

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Karakterisasi Plastik *Biodegradable* Pati Kulit Kentang

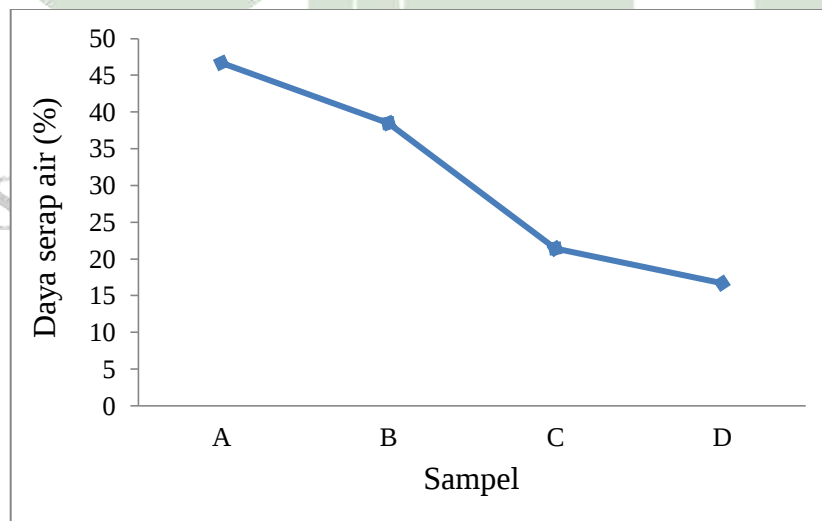
4.1.1. Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan untuk mengukur sejauh mana plastik *biodegradable* mampu menyerap air selama 24 jam. Hasil dari pengujian daya serap air pada plastik *biodegradable* yang terbuat dari pati kulit kentang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data hasil uji daya serap air

Sampel	Daya serap air (%)	ASTM D570-98 (%)
A	46,66	2,33 - 16,63
B	38,46	
C	21,42	
D	16,66	

Berdasarkan Tabel 4.1 diperoleh nilai daya serap air bioplastik pada sampel A sebesar 46,66%, sampel B sebesar 38,46%, sampel C sebesar 21,42% dan sampel D sebesar 16,66%. Berikut adalah grafik hasil pengujian daya serap air dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Grafik hasil uji daya serap

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat hasil daya serap air bioplastik maksimum yang diperoleh pada sampel A sebesar 46,66% pada variasi konsentrasi kitosan 1% dengan gliserol minyak jelantah 25% dari berat pati, sedangkan nilai daya serap air bioplastik minimum diperoleh pada sampel D sebesar 16,66% dengan variasi konsentrasi kitosan 4% dengan gliserol minyak jelantah 25% dari berat pati. Sampel D memenuhi syarat standar nilai ASTM D570-98 karena nilai daya serap air yang rendah dapat membantu stabilitas material bioplastik dan memperpanjang daya tahannya, sedangkan nilai daya serap air yang lebih tinggi dapat menurunkan kinerja material dan mempercepat proses degradasi.

Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa peningkatan konsentrasi kitosan berhubungan langsung dengan penurunan daya serap air. Semakin tinggi konsentrasi kitosan, maka semakin rendah daya serap airnya. Peningkatan konsentrasi kitosan menyebabkan struktur material menjadi lebih padat yang mengakibatkan ruang antar molekul dalam material menjadi lebih kecil, sehingga kemampuan material untuk menyerap dan menahan air berkurang. Penelitian oleh Uhsnul Fatimah Jabbar (2017) juga menemukan bahwa dengan penambahan kitosan sebesar 5%, bioplastik memiliki ketahanan air yang mencapai 82,2%.

