

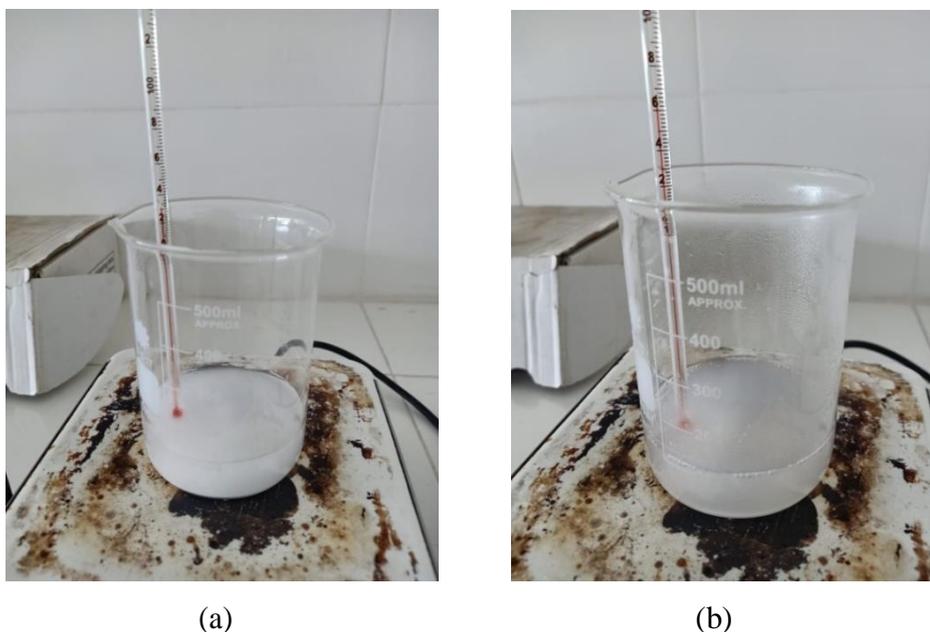
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan blend film dengan bahan dasar PLA dan pati singkong serta ditambahkan gliserol sebagai plasticizer dan asam asetat glasial sebagai compatibilizer. Fungsi penambahan gliserol adalah untuk meningkatkan sifat fleksibilitas pada plastik sedangkan fungsi asam asetat glasial adalah untuk meningkatkan kompatibilitas antara PLA dan pati, sehingga kedua komponen akan bercampur dengan homogen (Stevens, 2007). Blend film ini dihasilkan melalui beberapa tahap pembuatan yaitu pembuatan larutan pati terplastisasi gliserol dan pembuatan polimer blend PLA/Pati.

#### 4.1 Pembuatan Larutan Pati terplastisasi Gliserol

Pati terplastisasi gliserol merupakan hasil pencampuran antara tepung pati dan gliserol dengan proses pemanasan dan membentuk larutan kental seperti gelatin. Adapun hasil dari pada gelatinisasi pati terlihat pada Gambar 4.1.

