

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui karakterisasi pengujian parameter fisis (penyerapan air, biodegradasi, ketebalan), mekanik (uji tarik dan elongasi) dan gugus fungsi (FTIR) diuji untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik serta karakterisasi gugus fungsi. Pengujian yang dilakukan sebagai bagian dari penelitian ini menghasilkan data dan analisis sebagai berikut :

#### 4.1 Hasil Karakterisasi Sifat Fisis Bioplastik

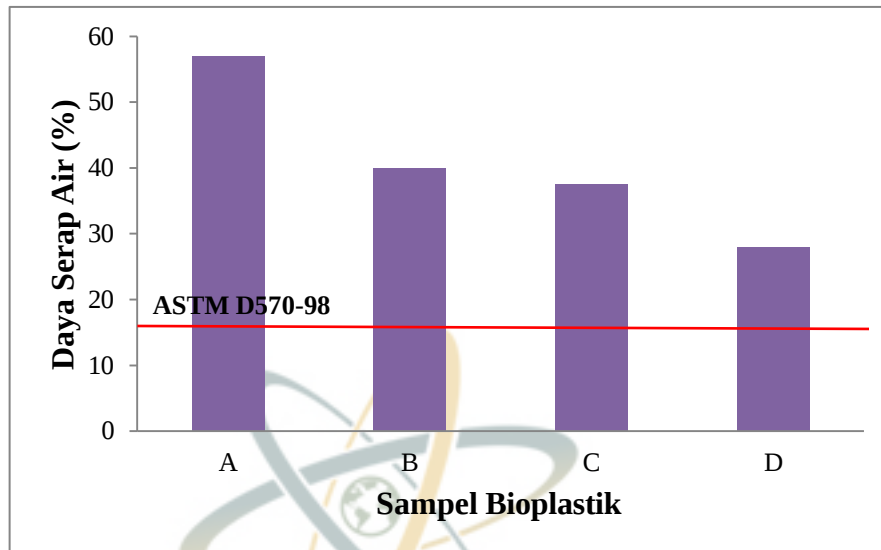
##### 4.1.1 Hasil Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan untuk mengukur daya serap suatu sampel saat berinteraksi dengan air. Hasil pengujian daya serap air dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Daya Serap Air

| Sampel | DSA (%) | ASTM D570-98 (%) |
|--------|---------|------------------|
| A      | 57      | Maks. 16,63      |
| B      | 40      |                  |
| C      | 37,5    |                  |
| D      | 28      |                  |

Pada Tabel 4.1 daya serap air yang dihasilkan menunjukkan nilai sebagai berikut: sampel A sebesar 57%, sampel B sebesar 40%, sampel C sebesar 37,5%, dan sampel D sebesar 28%. Dengan demikian, nilai maksimum daya serap air terdapat pada sampel A sebesar 57%, sementara nilai minimum terdapat pada sampel D sebesar 28%. Berikut grafik pengujian daya serap air yang terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Hasil Pengujian Daya Serap Air

Dapat dilihat pada Gambar 4.1 bahwa semakin bertambah selulosa kulit jagung maka semakin besar ketahanan air pada bioplastik. Pertahanan ini terjadi karena sifat dari bahan selulosa itu sendiri, yaitu bersifat sukar larut didalam air dan selulosa memiliki ikatan hidrogen yang kuat antar gugus hidroksil pada setiap rantai yang berdekatan dan hal ini juga dikarenakan pati memiliki sifat hidrofilik (mudah menyerap air) (Nafisah, 2022).

Untuk bioplastik, daya serap air terbaik ditandai oleh nilai terendah, karena semakin rendah daya serap air, semakin lama umur simpan bioplastik tersebut. Dalam penelitian ini, daya serap air minimum bioplastik yang terbuat dari selulosa kulit jagung dan pati biji durian tercatat sebesar 28% pada perbandingan konsentrasi selulosa:pati 75%:25%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap air bioplastik dari selulosa kulit jagung, pati biji durian, kitosan, dan gliserol berkisar antara 28% hingga 57%. Jika dibandingkan dengan standar ASTM D570-98 yang memiliki nilai sebesar 16,63%, bioplastik ini menunjukkan daya serap air yang lebih tinggi. Ini berarti bahwa daya serap air yang dihasilkan masih dianggap sangat rendah. Oleh karena itu, aplikasi bioplastik yang terbuat dari selulosa kulit jagung dan pati biji durian hanya cocok untuk penggunaan jangka pendek (Noviansyah, 2023).

