

PENINGKATAN SIFAT FISIK *BIODEGRADABLE FILM* DARI KULIT PISANG KEPOK (*MUSA ACUMINATA*) DENGAN VARIASI PENAMBAHAN *FILLER* DARI BAHAN ALAM

Ainul Yaqein Humairi , Hanif Achmad Fianto Aji, Profiyanti Hermien Suharti, May Kurnia Pratiwi

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
yaqeinainul@gmail.com ; [profiyanti@polinema.ac.id]

ABSTRAK

*Biodegradable film berasal dari karbohidrat dan protein alam, seperti pati dan gelatin. Biodegradable film ini mudah terurai dibandingkan dengan plastik konvensional yang menghasilkan banyak limbah. Umumnya, Biodegradable film berasal dari komponen karbohidrat. Sumber karbohidrat banyak ditemukan pada tempat cadangan makanan dari tumbuhan, seperti umbi-umbian atau kulit dari buah-buahan jenis tertentu. Salah satu sumber karbohidrat yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan biodegradable film adalah limbah kulit buah pisang. Kulit buah pisang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit pisang kepok (*Musa Acuminata*). Metode yang digunakan dalam pembuatan biodegradable film adalah metode solution casting. Penelitian ini menggunakan variasi jenis dan jumlah filler. Filler yang digunakan adalah paper pulp, ampas tebu, dan serbuk sengan, dengan variasi penambahan 1-4% filler berbanding dengan 12,5 gr pati. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa filler dari bahan alam yang memberikan hasil biodegradable film terbaik adalah filler paper pulp 4% [PP4]. Biodegradable film ini memiliki karakteristik sebagai berikut: (1) kuat tarik sebesar 9,65 N/mm², (2) daya serap air sebesar 35,05 %, (3) kemampuan biodegradasi sebesar 29,73%, (4) elongasi sebesar 18,55% dan (5) mengalami biodegradasi 90% dalam waktu 180 hari dalam penelitian ini. Perlu adanya studi lanjutan mengenai Variasi jumlah filler yang dapat meningkatkan kualitas biodegradable film dengan formulasi pati, jumlah plasticizer, dan jumlah pelarut yang sama*

Kata kunci: Bio-degradasi, Elongasi, Kuat Tarik, Daya serap air

ABSTRACT

*Biodegradable films are derived from carbohydrates and natural proteins, such as starch and gelatin. This biodegradable film is easy to decompose compared to conventional plastic which produces a lot of waste. Generally, biodegradable films are derived from carbohydrate components. Sources of carbohydrates are found in food reserves from plants, such as tubers or the skin of certain types of fruits. One source of carbohydrates that can be used as material for making biodegradable films is banana peel waste. The banana peel used in this study was the kepok banana peel (*Musa acuminata*). The method used in the manufacture of biodegradable films is the solution casting method. This study uses variations in the type and amount of filler. The fillers used were paper pulp, bagasse, and sengan powder, with variations in the addition of 1-4% filler compared to 12.5 g of starch. The results of this study indicate that the filler from natural materials that gives the best biodegradable film results is filler paper pulp 4% [PP4]. This biodegradable film has the following characteristics: (1) tensile strength of 9.65 N/mm², (2) water absorption capacity of 35.05%, (3) biodegradability of 29.73%, (4) elongation of 18.55% and (5) underwent 90% biodegradation within 180 days in this study. There is a need for further studies regarding variations in the amount of filler that can improve the quality of biodegradable films with the same starch formulation, amount of plasticizer, and amount of solvent.*

Keywords: Biodegradable, Elongation, Tensile Strength, Water absorption

1. PENDAHULUAN

Biodegradable film berasal dari karbohidrat dan protein seperti pati, gelatin, dan lainnya. Salah satu jenis *biodegradable film* yang umum adalah terbuat dari komponen karbohidrat. Sumber karbohidrat banyak ditemukan di tempat cadangan makanan pada tumbuhan seperti umbi-umbian ataupun kulit dari buah-buahan jenis tertentu. Salah satu sumber karbohidrat yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan *biodegradable film* adalah kulit pisang kepok [1].