4.1.2. *Biodegradable*

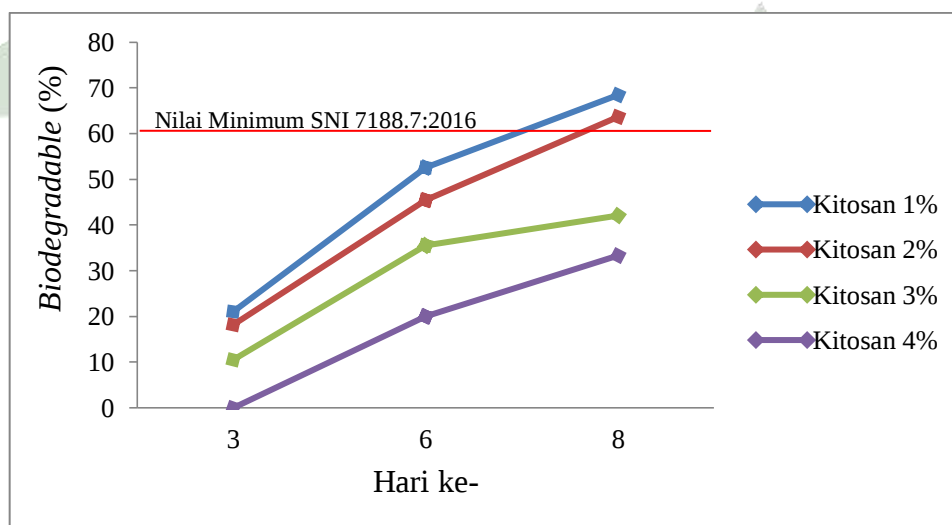
Uji *biodegradable* pada plastik *biodegradable* pati kulit kentang dilakukan untuk menentukan durasi waktu yang diperlukan bagi sampel untuk mengalami proses degradasi. Berikut adalah data hasil dari pengujian *biodegradable* yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data hasil uji *biodegradable*

Sampel	% <i>biodegradable</i>			SNI 7188.7:2016 (%)
	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-8	
A	21,05	52,63	68,42	Minimum 60
B	18,18	45,45	63,63	
C	10,52	35,57	42,10	
D	0	20,00	33,33	

Berdasarkan dari Tabel 4.2 dapat dilihat hasil uji *biodegradable* yang diamati pada hari ke-3 hingga hari ke-8. Terlihat pada sampel A dengan variasi

konsentrasi kitosan 1% adalah sebesar 21,05% - 68,42%. Pada sampel B dengan variasi konsentrasi kitosan 2% adalah sebesar 18,18% - 63,63%. Pada sampel C dengan variasi konsentrasi kitosan 3% adalah sebesar 10,52% - 42,10%. Pada sampel D dengan variasi konsentrasi kitosan 4% adalah sebesar 0% - 33,33%. Berdasarkan hasil uji pada hari ke- sampel A dan B nilai uji *biodegradable* memenuhi standar SNI 7188.7:2016. Sementara itu pada sampel C dan D tidak memenuhi standar SNI karena memiliki nilai kurang dari 60%. Sampel dengan konsentrasi kitosan rendah memiliki struktur material yang cukup longgar sehingga memudahkan akses enzim dan mikroorganisme untuk memecah material, sedangkan sampel dengan konsentrasi kitosan tinggi memiliki struktur yang lebih padat dan sulit diurai oleh mikroorganisme. Konsentrasi kitosan yang optimal sangat penting untuk mendukung proses degradasi yang efektif. Berikut adalah gambar grafik dari data hasil pengujian biodegradasi dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Grafik hasil uji *biodegradable*

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa adanya peningkatan persentase degradasi massa sampel seiring bertambahnya waktu penguburan pada semua variasi konsentrasi kitosan yang digunakan. Berdasarkan grafik diatas degradasi massa terbesar pada sampel terjadi pada hari-8. Pada umumnya, peningkatan kosentrasi kitosan akan mempepanjang waktu yang dibutuhkan sampel untuk terdegradasi. Sebaliknya, penurunan konsentrasi kitosan akan mempercepat proses

degradasi pada sampel. Kitosan memiliki sifat antimikroba yang mampu menghambat aktivitas mikroorganisme. Pada sampel A dan B sifat antimikroba kitosan tidak terlalu dominan sehingga mikroorganisme masih dapat mendegradasi bioplastik secara efisien. Sementara itu pada sampel C dan D sifat antimikroba kitosan menjadi lebih dominan sehingga menghambat aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam proses degradasi yang mengakibatkan sampel C dan D membutuhkan waktu lebih lama untuk mengalami degradasi secara signifikan. Konsentrasi kitosan berperan penting dalam memengaruhi laju degradasi bioplastik. Konsentrasi kitosan yang lebih rendah cenderung mendukung proses *biodegradable* yang lebih cepat dan efisien.