#### 4.1.2 Hasil Pengujian Biodegradasi

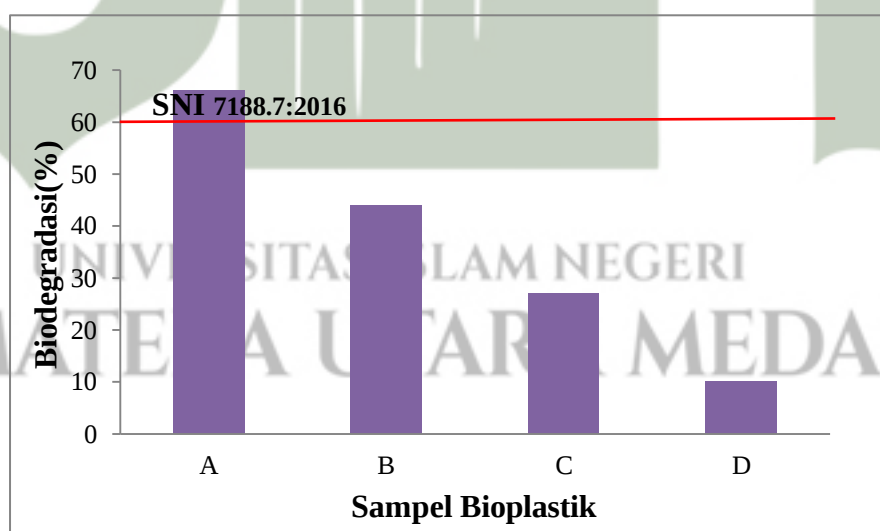
Uji biodegradasi bioplastik bertujuan untuk mengukur berapa lama bioplastik dapat terurai sepenuhnya saat dibuang ke alam. Produksi bioplastik diarahkan untuk menciptakan plastik yang ramah lingkungan dan memiliki sifat *biodegradable*, sehingga dapat terurai dengan mudah dan mengurangi dampak limbah plastik di lingkungan.

Pengujian biodegradasi dilakukan dengan cara memotong sampel bioplastik berukuran 2 cm x 2 cm, yang terdiri dari 4 sampel, dan menguburnya selama 7 hari. Nilai biodegradasi bioplastik dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian Biodegradasi

| Sampel | Biodegradable (%) | SNI 7188.7:2016 (%) |
|--------|-------------------|---------------------|
| A      | 66                | > 60                |
| B      | 44                |                     |
| C      | 27                |                     |
| D      | 10                |                     |

Pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pengujian biodegradasi pada sampel A sebesar 66%, sampel B sebesar 44%, sampel C sebesar 27% dan sampel D sebesar 10%. Sehingga dapat dilihat nilai maksimum terdapat pada sampel A sebesar 66% dan nilai minimum terdapat pada sampel D sebesar 10%. Berikut grafik pengujian biodegradasi yang terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Hasil Pengujian Biodegradasi

Dapat dilihat pada Gambar 4.2 semakin bertambah besar jumlah selulosa kulit jagung maka sampel bioplastik mengalami penurunan terdegradasi. Hal ini dikarenakan pati memiliki sifat yang mudah larut didalam air, sehingga dengan komposisi pati yang lebih banyak dari pada selulosa akan membuat bioplastik lebih mudah terdegradasi dan selulosa kulit jagung mempunyai ikatan yang sukar untuk diputuskan oleh mikroba sehingga memerlukan waktu lebih lama untuk terdegradasi (Nafisah, 2022).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioplastik memiliki waktu peruraian tercepat untuk sampel A dengan rasio selulosa:pati 0%:100% (hari ke 7) mengalami penurunan massa yang sangat besar. Berdasarkan SNI 7188.7:2016 biodegradasi terbaik pada sampel A dengan rasio selulosa:pati 0%:100% dengan nilai 66% (Noviansyah, 2023).

