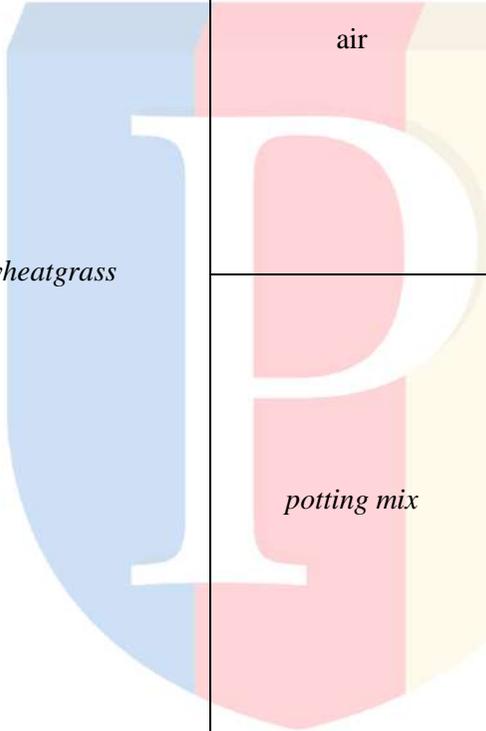
Templat akar yang digunakan ada sembilan tipe dengan bentuk, ukuran, dan struktur yang berbeda-beda. Jenis tanaman yang digunakan ada dua, yakni *wheatgrass* dan *oatgrass*. Media tanam yang digunakan ada tiga macam, yakni *potting mix*, *cocopeat*, dan air. Durasi pertumbuhan akar berkisar dari 5 hingga 12 hari.

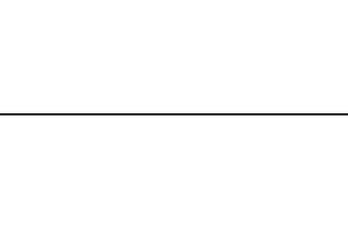
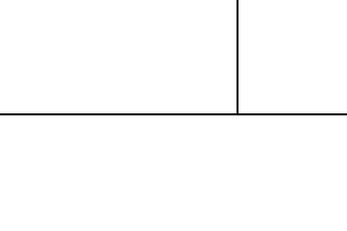
Berikut merupakan tabel data hasil dan dokumentasi dari eksperimen.

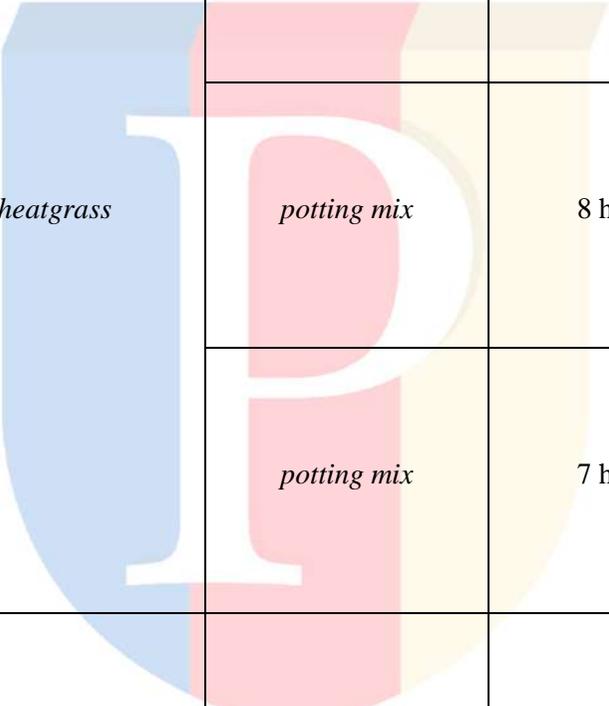
Tabel 28 – Eksperimen Pertumbuhan Akar I

Data Eksperimen					Dokumentasi
No.	Templat Penumbuhan	Jenis Tanaman	Media Tanam	Durasi	Struktur Akar
a		 wheatgrass	air	5 hari	
			potting mix	12 hari	
			potting mix	7 hari	

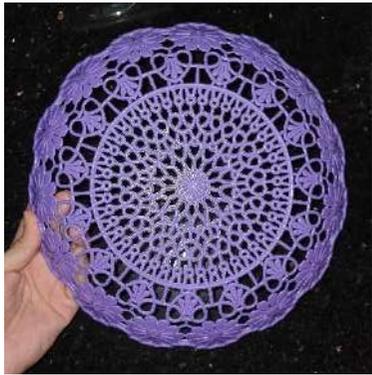
a		oatgrass	potting mix	7 hari	
b		wheatgrass	potting mix	12 hari	
c		wheatgrass	potting mix	7 hari	

d		 <p><i>wheatgrass</i></p>	<p>air</p>	<p>5 hari</p>	
			<p><i>potting mix</i></p>	<p>5 hari</p>	

e		wheatgrass	potting mix	7 hari	
			potting mix	7 hari	
		oatgrass	potting mix	7 hari	
			cocopeat	7 hari	

f			air	8 hari		
			wheatgrass	potting mix	8 hari	
			potting mix	7 hari		
		oatgrass	potting mix	7 hari		