Pisang kepok merupakan merupakan buah cukup digemari masyarakat. Pisang kepok memiliki buah sedikit pipih dan kulit yang tebal, jika telah matang warna kulit buahnya berubah menjadi kuning. Pisang kepok kulitnya sangat tebal dan berwarna hijau kekuningan. Apabila sudah matang dagingnya kuning kemerahan dan teksturnya cukup keras [2].

Konsumsi pisang kepok di masyarakat Indonesia cukup familiar, baik dikonsumsi langsung maupun diolah menjadi berbagai macam cemilan ataupun makanan lainnya. Namun seringkali sebagian orang hanya mengolah dan mengkonsumsi buahnya saja dan membuang kulitnya sehingga menjadi sampah padahal kulit pisang mengandung vitamin C, vitamin B, kalsium, protein, dan juga lemak yang cukup [3]. Kulit pisang mengandung zat pati maka kulit pisang dapat diolah menjadi sebuah plastik polimer alami yang dikenal dengan istilah *biodegradable film*. Dengan demikian bahan yang awalnya sebuah sampah, yang tidak ada manfaatnya bagi masyarakat, menjadi suatu produk yang bernilai ekonomi yang tinggi dan berpeluang menambah devisa negara untuk membuka peluang usaha baru bagi masyarakat. Hasil analisis kimia menyatakan komposisi kulit pisang mengandung air yaitu 68,90% dan karbohidrat (zat pati) sebesar 18,50%. Hasil tersebut menjadi alasan menggunakan kulit pisang kepok sebagai bahan pembuatan *biodegradable film* dikarenakan kandungan pati dalam kulit pisang kepok dinilai cukup tinggi.

Plastik berbahan dasar pati umumnya mempunyai karakteristik yang kaku, rapuh dan mudah menyerap air, sehingga perlu ditambahkan zat aditif seperti serat kertas untuk mengurangi daya serap air pada plastik [4]. Bahan aditif yang ditambahkan diharapkan bersifat *hidrofob* dan elastis untuk memperbaiki sifat tersebut. Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah serbuk gergaji kayu sengon. Kayu sengon mengandung selulosa yang tinggi yaitu sebanyak 49% dan fungsi selulosa memiliki sifat mengikat yang kuat, tidak larut dalam air, melimpah di alam, murah serta memiliki sifat *hidrofobik* [9]. Selain itu, ampas tebu juga dapat digunakan sebagai bahan aditif dikarenakan ampas tebu memiliki sifat tidak menyerap air. Ampas tebu memiliki kandungan selulosa 52,7%, hemiselulosa 20,0%, dan lignin 24,2% [6].

Proses pembuatan *biodegradable film* memerlukan penambahan *plasticizer* agar plastik yang dihasilkan lebih elastis dan fleksibel. *Plasticizer* yang umum ditambahkan dalam *biodegradable film* adalah gliserol, propilen glikol, polipropilen glikol, sorbitol, dan sukrosa. Penelitian ini menggunakan *plasticizer* berupa gliserol karena gliserol dapat mengurangi kekuatan gaya antar molekul sehingga mobilitas antar rantai molekul meningkat dan matriks menjadi lebih elastis.

Hardjono dkk. (2016) telah melakukan pembuatan *biodegradable film* dari kulit pisang kepok dengan bahan aditif asam sitrat, *plasticizer gliserol*, *filler CMC (Carboxy Methyl Cellulose)* serta CaCO_3 . *Biodegradable film* yang dihasilkan memiliki daya kuat tarik tinggi. Selain itu, penambahan asam sitrat sebagai bahan aditif ternyata mampu meningkatkan