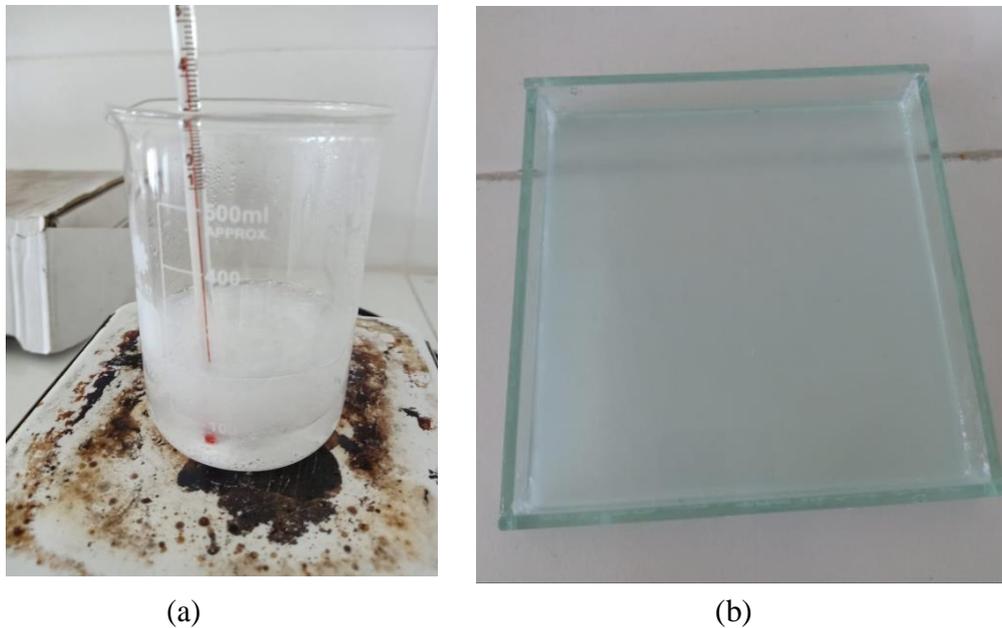


**Gambar 4. 1** (a) Larutan Pati dengan Aquadest (b) Larutan Pati yang telah tergelatinasi.

## 4.2 Pembuatan Polimer *Blend* PLA-Pati

### A. Pengaruh Penambahan Volume Asam Asetat Glasial terhadap Struktur Permukaan *Blend Film* secara Visual

Pada pembuatan *blend film* PLA-Pati, tahap awal yang dilakukan adalah melarutkan PLA dalam kloroform. PLA yang telah larut ditambahkan asam asetat glasial. Kemudian dicampur dengan larutan pati yang terplastisasi gliserol. Larutan yang dihasilkan dicetak pada plate kaca, seperti terlihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4. 2** (a) Larutan Polimer *Blend* PLA/Pati

(b) Larutan Polimer *Blend* dicetak dalam Plate Kaca

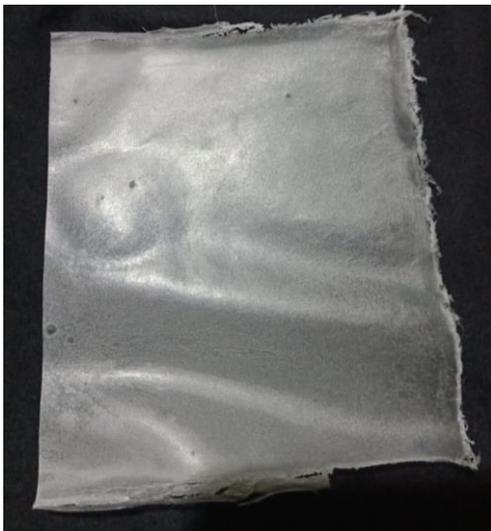
Setelah dicetak dengan menggunakan plate kaca dan dikeringkan, selanjutnya *film* yang terbentuk dilepas dari plate kaca. *Blend film* yang dihasilkan dengan berbagai variasi penambahan volume asam asetat glasial ditunjukkan pada Gambar 4.3.



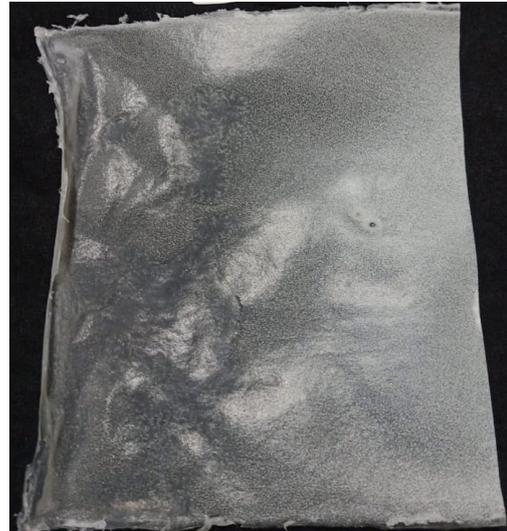
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 4. 3** *Blend Film* dengan Penambahan Asam Asetat Glasial