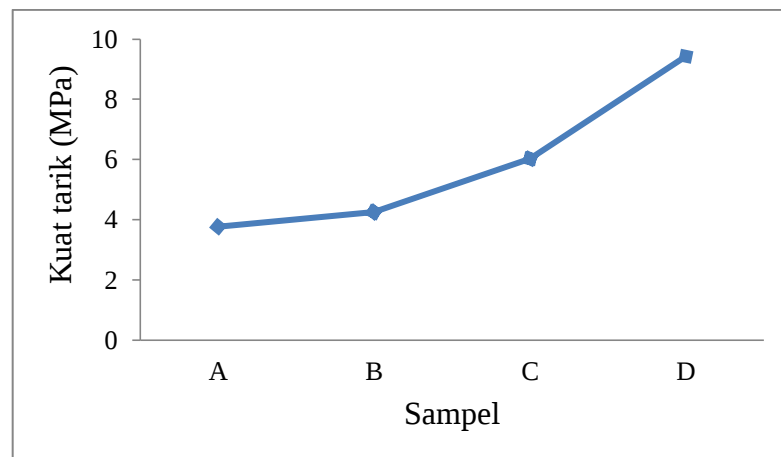
4.1.3. Kuat Tarik

Menurut Najih (2018) kuat tarik merujuk pada jumlah beban maksimal yang dapat diterima plastik sebelum putus. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur gaya yang dibutuhkan untuk meregangkan atau memanjang plastik hingga mencapai batas ketahanannya. Berikut adalah hasil pengujian kuat tarik yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data hasil uji kuat tarik

Sampel	$F_{\max}$ (N)	A (mm ²)	σ (MPa)	SNI 7818:2014 (MPa)
A	2,82	0,75	3,77	Minimum 13,7
B	4,90	1,15	4,26	
C	2,11	0,35	6,03	
D	5,85	0,62	9,44	

Nilai kuat tarik pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa sampel A memiliki nilai 3,77 MPa, sampel B bernilai 4,26 MPa, sampel C bernilai 6,03 MPa dan sampel D bernilai 9,44 Mpa. Grafik pengujian kuat tarik plastik *biodegradable* pati kulit kentang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 3 Grafik hasil uji kuat tarik

Berdasarkan dari Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa kuat tarik bioplastik menunjukkan peningkatan yang sebanding dengan penambahan persentase kitosan. Nilai kuat tarik maksimum bioplastik terdapat pada sampel D sebesar 9,4496 MPa. Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan kitosan berbanding lurus dengan peningkatan jumlah ikatan hidrogen dalam bioplastik. Selain itu, peningkatan jumlah kitosan juga memperbaiki susunan molekul bioplastik, menjadikannya lebih padat dan merata sehingga nilai kuat tarik bioplastik meningkat seiring dengan peningkatan kadar kitosan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Uhsnul Fatimah Jabbar (2017) yang juga mengalami kenaikan dengan nilai kuat tarik sebesar 3,0097 MPa – 24,7842 MPa.

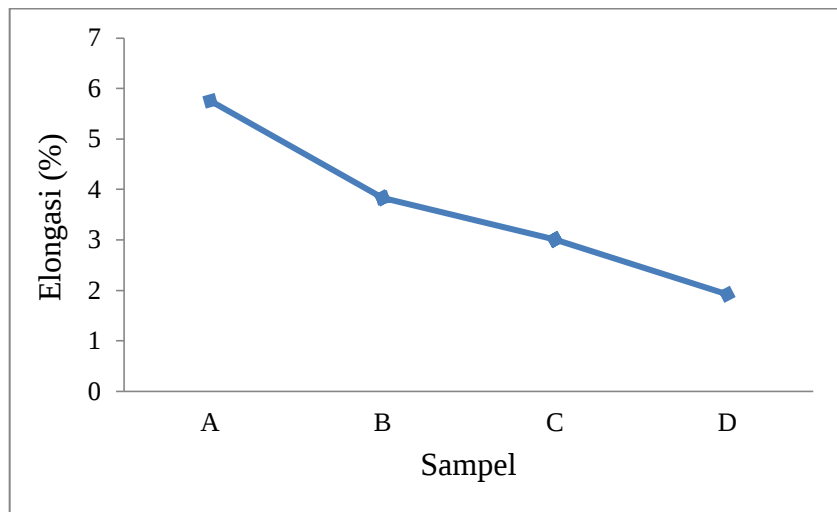
4.1.4. Elongasi

Menurut Kristiani (2015) elongasi menggambarkan perubahan panjang maksimum yang dialami sampel selama proses peregangan hingga terputus. Berikut ini adalah hasil uji elongasi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Data hasil uji elongasi

Sampel	l_0 (mm)	l (mm)	Elongasi (%)	SNI 7818:2014 (%)
A	25	26,43	5,75	400-1.120
B	25	25,95	3,83	
C	25	25,75	3,01	
D	25	25,48	1,92	

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat nilai elongasi pada sampel A sebesar 5,75%, sampel B sebesar 3,83%, sampel C sebesar 3,01% dan sampel D sebesar 1,92%. Berikut adalah grafik hasil elongasi dapat dilihat pada Gambar 4.4.