kemampuan bio-degradasi [7]. Peneliti lain, juga menyampaikan bahwa *biodegradable film* dengan *filler paper pulp* dan sumber pati dari biji alpukat memberikan hasil cukup baik. Nilai kuat tarik sampel *biodegradable* plastik tersebut berkisar 16,045-18,053 N/mm². Sampel *biodegradable* plastik tersebut memiliki nilai daya serap air sebesar 53,8040-66,4545%, kemampuan bio-degradasi sebesar 12,5323-15,2355%, dan nilai elongasi sebesar 10-14,7727% [8]. Prida Novarita (2015) juga telah melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kandungan selulosa pada limbah serbuk kayu sengon. Penelitian tersebut menyatakan bahwa kandungan selulosa dalam limbah serbuk kayu sengon adalah sebesar 49% [9], sedang ampas tebu memiliki kandungan selulosa yang berbeda [6]. Perbedaan kandungan selulosa ini kemungkinan dapat mempengaruhi karakteristik dari *biodegradable film* yang dihasilkan. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan *filler* dari bahan alam terhadap Sifat fisik *Biodegradable*. *Filler* bahan alam yang digunakan berupa *paper pulp*, ampas tebu, serbuk kayu sengon. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk melihat pengaruh jumlah masing-masing *filler* terhadap karakteristik *biodegradable film*. Karakteristik *biodegradable film* dititikberatkan pada ketahanan terhadap air (*water adsorption*), dengan masih memperhatikan sifat-sifat yang lain. Dengan demikian, *biodegradable film* yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan sebagai pengganti plastik konvensional.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang. Metode yang digunakan dalam pembuatan *biodegradable film* adalah metode *solution casting*, di mana *biodegradable film* didapat dengan melarutkan polimer dan bahan baku lainnya dengan pelarut yang sesuai dan setelahnya baru dicampurkan. Bahan utama dalam penelitian ini adalah kulit pisang kepok, CMC (*carboxy methyl cellulose*), gliserol, NaOH, aquades dan asam sitrat. *Filler* bahan alam yang digunakan diperoleh dari serbuk gergaji sengon, ampas tebu, dan kertas kraft untuk kategori *paper pulp*. Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya batang pengaduk, *beaker glass*, blender, cetakan kaca, desikator, gelas ukur, *hot plate*, kaca arloji, kain saring, *magnetic stirrer*, pengayak dan termometer. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan 3 faktor dan 4 level untuk masing-masing faktornya. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini disajikan di Tabel 1.

Tabel 1. Variasi percobaan dan pengkodean sampel dalam penelitian

Jenis <i>filler</i> alam	Kadar <i>filler</i> [% (b/b)]			
	1	2	3	4
Tanpa <i>filler</i>	No <i>fill</i>			
<i>Paper pulp</i>	PP ₁	PP ₂	PP ₃	PP ₄
Ampas tebu	TB ₁	TB ₂	TB ₃	TB ₄
Serbuk kayu sengon	KS ₁	KS ₂	KS ₃	KS ₄

2.2. Ekstraksi Pati dari Kulit Pisang

Ekstraksi pati dari kulit pisang dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: (1) pencacahan kulit pisang yang sudah dibersihkan, (2) perendaman cacahan kulit pisang kepok dengan asam sitrat 2000 ppm selama 10 menit- (3) filtrasi hasil rendaman, (4) dekantasi filtrat yang dihasilkan selama 24 - 48 jam, (5) pengeringan endapan pati dalam oven bersuhu 60°C selama 3 jam, (6) pemisahan endapan pati kulit pisang yang sudah kering untuk mendapatkan partikel yang lebih halus dan seragam menggunakan ayakan.

2.3. Pembuatan *Biodegradable film*

Biodegradable film dibuat dengan tahapan berikut: (1) pelarutan CMC 0,18 gram dalam 100 ml aquades disertai dengan pemanasan, (2) pelarutan pati 12,5 gram dalam 250 ml aquades disertai pemanasan hingga suhu 80-90°C, (3) penambahan larutan CMC ke dalam larutan pati, setelah larutan pati tergelatinisasi (proses ini dilakukan di atas *hot plate* selama 10-15 menit pada suhu 80-90°C), (4) penambahan 3,6 gram gliserol pada campuran sebagai plasticizer, (5) penambahan *filler* berupa bahan alam sesuai dengan variabel, (seperti terlihat pada Tabel 1) disertai dengan pemanasan dan pengadukan, (6) pencetakan campuran dan dilanjutkan pengeringan di dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam hingga kering merata.