09



wheatgrass

potting mix

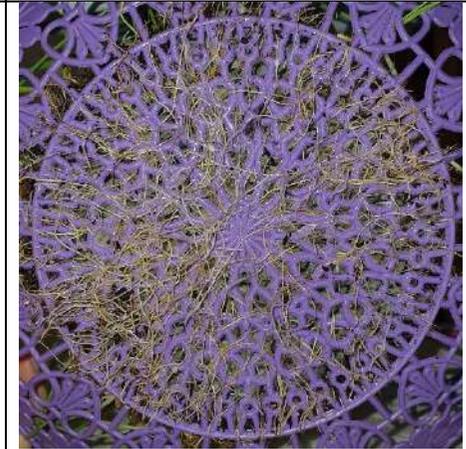
7 hari



oatgrass

potting mix

7 hari



h



wheatgrass

potting mix

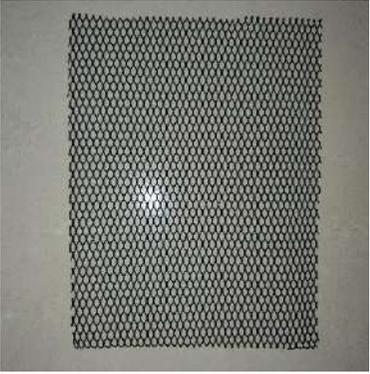
8 hari



potting mix

7 hari



i		<i>wheatgrass</i>	<i>potting mix</i>	7 hari	
---	---	-------------------	--------------------	--------	---

Berdasarkan hasil dari eksperimen pertumbuhan akar I, ada beberapa hasil analisa yang diperoleh:

- a. Pertumbuhan akar *oatgrass* seringkali menonjol ke atas media tumbuh.
- b. Pertumbuhan akar *oatgrass* cenderung lebih sedikit dibandingkan akar *wheatgrass*.
- c. *Oatgrass* memiliki akar yang lurus, sedangkan *wheatgrass* lebih keriting, sehingga akar *oatgrass* terlihat lebih rapih dibandingkan akar *wheatgrass*.
- d. Akar yang tumbuh dalam media tanam *potting mix* lebih rapih dibandingkan dengan media tanam lainnya.
- e. Kotiledon dalam benih dapat mengakibatkan kontaminasi pada media tumbuh. Hal ini menyebabkan benih *wheatgrass* lebih mudah memicu kontaminasi karena memiliki kotiledon yang lebih banyak dibandingkan benih *oatgrass*.
- f. Media tanam air mudah terkontaminasi.
- g. Setelah 7 hari, pertumbuhan akar mulai melambat.
- h. Akar tidak mengikuti bentuk dari templat yang berlubang, tetapi akan mengikuti jalur struktur yang memiliki tonjolan dan alas.

Berdasarkan hasil analisa, dapat disimpulkan bahwa tanaman jenis *wheatgrass* dengan media tanam *potting mix* merupakan pilihan yang paling optimal untuk ditumbuhkan. Sedangkan templat akar harus memiliki alas dan memiliki tonjolan.

2. Eksperimen Pengeringan Akar I

Tanaman dari eksperimen pertumbuhan akar I yang sudah tumbuh sepenuhnya akan dipotong akarnya di bawah permukaan media tanam dan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari.

Berikut tabel dokumentasi proses dan hasil pengeringan.

Tabel 29 – Eksperimen Pengeringan Akar I

No.	Sebelum Pengeringan	Pemotongan	Setelah Pengeringan
a			
b			
c			

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat dianalisa beberapa hal:

- a. Akar kehilangan sebagian bentuk dan menjadi longgar setelah pemotongan.
- b. Akar kehilangan sebagian besar kepadatannya setelah dikeringkan karena media tanam dihilangkan.
- c. Templat kain jala menghasilkan akar yang lebih padat dan struktur akarnya lebih dipertahankan dibandingkan templat lainnya.

Maka dapat disimpulkan bahwa perlu adanya pegangan untuk akar di antara dasar akar dengan media tanam agar akar tidak kehilangan bentuk. Selain itu, kain jala membantu akar mempertahankan struktur dan bentuknya.

3. Eksperimen Pertumbuhan dan Pengeringan Akar II

Berdasarkan hasil analisis yang didapat dari eksperimen pertumbuhan akar I, eksperimen ketiga ini berfokus untuk mengeksplorasi lebih lanjut mengenai templat akar dan bagaimana memperoleh hasil akhir akar yang lebih jelas setelah dipotong.