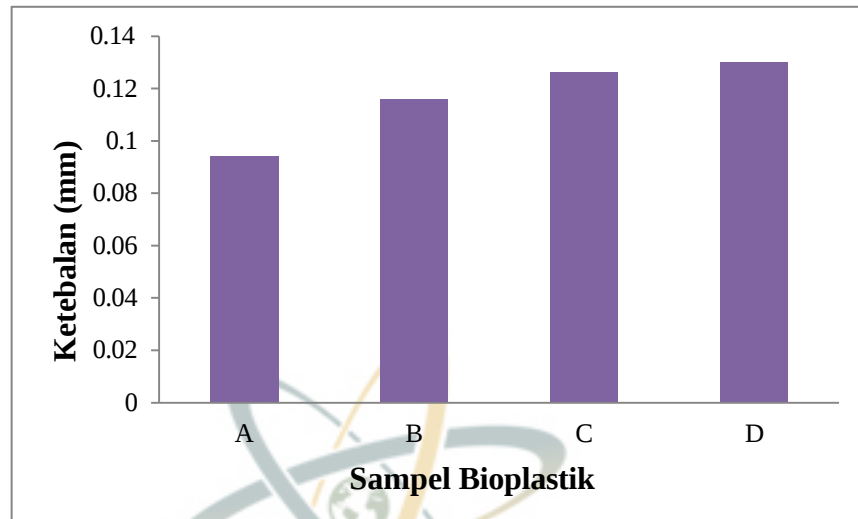
#### 4.1.3 Hasil Pengukuran Ketebalan

Ketebalan diukur menggunakan mikrometer sekrup pada lima sisi sampel, dan hasil rata-rata diperoleh dari kelima pengukuran tersebut. Dalam penelitian ini, pengukuran ketebalan dilakukan dengan mikrometer sekrup digital yang memiliki ketelitian sebesar 0,01 mm. Dari pengukuran ketebalan bioplastik diperoleh data pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengukuran Ketebalan

| Sampel | Nilai Ketebalan<br>(mm) |
|--------|-------------------------|
| A      | 0,094                   |
| B      | 0,116                   |
| C      | 0,126                   |
| D      | 0,13                    |

Pada Tabel 4.3 ketebalan yang dihasilkan dari masing-masing sampel adalah sebagai berikut: sampel A sebesar 0,094 mm, sampel B sebesar 0,116 mm, sampel C sebesar 0,126 mm, dan sampel D sebesar 0,13 mm. Dengan demikian, ketebalan bioplastik terbesar terdapat pada sampel D dengan nilai 0,13 mm, sementara ketebalan terkecil terdapat pada sampel A yang bernilai 0,094 mm. Berikut grafik pengukuran ketebalan yang terlihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Diagram Hasil Pengukuran Ketebalan

Dapat dilihat pada Gambar 4.3 semakin banyak selulosa yang ditambahkan, semakin besar ketebalan bioplastik yang dihasilkan. Ini disebabkan oleh struktur selulosa yang berserat panjang dan kuat, yang cenderung memberikan kekuatan dan kekakuan pada bioplastik. Ketebalan yang tinggi dapat mempengaruhi hasil pengujian sifat mekanik, daya serap air, dan biodegradasi. Namun, hasil yang baik tergantung pada tujuan spesifik bioplastik dan aplikasinya. Nilai ketebalan yang lebih tinggi tidak selalu menjamin kualitas bioplastik yang lebih baik. Bioplastik yang optimal adalah yang memiliki keseimbangan antara daya serap air, biodegradasi, kuat tarik, dan elongasi sesuai dengan kebutuhan penggunaannya (Nazira, 2022).