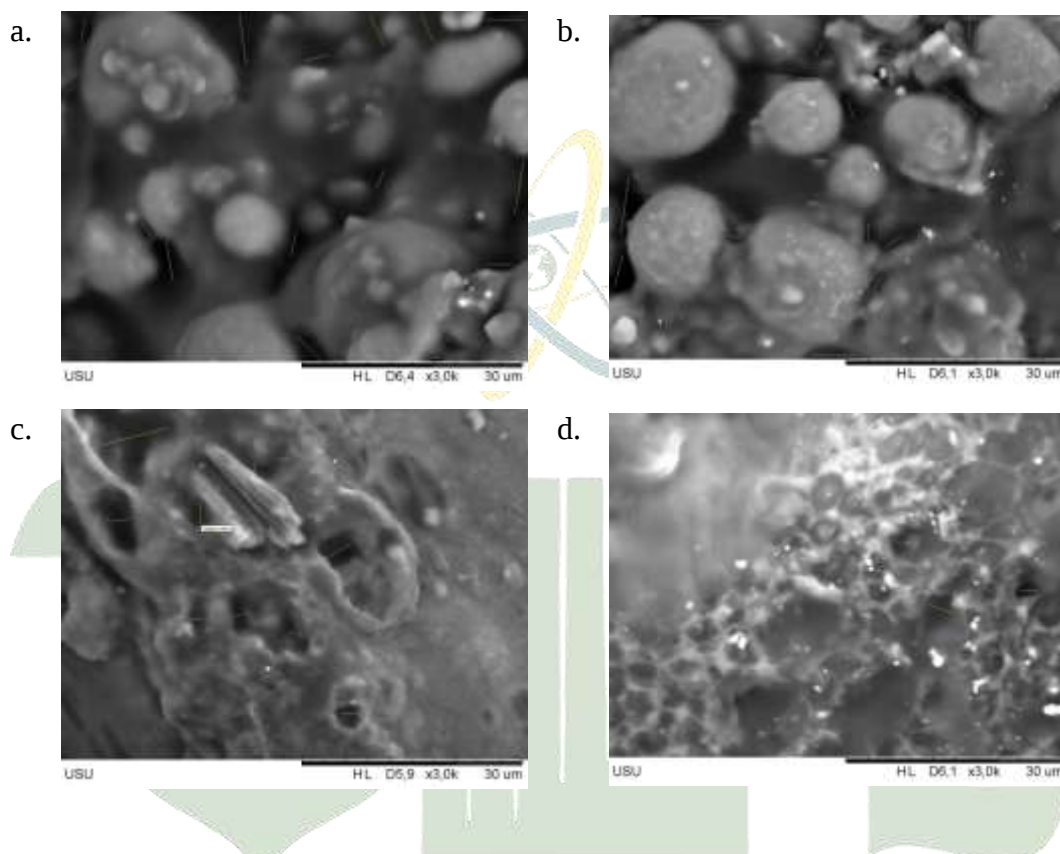


Gambar 4. 4 Grafil hasil uji elongasi

Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat bahwa elongasi pada bioplastik cenderung menurun seiring dengan peningkatan kadar kitosan. Ketika kadar kitosan meningkat maka nilai elongasi cenderung menurun, hal ini disebabkan oleh kitosan berperan sebagai penguat yang membuat bahan menjadi lebih kaku dan kurang elastis. Mengacu pada penelitian Uhsnul Fatimah Jabbar (2017) yang menyatakan bahwa kitosan memiliki struktur molekul yang kaku serta banyak ikatan hidrogen yang berkontribusi pada peningkatan kekakuan material. Sehingga ketika konsentrasi kitosan meningkat maka material bioplastik menjadi lebih padat dan lebih terorganisir secara struktural. Kondisi ini menyebabkan fleksibilitas material menurun sehingga nilai elongasinya berkurang secara signifikan. Selain itu peningkatan konsentrasi kitosan juga meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik, hal ini terjadi karena terbentuknya jaringan internal yang lebih solid dalam material, yang memperkuat struktur bioplastik dan meningkatkan ketahanannya.