Hasil pengeringan pertama menunjukkan bahwa kain jala yang tadinya diharapkan sebagai pola justru dapat membantu akar mempertahankan struktur dan kepadatannya. Maka sebuah percobaan dilakukan dengan memadukan kain jala dengan templat akar yang memiliki alas.

Tabel 30 – Percobaan Eksperimen Pengeringan Akar II

Templat + Kain Jala	Setelah Dipotong	Setelah Dikeringkan
		

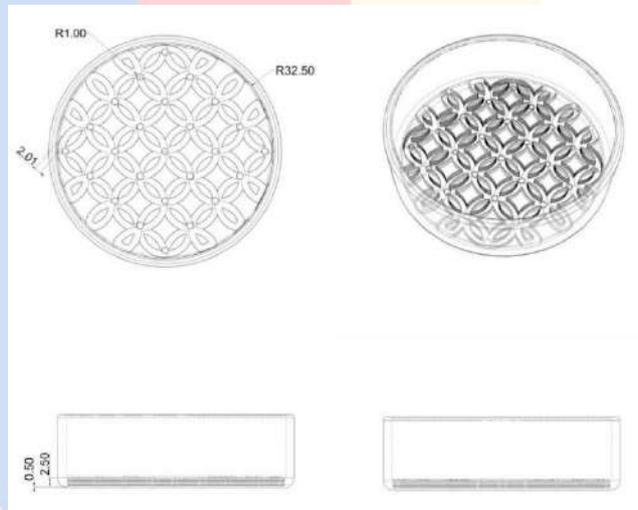
Hasil dari percobaan ini menunjukkan bahwa perpaduan antara templat beralas dan kain jala memberikan hasil akhir akar terbaik.

Dari eksperimen pertama juga diketahui bahwa akar membutuhkan alas agar dapat mengikuti pola. Sebuah percobaan dilakukan dengan menutupi salah satu templat berlubang dengan lakban kertas. Namun hasil dari percobaan ini menunjukkan bahwa akar sama sekali tidak mengikuti pola pada templat. Maka dari itu, templat akar perlu dibuat secara utuh.

Tabel 31 – Percobaan 1 Eksperimen Pertumbuhan Akar II

Templat		Hasil
		

Agar templat yang dihasilkan rapih dan presisi, software *3d modelling* Rhinoceros 7 digunakan untuk membuat templat akar sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Berikut merupakan detail hasil templat yang dibuat dan dicetak menggunakan *3d printer*.



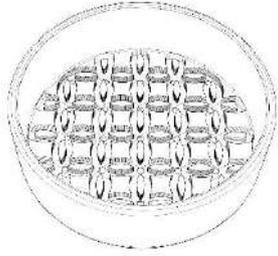
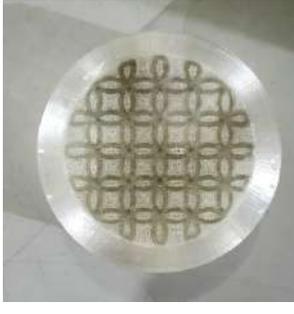
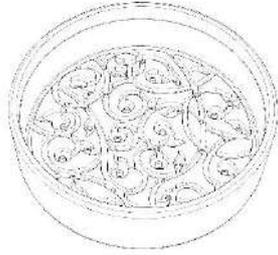
Gambar 139 – Detail Templat 1
(Dokumen Pribadi, 2022)



Gambar 140 – Detail Templat 2
(Dokumen Pribadi, 2022)

Templat kemudian digunakan untuk menumbuhkan akar dengan benih *wheatgrass* dan media tanam *potting mix*.

Tabel 32 – Percobaan 2 Eksperimen Pertumbuhan Akar II

3d Model	Templat	Hasil
		
		

Berdasarkan hasil yang didapat, bisa dinyatakan bahwa pola templat yang dibuat dari 3d print dapat diikuti oleh akar. Namun untuk templat kedua, lubang pola yang terlalu kecil membuat akar tertarik saat proses pengangkatan dari templat. Maka dapat disimpulkan bahwa akar memerlukan jalur dengan ketebalan paling tidak 2 mm agar dapat memperoleh bentuk yang jelas dan utuh.

4.2 Uji Coba Teknis

1. Densitas

Densitas dihitung untuk sampel scoby dan agar. Area dari sampel yang tidak merata dihitung dengan mengukur 3 sisi secara acak dan dirata-ratakan. Berikut merupakan tabel hasil data yang didapat.