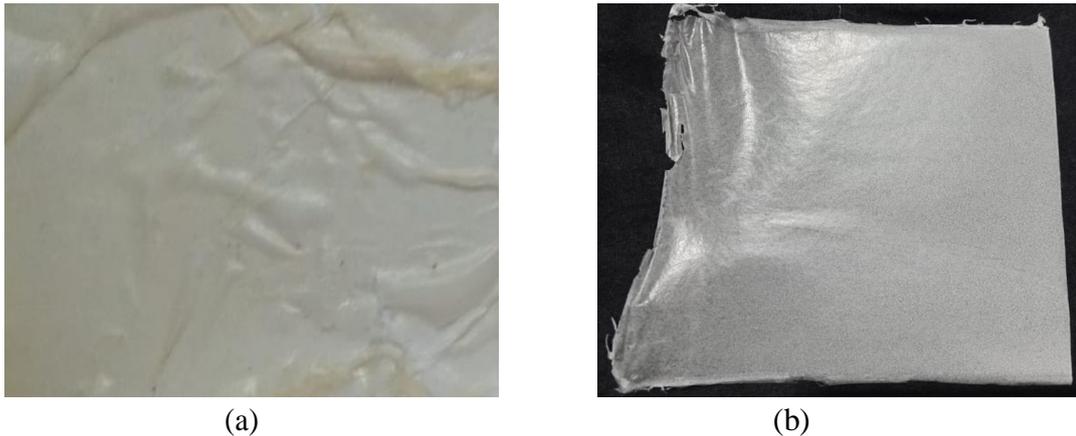
(a) 1 ml (b) 3 ml (c) 5 ml (d) 10 ml

Dari Gambar 4.3 terlihat bahwa *blend film* yang dihasilkan secara keseluruhan memiliki warna putih dan tekstur yang halus. Berdasarkan hasil pengamatan secara visual didapatkan bahwa pada penambahan asam asetat glasial 3 ml, menghasilkan permukaan struktur *blend film* yang lebih rapat dan lebih halus dibandingkan dengan penggunaan asam asetat glasial 3, 5 dan 10 ml. Pada Gambar 4.3 (c) dan (d) penambahan asam asetat glasial 5 ml dan 10 ml

menghasilkan struktur permukaan yang tidak homogen jika dibandingkan dengan penambahan asam asetat glasial 3 ml. Secara visual terlihat bahwa homogenitas dan permukaan blend film terbaik didapatkan pada penambahan 3 ml asam asetat glasial. Semakin banyak penambahan asam asetat glasial terlihat bahwa *blend film* yang dihasilkan semakin homogen, tetapi apabila penggunaannya sudah melewati nilai optimum maka *compatibilizer* tersebut tidak dapat bekerja secara optimal lagi dan akan menghasilkan sebuah larutan yang kurang homogen. Hal ini disebabkan karena *compatibilizer* tersebut sudah mencapai titik kritis, yang apabila sudah melewati titik kritis maka kinerja *compatibilizer* tersebut akan menurun.

Fungsi asam asetat glasial sebagai *compatibilizer* dapat meningkatkan kompatibilitas antara bahan alami yang bersifat hidrofilik (pati) dan bahan sintesis yang bersifat hidrofobik (PLA) dalam pembuatan *blend film* PLA-Pati. Fungsi lain dari *compatibilizer* yaitu menurunkan tegangan permukaan antara pati dan PLA, sehingga kedua komponen tersebut dapat bercampur dengan homogen (Waryat dkk, 2013). Penggunaan *compatibilizer* pada pembentukan *blend film* telah dikaji oleh Waryat dkk, 2013 menghasilkan *blend film* yang lebih kompatibel dan homogen. Pada penelitian Waryat dkk, 2013 juga menghasilkan *blend film* yang semakin homogen dengan penambahan *compatibilizer* sebanyak 5% dibandingkan dengan penambahan *compatibilizer* sebanyak 2,5%, tetapi pada penambahan *compatibilizer* sebanyak 7,5% menghasilkan *blend film* yang kurang homogen. Hal ini disebabkan karena monomer – monomer dari *compatibilizer* tidak berikatan atau berinteraksi (Wang et al. 2002).