## 4.2 Hasil Karakterisasi Sifat Mekanik Bioplastik

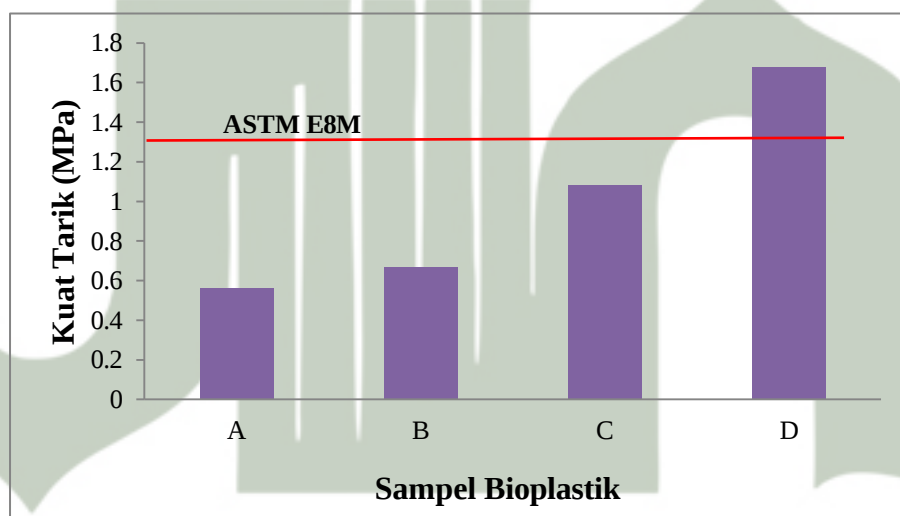
### 4.2.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan memotong bioplastik menjadi ukuran 2 cm x 9 cm, kemudian menjepit sampel pada alat UTM RTF 1350 dan meletakkan beban di bagian bawah. Hasil dari pengujian ini menunjukkan seberapa besar kekuatan material bioplastik dapat menahan beban sebelum mengalami kerusakan. Nilai pengujian kuat tarik bioplastik dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengujian Kuat Tarik

| Sampel | Kuat Tarik (MPa) | ASTM E8M (MPa) |
|--------|------------------|----------------|
| A      | 0,563            | Min. 1,35      |
| B      | 0,670            |                |
| C      | 1,083            |                |
| D      | 1,679            |                |

Pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa kekuatan tarik bioplastik pada sampel A menghasilkan kekuatan tarik sebesar 0,563 MPa, sampel B menghasilkan 0,670 MPa, sampel C menghasilkan 1,083 MPa dan sampel D menghasilkan 1,679 MPa. Nilai maksimum pengujian kuat tarik bioplastik selulosa kulit jagung dan pati biji durian terdapat pada sampel D sebesar 1,679 MPa dan nilai minimum pengujian kuat tarik terdapat pada sampel A sebesar 0,563 MPa. Berikut grafik pengujian kuat tarik yang terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Diagram Hasil Pengujian Kuat Tarik

Dapat dilihat pada Gambar 4.4 hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan jumlah selulosa dari kulit jagung berpengaruh pada setiap sampel bioplastik berbasis pati, semakin banyak selulosa yang digunakan, semakin tinggi nilai kekuatan tarik yang dihasilkan. Nilai kuat tarik yang diperoleh berkisar antara 0,563 MPa hingga 1,679 MPa. Berdasarkan standar ASTM E8M, nilai standar kuat tarik untuk bioplastik adalah 1,35 MPa, sehingga hasil penelitian ini

telah memenuhi standar yang ditetapkan. Penambahan selulosa pada bioplastik dapat meningkatkan sifat mekanik dan sifat fisis pada bioplastik (Nafisah, 2022).

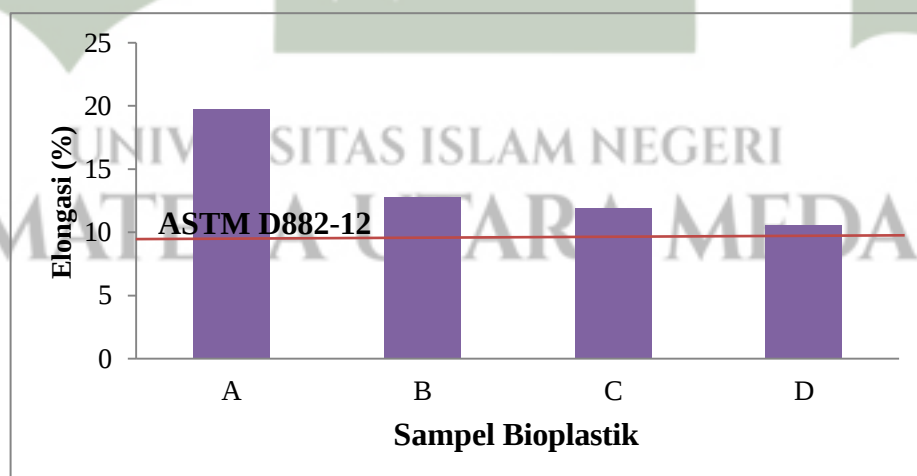
#### 4.2.2 Hasil Pengujian Elongasi

Pengujian elongasi bioplastik dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji kekuatan tarik Tensilon RTF-1350. Nilai elongasi ditentukan dari sifat fisik bioplastik dan menunjukkan kemampuan maksimum bioplastik yang diregangkan dalam memberikan gaya tarik hingga putus. Nilai pengujian elongasi bioplastik dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengujian Elongasi