Tabel 33 – Densitas (Scoby)

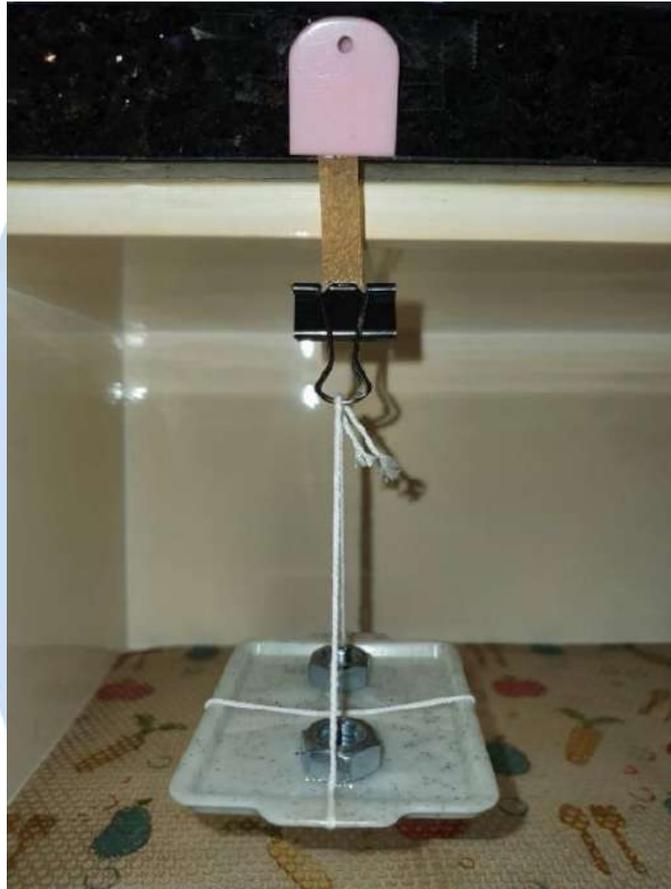
Ketebalan (mm)	Massa (g)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)
0.004	0.16	0.075	2.12
0.4	0.32	0.117	2.72
1	0.69	0.212	3.25
1.5	1.11	0.471	2.36
2	1.28	0.393	3.26
2.5	1.99	0.578	3.44
3	3.06	0.947	3.23

Tabel 34 – Densitas (Agar)

Komposisi	Massa (g)	Volume (cm ³)	Densitas (g/cm ³)
agar 0.75% (lembar)	0.12	0.061	1.95
agar 1%	0.3	0.352	0.85
agar 2%	0.47	0.184	2.55
agar 3%	0.69	0.266	2.59
agar 1% + gliserol 1%	0.52	0.116	4.49
agar 1% + gliserol 2%	0.86	0.262	3.29
agar 1% + gliserol 3%	1.3	0.505	2.58
agar 1% + PEG 1%	0.46	0.119	3.878
agar 1% + sorbitol 1%	0.34	0.052	1.6.48
agar 1% + sirup jagung 1%	0.42	0.19	2.21
agar 1% + kerang 40%	8.62	6.894	1.25
agar 3% + kerang 40%	9.45	13.988	0.68
agar 7.7% + gliserol + cangkang telur 7.7%	4.64	3.896	1.19
agar 7.7% + gliserol 7.7% + maizena 7.7%	3.19	2.705	1.18
agar 1% + serbuk kayu 20%	2.01	7.143	0.28
agar 6% + gliserol 4% + sabun 4%	4.95	2.935	1.69

2. Kekuatan Daya Tarik

Daya tarik material diuji dengan menjepitkan sampel 1x4 cm dengan jarak menggunakan penjepit kertas yang dikaitkan pada atas dan bawah sampel, kemudian ditarik dari bagian bawah menggunakan beban. Tinggi sampel yang dijepit adalah 0.5 cm. Berikut merupakan pengaturan untuk tes perenggangan.



Gambar 141 – Pengaturan Tes Perenggangan
(Dokumen Pribadi, 2022)

Namun ada beberapa material yang tidak bisa didapat hasilnya menggunakan metode pengujian ini, dikarenakan penjepit kertas yang tidak cukup kuat untuk menopang beban lebih dari 300g. Maka untuk sampel yang tidak bisa diuji, dilakukan penarikan secara manual menggunakan tangan sekuat-kuatnya. Hasil yang didapat disimpulkan dalam tabel di bawah.

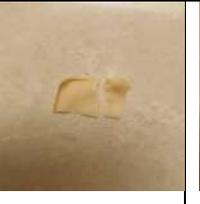
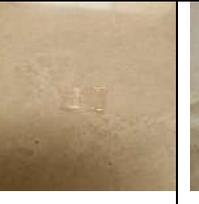
Tabel 35 – Tes Perenggangan

Sampel Sesudah Tes	Alat Penarikan	Hasil
<p>Scoby (tipis)</p> 	tangan	terbentang 0.5 cm
<p>Scoby (tebal)</p> 	tangan	terbentang 0.9 cm
<p>Agar 1%</p> 	tangan	patahan rapuh
<p>Agar 1% + Gliserol 1%</p> 	penjepit kertas, patah di 54g	terbentang 0.5 cm, patahan sedang
<p>Akar (<i>wheatgrass</i>)</p> 	penjepit kertas, patah di 94g	terpisahkan

3. Kekuatan Daya Sobek

Sampel diuji dengan mencoba untuk menyobek dari atas. Berikut merupakan data hasil yang didapat.