Bila dibandingkan dengan penelitian terdahulu tanpa menggunakan *compatibilizer* yang dilakukan oleh Rahmayetty dkk (2018) maka secara visual *blend film* yang dihasilkan pada penelitian ini menunjukkan permukaan yang lebih rata dan lebih homogen. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.4.

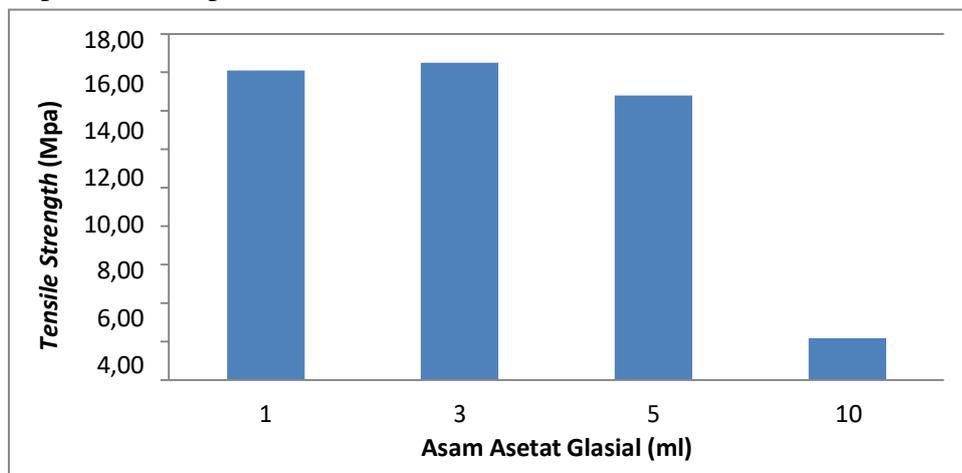


**Gambar 4. 4** (a) *Blend Film* dari Penelitian Rahmayetty dkk (2018)  
(b) *Blend Film* dari Penelitian ini

## **B. Pengaruh Penambahan Asam Asetat Glasial terhadap Sifat Mekanik *Blend Film***

### *a. Tensile Strength*

*Tensile strength* merupakan gaya atau tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh sampel sebelum sampel itu putus saat diregangkan atau ditarik. *Tensile strength* juga merupakan salah satu parameter yang penting terhadap sifat mekanik dari *blend film*. Jumlah atom karbon dalam rantai dan jumlah gugus hidroksil yang terdapat pada molekul *plasticizer* (gliserol) akan mempengaruhi sifat mekanis (kekuatan tarik dan persentasi pemanjangan) suatu *blend film* (Qiu-Ping Zhong *et al.* 2008). Pada penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh penambahan asam asetat glasial terhadap *tensile strength* pada *blend film* PLA-pati, seperti terlihat pada Gambar 4.5.