2.4. Pembuatan *filler*

Bahan alam yang digunakan sebagai *filler* berupa ampas tebu dan serbuk kayu sengon. Kedua bahan *filler* dicuci menggunakan air bersih dan dicacah. Cacahan ampas tebu dan serbuk kayu sengon direndam dengan NaOH konsentrasi 0,5 M selama 24 jam. Campuran *filler* dengan larutan NaOH kemudian dihancurkan dengan blender dan disaring Filtrat yang dihasilkan ditambahkan ke dalam campuran yang dihasilkan pada tahap 2.3 di atas. Sedangkan *filler paper pulp* diperoleh dari kertas *kraft* yang dihancurkan dan diblender dengan air hingga membentuk bubur kertas. Campuran bubur kerta dihancurkan dengan blender dan disaring untuk mendapatkan filtratnya. Filtrat tersebut yang digunakan sebagai *filler*.

2.5. Uji Serapan Air (*Water absorption Test*)

Uji serapan air dilakukan dengan tahapan berikut : (1) sampel *biodegradable film* dipotong berukuran 3 cm x 3 cm, (2) sampel dikeringkan dalam oven dan dimasukkan desikator sampai beratnya konstan, (3) berat awal sampel yang sudah konstan dicatat sebagai W_0 , (4) sampel direndam dalam *beaker glass* yang berisi air 500 ml selama 10 menit. Setelah itu, sampel diambil dan diseka dengan menggunakan tisu. Sampel tersebut kemudian ditimbang. Berat sampel setelah perendaman ini dicatat sebagai W . Nilai serapan air diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ serapan air} = \frac{W - W_0}{W_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

2.6. Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan dengan tahapan berikut: (1) sampel *biodegradable film* dipotong dengan ukuran 2 cm x 2 cm, (2) sampel ditimbang hingga beratnya konstan dan dicatat sebagai W_0 , (3) sampel ditanam di dalam tanah selama 7 hari, (4) sampel diambil dan dibersihkan dari sisa tanah yang menempel, (5) Sampel ditimbang dan beratnya dicatat sebagai W . Nilai Biodegradasi diperoleh dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ degradasi} = \frac{W - W_0}{W_0} \cdot 100\% \quad \% \text{ degradasi} = \frac{w - w_0}{w_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

2.7. Uji Kuat Tarik (Tensile Strength Test)

Uji kuat tarik dilakukan dengan tahapan sebagai berikut : (1) sampel *biodegradable film* dipotong dengan ukuran 1 cm x 6 cm, (2) sampel diukur Panjang, dicari luas permukaannya dan dicatat sebagai A (3) sampel diletakkan di alat *Testing machine ZP-50N* akan dilakukan tes uji kuat tarik (4) sampel akhir ditemukan diberikan gaya tarik nilai F maks . Nilai uji kuat tarik diperoleh dengan persamaan berikut:

$$S = \frac{F_{maks}}{A} \quad (3)$$

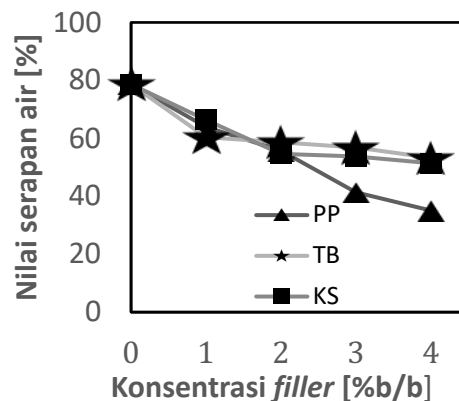
2.8 Uji Elongasi

Uji elongasi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: (1) sampel *biodegradable film* dipotong dengan ukuran 1 cm x 6 cm, panjang awal sampel dicatatkan sebagai L₀ , (3) sampel diletakkan di alat *Testing machine ZP-50N*, bersamaan dengan uji *tensile strength* (4) panjang akhir sampel setelah *treatment* dicatat sebagai L. Nilai elongasi diperoleh dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ Elongasi} = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penambahan bahan alam pada *biodegradable film* bertujuan untuk mengurangi sifat hidrofilik dari pati, karena karakteristik selulosa yang tidak larut dalam air. Selulosa memiliki ikatan hidrogen yang kuat, apabila ditinjau dari struktur kimianya, sehingga sulit untuk bergabung dengan air.