Tabel 36 – Tes Sobek

Scoby (tipis)	Scoby (tebal)	Agar 1% (lembar)	Agar 1% (bubuk)	Agar 1% + Gliserol 1%
				

Dari hasil uji coba, diketahui bahwa seluruh sampel dapat disobek terkecuali sampel scoby tebal.

4. Kekerasan

Tes kekerasan dilakukan untuk menempatkan sampel pada skala kekuatan Mohs. Sampel digores menggunakan berbagai macam benda dengan kekuatan yang berbeda-beda. Berikut merupakan benda yang digunakan.



Gambar 142 – Benda Tes Kekerasan (Dokumen Pribadi, 2022)

Tes dilakukan pada sampel scoby tipis, scoby tebal, agar 1%, dan agar 1% + gliserol 1%. Urutan penggoresan sesuai dengan foto benda di atas.



Gambar 143 – Hasil Tes Kekerasan (Dokumen Pribadi, 2022)

Dari hasil uji coba dapat diperkirakan penempatan material scoby dan agar dalam skala kekerasan Mohs.

Tabel 37 – Penempatan Material pada Skala Kekerasan Mohs

Sampel	Skala Kekerasan Mohs
Scoby (tipis)	2.5 - 3.5
Scoby (tebal)	3.5 - 5.5
Agar	2.5 - 3.5
Agar + Gliserol	< 2.5

5. Air

Sampel diuji tingkat ketahanan airnya dengan mengukur sudut kontak tetesan air dengan sampel. Tes air dilakukan dengan pengaturan seperti pada gambar di bawah.

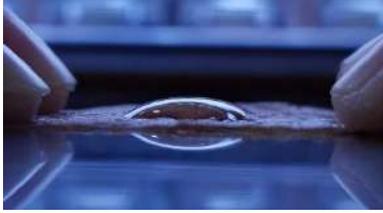
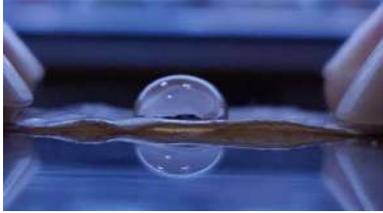


Gambar 144 – Pengaturan Tes Air
(Dokumen Pribadi, 2022)

Berikut merupakan data yang didapat.

Tabel 38 – Tes Air (Scoby)

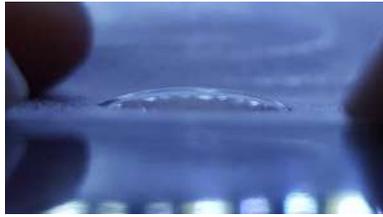
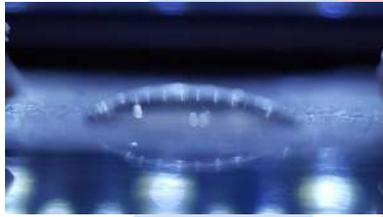
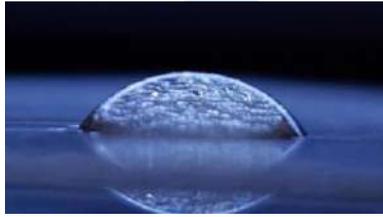
Sampel	Sudut Kontak	Tingkat Ketahanan Air
Tanpa <i>Finishing</i> (tipis) 	47°	hidrofilik
Tanpa <i>Finishing</i> (tebal) 	45°	hidrofilik
Minyak Bayi (1x) 	23°	hidrofilik
Minyak Bayi (2x) 	22°	hidrofilik
Bio-Oil 	23°	hidrofilik
Minyak Zaitun 	35°	hidrofilik

		
Minyak Kelapa 	21°	hidrofilik
<i>Petroleum Jelly</i> 	50°	hidrofilik
KIWI Wax 	85°	hidrofilik
Carnauba Wax 	89°	hidrofilik
Beeswax 	92°	hidrofobik
<i>Soy Wax</i>	91°	hidrofobik

		
<i>Palm Wax</i>		
	90°	hidrofobik

Tabel 39 – Tes Air (Agar)

Sampel	Sudut Kontak	Tingkat Ketahanan Air
Agar 2% (atas) 	31°	hidrofilik
Agar 2% (bawah) 	46°	hidrofilik
Agar 3% (atas) 	41°	hidrofilik
Agar 3% (bawah)	97°	hidrofobik

		
Agar 1% + Gliserol 1%		32° hidrofilik
Agar 1% + Gliserol 1.25%		49° hidrofilik
Agar 1% + Sorbitol 1%		23° hidrofilik
Agar 1% + Sirup Jagung 1%		52° hidrofilik

Dari data hasil tes dapat disimpulkan bahwa scoby dengan *finishing wax* dan bagian bawah agar 3% mampu menahan air dengan lebih baik.