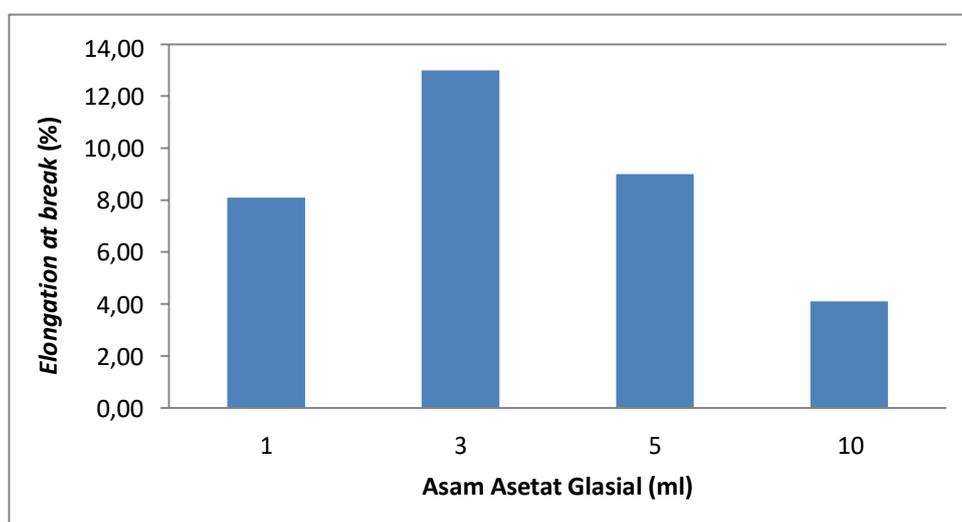
**Gambar 4. 5** Diagram *Tensile Strength* pada *Blend Film*

Berdasarkan Gambar 4.5 didapatkan nilai tensile strength tertinggi yaitu 16,6 MPa pada penambahan 3 ml dan nilai terendah yaitu 2,17 MPa pada penambahan 10 ml. Nilai tensile strength pada blend film mengalami peningkatan dengan penambahan asam asetat glasial dari 1 ml ke 3 ml tetapi cenderung menurun dengan penambahan asam asetat glasial sebanyak 5 ml dan 10 ml. Hal ini disebabkan karena semakin banyak asam asetat glasial yang digunakan maka blend film yang dihasilkan semakin homogen dan dapat meningkatkan nilai tensile strength (Coniwanti dkk, 2014). Pada hasil penelitian ini didapatkan nilai optimum asam asetat glasial untuk homogenitas pada *blend film* adalah 3 ml. Oleh sebab itu, apabila asam asetat glasial yang digunakan melebihi nilai optimum nya maka *blend film* yang dihasilkan juga kurang homogen yang menyebabkan nilai *tensile strength* menurun. Hal ini disebabkan karena monomer–monomer dari *compatibilizer* tidak berikatan atau berinteraksi (Wang et al., 2002). Selain itu, menurunnya nilai *tensile strength* juga disebabkan karena distribusi gugus *compatibilizer* yang tidak merata sehingga terbentuknya perbedaan antar permukaan gugus polimer hidrofilik dan hidrofobik meskipun sudah dihubungkan oleh *compatibilizer* (Hasna, 2005). Hal ini sama seperti dengan penelitian yang dilaporkan oleh Waryat dkk (2013) dimana penambahan *compatibilizer* dapat menurunkan nilai *tensile strength*.

Bila dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan Rahmayetty, dkk (2018) blend film PLA-pati tanpa penambahan *compatibilizer* menghasilkan *tensile strength* sebesar 2,32 MPa, sedangkan pada penelitian ini dengan penambahan *compatibilizer* menghasilkan *tensile strength* tertinggi sebesar 16,6 MPa. Hal ini membuktikan dengan adanya penambahan asam asetat glasial sebagai *compatibilizer* dapat meningkatkan nilai *tensile strength* pada *blend film*. Kriteria nilai *tensile strength* golongan *Moderate Properties* yaitu 10-100 MPa (Purwanti, 2010), sedangkan menurut SNI *tensile strength* untuk *blend film* adalah 24,7 – 302 MPa. Dilihat dari nilai *tensile strength* yang dihasilkan dalam penelitian ini, maka blend film yang dihasilkan sudah dikategorikan sebagai plastik dengan sifat mekanik yang moderat tetapi belum sesuai dengan nilai kuat tarik berdasarkan SNI.