| Sampel | Elongasi (%) | ASTM D882-12 (%) |
|--------|--------------|------------------|
| A      | 19,6999      | Min. 10          |
| B      | 12,7401      |                  |
| C      | 11,8801      |                  |
| D      | 10,54048     |                  |

Pada Tabel 4.5 hasil pengujian elongasi pada bioplastik menunjukkan nilai sebagai berikut: sampel A menghasilkan 19,6999%, sampel B 11,7401%, sampel C 9,8801%, dan sampel D 8,54048%. Dengan demikian, nilai maksimum elongasi terdapat pada sampel A sebesar 19,6999%, sedangkan nilai minimum terdapat pada sampel D sebesar 8,54048%. Berikut grafik pengujian elongasi yang terlihat pada Gambar 4.5.



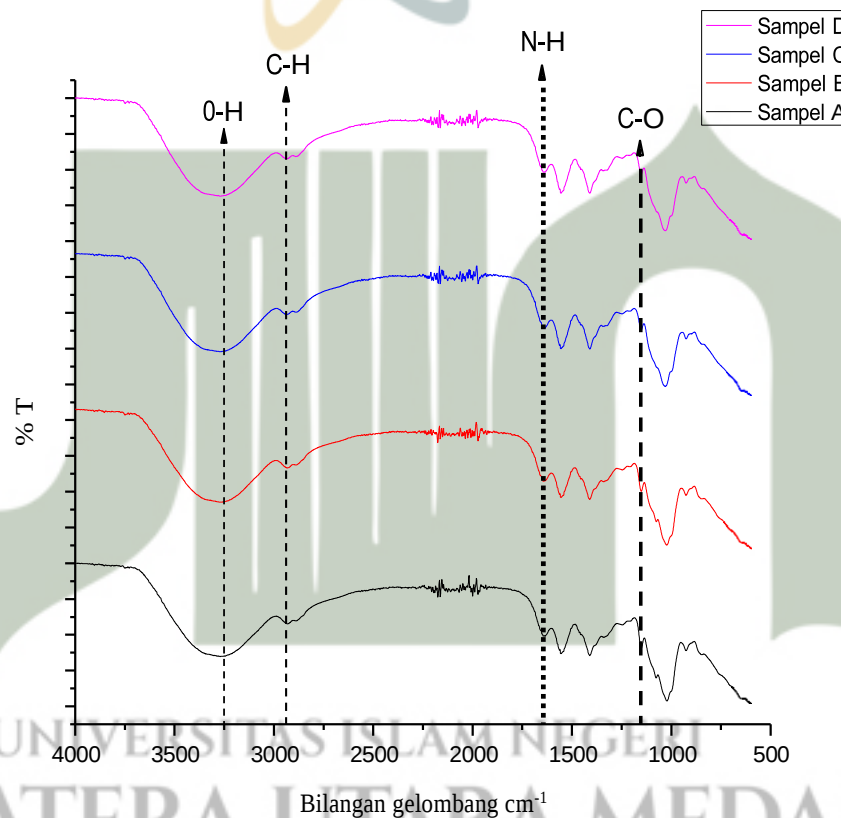
Gambar 4.5 Diagram Hasil Pengujian Elongasi

Dapat dilihat pada Gambar 4.5 elongasi memiliki nilai yang berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik, semakin banyak komposisi selulosa yang ditambahkan pada bioplastik, semakin kecil nilai elongasinya. Standar nilai elongasi bioplastik pada ASTM D882-12 minimal 10%, maka nilai elongasi pada penelitian ini telah memenuhi standar tersebut (Noviansyah, 2023).