6. Api

Sampel dibakar menggunakan *blow torch* dan diamati reaksinya. Berikut merupakan dokumentasi dan data yang diamati setelah api disingkirkan dari sampel.

Tabel 40 – Tes Api

Sampel	Menyala Sendiri	Durasi Menyala	Bau
Scoby (tipis) 	iya	12 detik	tidak berbau
Scoby (tebal) 	iya	6 detik	tidak berbau
Agar (bubuk) 	iya	7 detik	tidak berbau
Agar (lembar) 	iya	3 detik	tidak berbau
Agar (kerang) 	tidak	0 detik	tidak berbau
Akar (<i>wheatgrass</i>) 	iya	10 detik	tidak berbau

7. Panas

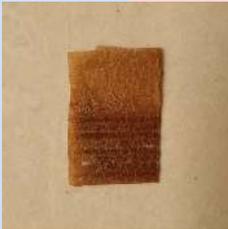
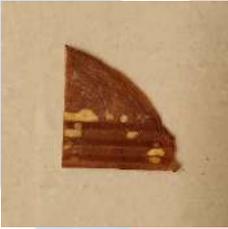
Sampel dites dengan menjepit dua sisi sampel menggunakan batangan panas dan melihat reaksi material ketika dikenakan panas.

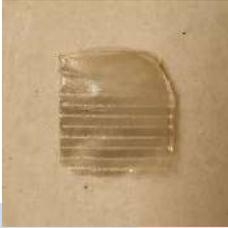


Gambar 145 – Proses Pemanasan Sampel
(Dokumen Pribadi, 2022)

Berikut merupakan tabel hasil uji coba panas.

Tabel 41 – Tes Panas

Sampel	Reaksi
Scooby 0.4 cm 	tidak menempel, mengeras, lebih rapuh
Scooby 2.5 cm 	tidak menempel
Agar 1% (bubuk) 	tidak menempel, mengeras, lebih rapuh
Agar 1% (kertas) 	tidak menempel, mengeras, lebih rapuh, berubah warna menjadi coklat

<p>Agar 1% + Gliserol 1%</p> 	menempel, berubah warna menjadi coklat
<p>Agar 2% + Sirup Jagung 1%</p> 	menempel, mengeras
<p>Akar</p> 	berubah warna menjadi lebih putih

8. Kelicinan

Tes kelicinan dilakukan pada seluruh sampel pada 4 permukaan. Berikut merupakan hasil yang diperoleh.

Tabel 42 – Tes Kelicinan

Sampel	Kayu	Kaca	Keramik	Sesama
Scoby (0.4 cm)	sangat licin	sangat licin	sangat licin	sangat licin
Scoby (2.5 cm)	sangat licin	licin	licin	licin
Agar 1%	licin	sangat licin	sangat licin	sangat licin
Agar 1% + Gliserol 1%	lekat	lekat	lekat	lekat
Agar 1% + Kerang 40%	tidak licin	sangat licin	sangat licin	licin
Akar (<i>Wheatgrass</i>)	tidak licin	licin	licin	lekat

9. Benturan

Tes benturan dilakukan untuk sampel agar dengan campuran kerang 40% dan agar 3%. Tes dilakukan dengan menjatuhkan sampel dari ketinggian 10 cm hingga 4 meter. Sampel hanya meninggalkan sedikit sisa bubuk

ketika dijatuhkan dari 10 cm hingga 3 meter. Sampel mulai mengalami perubahan ketika dijatuhkan dari 4 meter, di mana sampel membentuk retakan di bagian tengah atasnya seperti pada gambar di bawah.



Gambar 146 – Hasil Tes Benturan
(Dokumen Pribadi, 2022)

10. Pencetakan

Tujuan dari tes pencetakan untuk mengetahui apakah material dengan bentuk lembaran dapat dicetak pada permukaannya. Tes dilakukan dengan menulis/mengecat sampel menggunakan pulpen/cat berbasis minyak dan air. Cat berwarna kuning merupakan cat berbasis air dan cat berwarna merah muda merupakan cat berbasis minyak. Berikut merupakan hasil tes pencetakan.

Tabel 43 – Tes Pencetakan

Scoby		Agar		
0.4 cm	2.5 cm	0.75% (kertas)	0.75% (bubuk)	1% (bubuk) + 1% gly

11. Kimia

Percobaan kimia yang dilakukan ada dua macam untuk melihat pengaruhnya terhadap warna pada SCOBY.

a. Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

Sampel SCOBY direndam/dibasahi dengan larutan 50% hidrogen peroksida selama kurun waktu tertentu. Sampel SCOBY yang digunakan ada dua, yang pertama adalah SCOBY yang belum dikeringkan dan yang kedua adalah yang sudah dikeringkan. Sampel pertama direndam, sedangkan sampel kedua dibasahi. Hasil dari tes disimpulkan pada tabel di bawah.