4.1.5. Scanning Electron Microscope (SEM)

Untuk mengamati morfologi permukaan pada plastik *biodegradable* pati kulit kentang maka digunakan alat berupa SEM. Sampel yang digunakan kurang lebih 5 gram dari setiap sampel. Karakterisasi morfologi permukaan dilakukan pada semua variasi sampel plastik *biodegradable* pati kulit kentang. Gambar hasil karakterisasi SEM dengan perbesaran 3000x dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Hasil morfologi permukaan (a) Sampel A dengan variasi kitosan 1% (b) Sampel B dengan variasi kitosan 2% (c) Sampel C dengan variasi kitosan 3% (d) Sampel D dengan variasi kitosan 4%

Pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa pori yang terlihat memiliki ukuran yang berbeda-beda. Hal ini terjadi karena adanya ruang kosong diantara molekul-molekul kitosan sehingga menyebabkan ukuran pori pada sampel berbeda-beda. Pada Gambar 4.5 (a) terlihat memiliki pori-pori yang berukuran besar, sedangkan pada Gambar 4.5 (d) terlihat memiliki pori-pori yang berukuran lebih kecil.

Hasil karakterisasi plastik *biodegradable* dengan menggunakan SEM juga menunjukkan ukuran diameter pori yang menggunakan perangkat *software* yaitu digimizer. Berikut adalah hasil ukuran diameter pori pada semua variasi sampel plastik *biodegradable* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil pengukuran diameter pada plastik *biodegradable*

Sampel	Kitosan (%)	Rentang ukuran diameter pori (μm)	Rata-rata ukuran diameter pori (μm)	Standar deviasi
A	1	2,60 – 17,42	9,32	4,14
B	2	2,42 - 18,99	8,03	4,71
C	3	2,31 – 29,47	7,98	7,75
D	4	2,12 – 11,02	4,89	2,65

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa diameter yang dimiliki oleh sampel A sebesar 2,60-17,42 μm , diameter yang dimiliki oleh sampel B sebesar 2,42-18,99 μm , diameter yang dimiliki oleh sampel C sebesar 2,31-11,02 μm , dan diameter yang dimiliki oleh sampel D sebesar 2,12-11,02 μm . Dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi kitosan yang digunakan berbanding terbalik dengan ukuran diameter pori yang dihasilkan yaitu semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan maka semakin kecil ukuran diameter pori yang terbentuk, hal ini disebabkan oleh sifat kitosan sebagai polimer alami yang memengaruhi proses pembentukan pori selama tahap pencetakan. Konsentrasi kitosan yang lebih tinggi meningkatkan densitas matriks polimer sehingga menghasilkan pori-pori dengan ukuran yang lebih kecil. Penurunan ukuran pori dapat meningkatkan sifat mekanik dan sifat penghalang plastik *biodegradable* seperti ketahanan terhadap permeabilitas gas maupun cair.

4.2. Pembahasan Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan pembahasan penelitian tersebut sebagai berikut :

1. Hasil daya serap air pada sampel plastik *biodegradable* adalah sebesar 46,66-16,66%. Semakin banyak kitosan yang digunakan maka nilai daya serap air pada sampel akan semakin menurun.

2. Hasil *biodegradable* pada sampel plastik *biodegradable* selama 8 hari adalah sebesar 68,42-33,33%. Semakin banyak konsentrasi kitosan maka akan semakin lama mengalami degradasi. Dari keempat sampel, sampel A dan B memenuhi standar SNI 7188.7:2016.
3. Hasil kuat tarik pada sampel plastik *biodegradable* adalah sebesar 3,77 MPa – 9,44 MPa. Semakin banyak kitosan yang digunakan maka nilai kuat tarik akan meningkat.
4. Hasil elongasi pada sampel plastik *biodegradable* adalah sebesar 5,75% - 1,92%. Semakin banyak kitosan yang digunakan maka nilai elongasi akan menurun.
5. Hasil karakterisasi sampel dengan menggunakan SEM menunjukkan bahwa konsentrasi kitosan dapat mempengaruhi ukuran pori pada plastik *biodegradable*.
6. Komposisi terbaik dari keempat sampel yaitu pada sampel D dengan variasi konsentrasi kitosan 4% yang menghasilkan plastik *biodegradable* tidak terlalu getas, tidak terlalu elastis dan tidak lengket dengan daya serap air 16,66%, nilai kuat tarik 9,44 MPa dan nilai elongasi 1,92%.