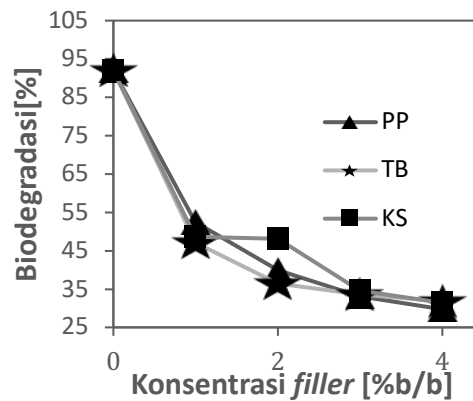


Gambar 1. Pengaruh jenis dan jumlah *filler* terhadap nilai serapan air.

Peningkatan kualitas pada produk *biodegradable film* dalam hal nilai serapan air dapat diperoleh dengan penambahan sejumlah kecil serat. Hasil uji nilai serapan air untuk sampel *biodegradable film* dari kulit pisang kepok disajikan di Gambar 1. Gambar tersebut menunjukkan bahwa *biodegradable film* dari pati kulit pisang kepok yang memiliki nilai serapan air terendah adalah

pada sampel yang tidak menggunakan *filler* (dengan label *no filler*). *Biodegradable film* dengan nilai serapan air terbaik adalah *biodegradable film* PP4 yang menggunakan *filler paper pulp*. Nilai serapan air untuk sampel tersebut sebesar 35,0621%. Kombinasi antara selulosa dan pati mampu meningkatkan ketahanan *biodegradable film* air. Hal ini ditunjukkan dengan nilai serapan air yang semakin rendah. Kondisi ini terjadi karena selulosa yang terdapat dalam pati pisang kepok bersifat *hidrofilik* yang tidak bergabung dengan air [5].

Secara keseluruhan *biodegradable film* yang dihasilkan dalam penelitian ini masih belum bisa menggantikan plastik komersial yang telah beredar di pasaran dikarenakan nilai serapan air masih terlalu besar.

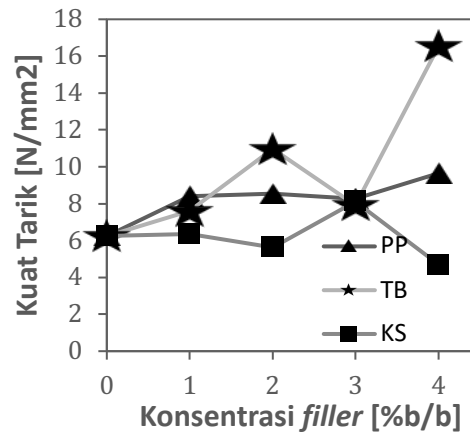


Gambar 2. Pengaruh jenis dan jumlah *filler* terhadap kemampuan biodegradasi.

Gambar 2 menunjukkan bahwa kemampuan bio-degradasi *biodegradable film* menurun dengan bertambahnya konsentrasi *filler*. Penurunan nilai kemampuan bio-degradasi menunjukkan bahwa sampel tidak mudah terdegradasi dalam tanah, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama untuk sampel dapat terdegradasi sempurna. *filler* yang menjadi ruang kosong mengisi ruang tersebut sehingga mikroorganisme tidak tumbuh di dalamnya sehingga *biodegradable film* lebih tahan terhadap biodegradasi.

Apabila dikaitkan dengan hasil uji serapan air, parameter kemampuan bio-degradasi berbanding lurus dengan uji serapan air. Semakin kecil nilai serapan air maka semakin kecil pula kemampuan degradasi *biodegradable film*. Hal ini dikarenakan *biodegradable film* dengan nilai serapan air tinggi menunjukkan bahwa *biodegradable film* tersebut mudah menyerap air. Apabila sampel mudah menyerap air maka mikroorganisme di dalam maupun di permukaan sampel *biodegradable film* akan tumbuh lebih cepat. Kondisi *biodegradable film* yang menyerap banyak air sangat sesuai untuk tempat pertumbuhan mikroorganisme. Mikroorganisme mendapatkan media pertumbuhan yang sesuai dan nutrisi yang cukup sehingga mendukung berkembangnya mikroorganisme. Oleh karena itu, semakin banyak mikroorganisme yang tumbuh di *biodegradable film* maka akan mempercepat proses degradasi, yang ditunjukkan dengan nilai kemampuan degradasi yang semakin besar.