Tabel 44 – Tes Hidrogen Peroksida

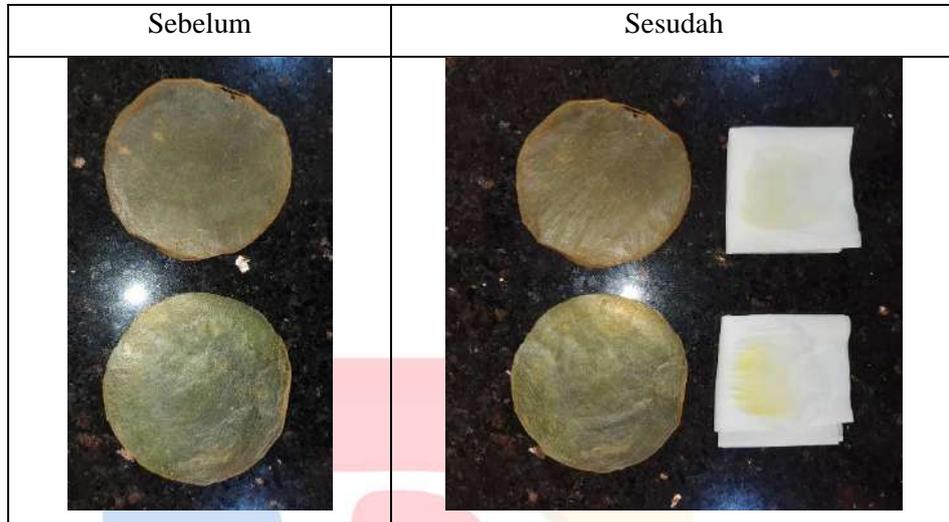
	5 menit	1 hari	2 hari	5 hari	1 bulan	
Sampel 1						
Sampel 2						

Dari hasil tes dapat diketahui bahwa setelah 5 menit, kedua sampel tidak terdapat perubahan warna yang signifikan. Setelah satu hari, kedua sampel mulai kehilangan warna dasarnya dan menjadi putih sepenuhnya pada hari ke-2. Ketika sampel dikeringkan, warnanya tetap putih, namun setelah beberapa waktu, sampel mulai berubah warna menjadi kuning.

b. Aseton

Sampel SCOBY yang telah diwarnai dengan metode perendaman digosok dengan tisu yang dibasahi aseton selama beberapa kali.

Tabel 45 – Tes Aseton



Hasil dari tes ini menunjukkan bahwa ada sejumlah pewarna yang menempel pada tisu, namun warna pada sampel tidak memudar. Ini berarti warna dari SCOBY sudah meresap sepenuhnya dan bukan hanya pada permukaannya saja.

12. Penguraian

Tes penguraian dilakukan pada seluruh jenis material untuk melihat apakah material dapat dikompos. Sampel yang digunakan adalah:

- Scoby dengan ketebalan 1 mm dan 25 mm.
- Agar kertas dengan persentase agar 0.5% dan 1%.
- Akar tanaman *wheatgrass*.



Gambar 147 – Sampel Tes Penguraian
(Dokumen Pribadi, 2022)

Berikut merupakan tabel hasil tes penguraian.

Tabel 46 – Tes Penguraian

0 hari	4 hari	7 hari	12 hari	15 hari
				

Dari hasil tes diketahui bahwa material agar hanya membutuhkan waktu kurang dari 4 hari untuk terurai, sedangkan material scoby dan akar secara perlahan-lahan berkurang ukurannya. Maka dapat disimpulkan bahwa material agar, scoby, dan akar dapat terurai secara alami dalam tanah, namun masih belum diketahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk material scoby dan akar tanaman.

4.3 Perbandingan Material

Sampel material yang telah diuji coba dibandingkan dengan material konvensional serupa. Material serupa ditentukan dari hasil analisa perilaku dan reaksi sampel material selama proses eksperimen dan uji coba.

Berikut merupakan perbandingan sampel material dengan material serupanya.

1. Perbandingan Material SCOBY

Material scoby dibandingkan dengan kulit sapi seperti pada tabel di bawah.

Tabel 47 – Perbandingan Material Scoby

Sifat Material	Scoby		Kulit
			
Densitas (g/cm ³)	2.72	3.23 - 3.44	2.08 - 3.40
Kekuatan Daya Tarik (N/mm ²)	-	-	8 - 25
Ketahanan Sobek	tidak tahan	tahan	tergantung tipe dan kualitas
Ketahanan Air (tanpa <i>finishing</i>)	hidrofilik (46.5°)		hidrofilik (75°)
Ketahanan Api	buruk	sedang	sedang
Penguraian	<i>biodegradeable</i>	<i>biodegradeable</i>	<i>biodegradeable</i> (tanpa bahan kimia tambahan)
Waktu Produksi	2-4 minggu	2-3 bulan	2 tahun
Proses Manufaktur	fermentasi, pengeringan, <i>finishing</i>	fermentasi, pengeringan, <i>finishing</i>	penyembelihan, persiapan, pemisahan, <i>tanning</i> , pewarnaan, pengeringan,

			<i>finishing</i>
Biaya Bahan Baku (per m ²)	< IDR 1	IDR 4.5	IDR 227 – IDR 626

2. Perbandingan Material Agar

Material agar dan campuran agar + *plasticizer* dibandingkan dengan plastik dan silikon seperti pada tabel di bawah.