### ***b. Uji Elongation at break***

*Elongation at break* merupakan penambahan panjang maksimum dari blend film sebelum terputus saat ditambahkan beban. Sifat elastis dan lentur harus dimiliki blend film agar mendapatkan nilai elongasi terbaik. Pengujian elongasi dilakukan dengan membandingkan penambahan panjang saat sebelum dan sesudah ditambahkan beban untuk dilakukannya uji tarik. Hasil elongation at break dari blend film dengan variasi asam asetat glasial dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4. 6** Diagram *Elongation at break* pada *Blend Film*

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat hasil elongasi tertinggi yaitu dengan nilai 13% pada penambahan asam asetat glasial 3 ml sedangkan nilai elongasi terendah diperoleh pada penambahan asam asetat glasial 10 ml yaitu sebesar 4,1%. Hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh pemberian *compatibilizer* yang dapat meningkatkan fleksibilitas dan menurunkan sifat kaku dari campuran PLA-Pati. Peningkatan kandungan *compatibilizer* menyebabkan campuran PLA-Pati lebih kompatibel dan fleksibel. Dari Gambar 4.6 juga menunjukkan bahwa dengan penambahan asam asetat yang berlebihan akan menyebabkan menurunnya nilai elongasi. Penambahan asam asetat glasial melebihi 3 ml menyebabkan menurunnya nilai elongasi. Hal ini disebabkan karena pada penggunaan asam asetat glasial 5 dan 10 ml menghasilkan *blend film* dengan gaya adhesi antara

PLA-Pati yang lemah, sesuai dengan penelitian yang dilakukan Waryat dkk, (2013) bahwa penurunan pada nilai elongasi disebabkan lemahnya adhesivitas antara bahan campuran yang mengakibatkan komposit menjadi rapuh (*brittle*).

Hasil penelitian yang didapat, nilai elongasi tertinggi yaitu 13% dimana nilai elongasi ini masih dibawah 15% yang menunjukkan bahwa material tersebut masih rapuh (El Hadi et al, 2017). Golongan *moderate properties* untuk nilai elongasi yaitu 10 – 20 % (Purwanti, 2010), maka *blend film* yang diperoleh dari penelitian ini sudah termasuk golongan *moderate properties*.

### **C. Pengaruh Penambahan Asam Asetat Glasial terhadap Sifat Termal Blend Film**

Analisis termal adalah pengukuran fisika suatu bahan terhadap perubahan suhu dan digunakan untuk mengetahui ketahanan dan kestabilan polimer terhadap panas (Waldi, 2007). Pengukuran analisis termal (titik leleh) dari *blend film* dapat menggunakan alat *Differential Scanning Calorimetry* (DSC). Analisa DSC bertujuan untuk melihat titik leleh dari sampel. Nilai titik leleh sangat diperlukan untuk menentukan kondisi proses dan aplikasi produk yang dihasilkan.

Pada analisa DSC, sampel yang digunakan adalah *blend film* PLA-Pati dengan penambahan asam asetat glasial yaitu 1 ml, 3 ml, 5 ml dan 10 ml. Berdasarkan analisa DSC diperoleh hasil titik leleh untuk *blend film* PLA-Pat dengan variasi asam asetat glasial 1 ml, 3 ml, 5 ml dan 10 ml adalah 101,9°C; 103,1°C; 93,9°C dan 91,5°C. Pada tahap ini diduga bahwa *blend film* melepas bahan volatil seperti air. Martinez-Camacho (2010) menyatakan bahwa peristiwa endotermik antara suhu 40°C-120°C berkaitan dengan terlepasnya komponen mudah menguap dan kelompok hidrofilik pada *blend film*. Hasil analisa DSC dari *blend film* PLA-Pati dengan variasi asam asetat glasial dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4. 1** Hasil Analisa DSC *Blend Film*