Berkurangnya air dalam *biodegradable film* yang tertanam di tanah menjadikan *biodegradable film* lebih tahan terhadap serangan mikroorganisme pengurai yang terkandung di dalam tanah. *Filler* yang ditambahkan ke dalam sampel akan mengisi ruang kosong yang berada dalam *biodegradable film*, sehingga tidak terjadi rongga air maupun udara tempat organisme tumbuh. Dengan demikian, peningkatan jumlah *filler* akan menghasilkan *biodegradable film* dengan kemampuan bio-degradasi yang semakin kecil atau dengan kata lain *biodegradable film* tidak mudah terurai [10].

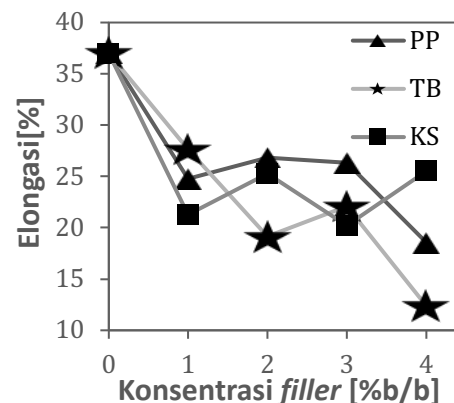


Gambar 3. Pengaruh jenis dan jumlah *filler* terhadap kuat tarik.

Gambar 3 menunjukkan nilai kuat tarik sampel *biodegradable film* dengan berbagai konsentrasi *filler*. Secara umum, *filler* yang digunakan dapat meningkatkan nilai kuat tarik. Peningkatan nilai kuat tarik tersebut dikarenakan semua *filler* yang digunakan dalam penelitian ini mengandung selulosa. Selulosa diketahui memiliki gugus hidroksil (OH) dan karboksil (COOH) yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil (O-H) dari pati. Ikatan tersebut mengakibatkan kekuatan material menjadi semakin meningkat [10].

Akan tetapi, penambahan *paper pulp* yang terlalu banyak akan menurunkan kuat tarik *biodegradable film*. Hal ini disebabkan apabila kadar selulosa yang ditambahkan semakin banyak maka menyebabkan *biodegradable film* semakin tidak homogen. Kadar selulosa yang semakin banyak maka akan memperkecil ikatan antara pati, selulosa, dan gliserol sehingga akan mempengaruhi kekuatan tarik *Biodegradable film* [11].

Secara keseluruhan, apabila dilihat dari nilai kuat tarik, *biodegradable film* yang dihasilkan pada penelitian ini belum bisa menggantikan plastik konvensional yang memiliki kuat tarik sebesar 24,5 N/mm² [12]. Kuat tarik terbesar yang dimiliki oleh *biodegradable film* dalam penelitian ini hanya 16,54 N/mm².



Gambar 4. Pengaruh jenis dan jumlah *filler* terhadap Elongasi.

Gambar 4 menunjukkan nilai persen elongasi pada berbagai konsentrasi dan jenis *filler*. Nilai persen elongasi pada *biodegradable film* menunjukkan elastisitas sampel. Nilai persen pemanjangan yang tinggi menunjukkan sampel yang bersifat semakin plastis, sebaliknya

apabila nilai persen elongasi semakin rendah maka sampel bersifat semakin rapuh. Persentase penambahan *filler* dalam penelitian ini tidak berpengaruh terhadap nilai elongasi yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena jumlah *filler* yang ditambahkan hanya berkisar 1-4% dari berat pati. Perbandingan penggunaan kitosan atau *filler* dalam pembuatan *biodegradable film* dengan penelitian oleh peneliti lain sangat jauh berbeda. Penggunaan bubuk kitosan, sebagai *filler*, sebanyak 10% dari total larutan telah dapat elongasi 2,778 % nilai elongasi dari sampel *biodegradable film*. Hal ini terjadi karena kitosan lebih memiliki sifat hidrofobik apabila dibandingkan dengan selulosa [13].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian tentang pembuatan *biodegradable film* dari pati kulit pisang kepok, dengan penambahan *filler* serbuk kayu sengon, ampas tebu, dan *paper pulp* telah dilakukan. Kesimpulan yang dapat diambil adalah (1) *biodegradable film* dengan penambahan *filler paper pulp* memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan *filler* lain dan (2) penambahan jumlah *filler* pada *biodegradable film* dapat memperkecil nilai serapan air. Penurunan nilai serapan air ini disertai dengan penurunan kemampuan biodegradasi dan nilai elongasi. Nilai kuat tarik dapat dikatakan bertambah seiring dengan penambahan jumlah *filler*, akan tetapi nilainya masih rendah. Sampel *biodegradable film* terbaik adalah sampel dengan *filler paper pulp* 4% [PP4]. Sampel *biodegradable film* ini memiliki karakteristik sebagai berikut: (1) kuat tarik sebesar 9,65 N/mm², (2) daya serap air sebesar 35,05 %, (3) kemampuan biodegradasi sebesar 29,73%, (4) elongasi sebesar 18,55% dan (5) mengalami bio-degradasi 90% dalam waktu 180 hari.