Tabel 48 – Perbandingan Material Agar I

	Agar	Agar + <i>Plasticizer</i>	Plastik LDPE	Silikon
Sifat Material				
Densitas (g/cm ³)	0.85 - 2.59	3.23 - 3.44	0.91 - 0.93	1.1 - 2.33
Kekuatan Daya Tarik (N/mm ²)	-	0.001 (gliserol 1%)	7 - 16	2.4 - 5.5
Ketahanan Sobek	tidak tahan	tidak tahan	tidak tahan	tahan
Ketahanan Air (tanpa <i>finishing</i>)	hidrofilik (< 90°)	hidrofilik (< 90°)	hidrofobik (99°)	hidrofobik (105-108°)
Ketahanan Api	sedang	sedang	buruk	baik
Pemanasan Suhu Rendah	tidak meleleh	meleleh	meleleh	tidak meleleh
Akhir Pemakaian	<i>bio-degradeable</i>	<i>bio-degradeable</i>	daur ulang, pembakaran, tempat pembuangan akhir	daur ulang
Waktu	3 hari	3 hari		

Produksi				
Proses Manufaktur	ekstraksi, pencampuran, pemanasan, pencetakan, pengeringan	ekstraksi, pencampuran, pemanasan, pencetakan, pengeringan	kompresi, pendinginan, reaksi, pemisahan, ekstrusi, pendinginan, peleburan, pencetakan	penggalian, pemanasan, refining, pemadatan, penghancuran
Biaya Bahan Baku (per kg)	IDR 9	IDR 10	IDR 54	IDR 185

Komposit agar dan kerang dibandingkan dengan *cork* dan beton.

Tabel 49 – Perbandingan Material Agar II

	Agar + Kerang	<i>Cork</i>	Beton
Sifat Material			
Densitas (g/cm ³)	0.68 - 1.25	0.02	2.2 - 2.4
Ketahanan Air (tanpa <i>finishing</i>)	menyerap	menahan	menyerap
Ketahanan Api	baik	baik	sangat baik
Benturan	retakan kecil pada ketinggian 4m	tidak ada perubahan	retak
Penguraian	<i>biodegradeable</i>	<i>biodegradeable</i>	<i>downcycle</i>
Waktu Produksi	3 hari	25 tahun	28 hari
Proses Manufaktur	ekstraksi, pencampuran, pemanasan, pencetakan, pengeringan	panen, perebusan, pemotongan, penggilingan, perekatan	penggalian, penghancuran, penggilingan, pencampuran, pemanasan, pendinginan

Biaya Bahan Baku (per kg)	IDR 20	IDR 2,160	IDR 0.33 – 0.77
---------------------------	--------	-----------	-----------------

3. Perbandingan Material Miselium

Komposit agar dan kerang dibandingkan dengan styrofoam dan beton.

Tabel 50 – Perbandingan Material Miselium

	Miselium	Styrofoam	Beton
Sifat Material			
Densitas (g/cm ³)	0.59 – 5.52	0.01 - 0.02	2.2 - 2.4
Kekuatan Daya Tarik (N/mm ²)	0.03 – 0.18	40-60	2-5
Ketahanan Air (tanpa <i>finishing</i>)	menahan	menahan	menyerap
Ketahanan Api	sangat baik	buruk	sangat baik
Penguraian	<i>biodegradeable</i>	tempat pembuangan akhir	<i>downcycle</i>
Waktu Produksi	1 bulan	hitungan menit-jam	28 hari
Proses Manufaktur	inokulasi, pencampuran, penumbuhan, pengeringan	pengukusan, pencetakan dan pemanasan, pemotongan	penggalian, penghancuran, penggilingan, pencampuran, pemanasan, pendinginan
Biaya Bahan Baku (per kg)	IDR 55	IDR 22	IDR 0.33 – 0.77

4. Perbandingan Material Akar Tanaman

Tabel 51 – Perbandingan Material Akar

	Akar	Rami/Goni
Sifat Material		
Panjang Akar/ Serat (mm)	8-110	0.8-6
Kekuatan Daya Tarik (N/mm ²)	0.002 (dipengaruhi struktur)	393-772
Ketahanan Api	sedang	sedang
Penguraian	<i>biodegradeable</i>	<i>biodegradeable</i>
Waktu Penumbuhan	2-3 minggu	100-150 hari
Proses Manufaktur	penumbuhan, pemotongan, pengeringan	penumbuhan, panen, <i>retting</i> , ekstraksi, pencucian, pengeringan
Biaya Bahan Baku (per m ²)	IDR 20	IDR 59