### 4.3 Hasil Karakterisasi Gugus Fungsi Bioplastik

#### 4.3.1 Hasil Analisa FTIR

Uji spektroskopi FTIR dilakukan untuk melihat interaksi antar komponen bioplastik. Ada empat sampel diuji menggunakan FTIR. dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut :



Gambar 4.6 Grafik FTIR

Berdasarkan hasil analisis gugus fungsi, spektrum FTIR menunjukkan bahwa bioplastik yang dianalisis memiliki beberapa jenis ikatan gugus fungsi. Gugus fungsi yang teridentifikasi dalam spektrum FTIR dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut :

Tabel 4.6 Interpretasi Gugus Fungsi Bioplastik Selulosa Kulit Jagung dan Pati Biji Durian Hasil Analisis FTIR

| Gugus Fungsi | Rentang Daerah atau Serapan Teori ( $\text{cm}^{-1}$ ) | Sampel A ( $\text{cm}^{-1}$ ) | Sampel B ( $\text{cm}^{-1}$ ) | Sampel C ( $\text{cm}^{-1}$ ) | Sampel D ( $\text{cm}^{-1}$ ) |
|--------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| O-H          | 3200-3500                                              | 3269,99                       | 3274,66                       | 3272,07                       | 3270,16                       |
| C-H          | 2850-3000                                              | 2932,75                       | 2932,75                       | 2937,98                       | 2924,68                       |
| N-H          | 1550-1640                                              | 1555,25                       | 1555,24                       | 1556,51                       | 1556,58                       |
| C-O          | 1080-1300                                              | 1151,37                       | 1151,39                       | 1151,94                       | 1151,93                       |

Hasil analisis gugus fungsi menggunakan FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-H, N-H, dan C-O pada sampel bioplastik A, B, C, dan D, yang merupakan komponen penyusun bioplastik tersebut. Tidak terdapat gugus fungsi baru yang terbentuk dalam campuran. Namun, penambahan kitosan meningkatkan intensitas nilai serapan karena terbentuknya lebih banyak ikatan hidrogen, sementara penambahan gliserol justru mengurangi jumlah ikatan hidrogen tersebut (Anshar, 2020).

Fenomena ini disebabkan oleh kerangka utama kitosan yang terdiri dari gugus O-H dan C-H. Dengan bertambahnya kitosan, jumlah molekul O-H dan C-H yang terbentuk juga meningkat. Hal ini mengakibatkan semakin banyak kitosan yang ditambahkan, semakin sulit bagi gugus C-H untuk menyerap air dalam sampel karena sifatnya yang hidrofobik. Selain itu, kehadiran gugus C-O dalam bioplastik menunjukkan kemampuan untuk terurai, karena C-O adalah gugus hidrofilik yang dapat berikatan dengan molekul air dari lingkungan (Ayu, 2023).

#### 4.4 Pembahasan

Dari hasil penelitian ini, pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa penambahan selulosa dari kulit jagung pada bioplastik berbasis pati biji durian, kitosan, dan gliserol mempengaruhi nilai serta kualitas bioplastik. Parameter pengujian yang dilakukan meliputi daya serap air, biodegradasi, ketebalan, kuat tarik, elongasi, dan analisis FTIR. Hasil dari keseluruhan pengujian bioplastik dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Hasil dari Keseluruhan Pengujian Bioplastik

| Sampel | Daya Serap Air | Biodegradasi | Ketebalan | Kuat Tarik | Elongasi  |
|--------|----------------|--------------|-----------|------------|-----------|
| A      | 57%            | 66%          | 0,094mm   | 0,563MPa   | 19,6999%  |
| B      | 40%            | 44%          | 0,116mm   | 0,670MPa   | 12,7401%  |
| C      | 37,5%          | 27%          | 0,126mm   | 1,083MPa   | 11,8801%  |
| D      | 28%            | 10%          | 0,13mm    | 1,679MPa   | 10,54048% |

Variasi komposisi optimum yang dihasilkan dari pemanfaatan selulosa kulit jagung dan pati biji durian dalam pembuatan bioplastik yaitu terdapat pada sampel D dengan variasi selulosa 75%, pati 25%, gliserol 50% dan kitosan 2,7%. Dengan mencapai standar yang ditentukan sebanyak tiga parameter pengujian yaitu daya serap air dengan nilai 28% mencapai ASTM D570-98, nilai uji kuat tarik memenuhi ASTM E8M yaitu senilai 1,679 MPa, nilai uji elongasi memenuhi standar ASTM D882-12 yaitu senilai 10,54048%.