Saran dalam penelitian ini Perlu adanya studi lanjutan mengenai Variasi jumlah *filler* yang dapat meningkatkan kualitas *biodegradable film* dengan formulasi pati, jumlah *plasticizer*, dan jumlah pelarut yang sama. Pemilihan *filler* dan *plasticizer* yang lebih hidrofob agar kualitas *biodegradable film* semakin baik

REFERENSI

- [1] Yuniarti, L.I., G.S. Hutomo, dan A. Rahim "Sintesis dan karakterisasi bioplastik berbasis pati sagu (*Metroxylon sp*)". e-J. Agrotekbis 2(1): 3846, 2014.
- [2] Monica, "Potensi Kulit Pisang Kepok Kuning Sebagai Bahan Tambahan Dalam Pembuatan Es Krim," in Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2018.
- [3] E.Ningsih, E.Dewi ,L.Kalsum,"Karakteristik Dari Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) dengan Penambahan Kasein" seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri Institut Teknologi Nasional Malang , 2019.
- [4] Halimatuddahlia, "Daya Serap Air dan Kandungan Serta (Fiber Content) Komposit Poliester Tidak Jenuh (Unsaturated Polyester) Berpengisi Serat Tandan kosong Sawit dan Selulosa, Vol. 2 No. 3 ,Jurnal Teknik Kimia USU, 2013.
- [5] E. d. G. A. Indah, Peningkatan Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata balbisiana colla*,)", Jurnal Bahan Alam Terbarukan 5(1) Hal22-28 , 2016
- [6] M.Samsuri, "Pemanfaatan selulosa bagas untuk produksi etanol melalui sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan enzim xilanase," Makara Teknologi, vol. 11, no. 1, pp. 17-24, 2017.

- [7] Hardjono, P.Hermien, Dita A.P,& Vivi A.S. "Pengaruh Penambahan Asam Sitrat Terhadap Karakteristik Film Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata* Balbisia Colla)". Jurnal Bahan Alam Terbarukan 5(1) Hal22-28 , 2016.
- [8] R Rosydah P dan Nuri S , "Peningkatan Mutu Biodegradable Film dari Pati Biji Buah Durian (*Durio zibethinus*) Biji Buah Alpukat (*Persea americana*), dan Biji Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan Penambahan Paper Pulp", Tugas Akhir ,Malang: Politeknik Negeri Malang, 2017.
- [9] Prida N.T, "Ekstraksi Selulosa Dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon Melalui Proses Delignikasi Alkali Ultrasonik", Jurnal Sains dan Material Indonesia Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Vol 19, Hal 113-119, 2018.
- [10] Y.Darni,dan H.Utami" Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorgum" Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Vol. 7, No. 4, hal. 88-93, 2010.
- [11] Ismiati dan H.W.Sulityo" Pengaruh Formulasi Pati Singkong Selulosa Terhadap Sifat Mekanik Dan Hidrofobitas Pada Pembuatan Bioplastik" Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta jurnal KONVERSI Vol. 1 ,hal 23-30 .2012
- [12] A.Fetty,"Aplikasi *Plastilizer* Gliserol Pada Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Biji Nangka"Skripsi,Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [13] Utomo, A. W., B. D. Argo, dan M. B. Hermanto. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable dari Komposit pati Lidah Buaya(*Aloe Vera*) Kitosan, Jurnal Bioproses komoditas Tropis Vol. 1 No. 1,hal 73-79 ,2013.