Asam Asetat Glasial	Titik Leleh (°C)
1 ml	101,9
3 ml	103,1
5 ml	93,9
10 ml	91,5

Berdasarkan data di atas, penambahan asam asetat glasial menyebabkan perbedaan titik leleh *blend film* PLA-Pati. Penambahan asam asetat glasial sebanyak 3 ml menghasilkan titik leleh *blend film* tertinggi yaitu 103,1°C. Hal ini disebabkan karena titik leleh dipengaruhi oleh ikatan hidrogen. Semakin banyak ikatan hidrogen yang ada dalam *blend film* maka akan semakin tinggi pula titik lelehnya, karena energi yang dibutuhkan untuk memutus ikatannya juga semakin besar (Wahyu, 2008). Asam asetat glasial mengandung gugus –OH yang dapat membentuk ikatan hidrogen serta akan menyusun *blend film* yang kuat dan tidak rapuh (Hewitt, 2003). Jadi semakin banyak asam asetat glasial yang digunakan maka titik lelehnya akan semakin tinggi juga. Pada penggunaan asam asetat glasial sebanyak 5 ml dan 10 ml, titik leleh pada *blend film* mengalami penurunan. Hal ini dapat disebabkan oleh lemahnya ikatan antara gugus hidrofilik dan gugus hidrofobik (Pushpadass *et al.* 2010). Pada hasil penelitian ini, penambahan asam asetat 5 ml dan 10 ml menghasilkan struktur *blend film* yang kurang homogeny.

#### **D. Pengaruh Penambahan Asam Asetat Glasial terhadap Sifat Biodegradasi *Blend Film***

Uji biodegradabilitas atau kemampuan biodegradasi plastik dilakukan untuk mengetahui pengaruh alam terhadap plastik dalam jangka waktu tertentu, sehingga akan diperoleh persentase kerusakan. Selanjutnya, dapat diperkirakan lamanya waktu yang dibutuhkan oleh plastik untuk terurai di alam secara sempurna.

Hasil penelitian mengenai kemampuan biodegradasi edible film disajikan dalam Tabel 4.2

**Tabel 4. 2** Hasil Uji Biodegradasi dengan Variasi Asam Asetat Glasial

<i>Compatilizer</i>	Satuan (ml)	% Kehilangan Berat	Degradabilitas	Perkiraan Waktu Degradasi
As. Asetat	3	50 %	9,87 mg/hari	12 hari
	5	91 %	9,76 mg/hari	6 hari 14 jam
	10	78 %	12,32 mg/hari	7 hari 17 jam

Berdasarkan penyajian tersebut, diketahui bahwa pada plastik yang menggunakan *compatilizer* asam asetat glasial, biodegradasi paling cepat justru terjadi pada penambahan 5ml asam asetat. Pada formulasi ini, interaksi antara masing-masing komponen menyebabkan terbentuknya banyak ruang kosong yang dapat disisipi air dalam jumlah cukup besar. Hal ini mengakibatkan bakteri juga mudah mendegradasi plastik dari dalam plastik itu sendiri.

Penelitian yang dilakukan oleh Behjat, dkk (2009) menunjukkan, bahwa semakin banyak selulosa yang dikandung oleh suatu plastik, maka semakin cepat bagi plastik tersebut untuk terdegradasi. Jadi yang berperan dalam faktor biodegradabilitas suatu plastik adalah selulosanya. Selain itu, suatu proses degradasi plastik dapat menunjukkan bahwa kemampuan degradasi plastik yang disintesis dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti jenis tanah, jenis mikroba, dan kelembaban. Pada penelitian Pimpan, dkk (2001) menunjukkan, bahwa plastik yang dihasilkannya mampu terurai 100% dalam waktu satu bulan dengan metode yang sama, namun menggunakan asam asetat. Hal ini juga dikuatkan melalui penelitian yang dilakukan oleh Khoramnejadian (2011) yang meneliti tentang *soil burial test* plastik *biodegradable*, bahwa setelah uji biodegradabilitas, plastiknya berlubang yang akan berpengaruh pada polimer- polimer yang ada dalam plastic dan mengakibatkan plastik menjadi rapuh. Gliserol mempunyai kemampuan untuk mengikat kelembaban dari udara, sehingga dalam penelitian ini, plastik yang dihasilkan lebih cepat terdegradasi.