STUDI SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR JAGUNG MANIS DENGAN DENGAN PEMALSTIS SORBITOL DAN PENGUAT ZINK OKSIDA

Muhammad Ghufron[1], Lailatin Nuriyah[2],Lita Prastika[3],Rani Fitri Kusuma Wardhani[4], Ananda Ria Safitri[5]
Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Brawijaya[1,2,3,4,5]
mghufron@ub.ac.id[1]

Abstrak. Jagung manis diketahui memiliki komponen karbohidrat sekitar 70% sehingga bisa digunakan sebagai bahan pembuatan bioplastik terutama jagung manis yang sudah tidak layak konsumsi karena mengalami degradasi akibat lama dipasaran dan tidak terjual. Pada penelitian ini akan dibahas tentang pembuatan bioplastik berbahan dasar jagung manis dengan campuran *plasticizer* sorbitol dan penguat ZnO dengan metode *melt intercalation*. Adapun variasi yang digunakan adalah umur jagung manis dari 0 hari pasca pemetikan hingga 20 hari dengan jeda 2 hari. Sepuluh sampel yang dihasilkan kemudian dilakukan uji mekanik, *swelling* dan ketahanan lingkungan. Berdasarkan hasil uji mekanik sampel memiliki nilai kuat tarik 3,29–11,60 MPa dengan nilai elongasi 3,57-13,69 %. Namun seiring dengan penyimpanan bioplastik pada pengujian ketahanan lingkungan diperoleh fakta bahwa semua sampel mengalami kenaikan nilai kuat tarik pada penyimpanan sampel hingga 28 hari. Kenaikan tertinggi diperoleh pada sampel dengan penyimpanan selama 21 hari dengan kenaikan 42-122 %, sedangkan perubahan massa sampel tertinggi hanya 5% dengan tidak ada tanda-tanda adanya jamur pada sampel hingga hari ke 28. Hal ini diakibatkan oleh adanya ZnO pada sampel selain berperan sebagai penguat juga memiliki kemampuan tahan terhadap mikroorganisme karena ZnO tergolong bahan keramik. Nilai elongasi mengalami sedikit penurunan pada penyimpanan hingga 28 hari pada angka 0,8-39 %. Uji *swelling* menunjukkan bahwa sampel mampu menyerap air sebesar 9,82-19,56% yang membuat sampel mengalami degradasi baik dari segi bentuk maupun sifat mekaniknya secara umum.

Kata Kunci: Bioplastik, Jagung manis, *Melt Intercalation*, *Swelling*, Kuat Tarik.

PENDAHULUAN

Permasalahan sampah plastik menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia, kebutuhan akan plastik semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Berdasarkan data Kementrian Lingkungan Hidup (KLH) setiap harinya Indonesia menghasilkan 28,4 ribu ton sampah plastik. Data Bank Dunia tahun 2014 mengatakan jumlah timbunan sampah perhari diperkirakan 64 juta ton per hari (Hendroyono, 2015). Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi permasalah sampah seperti dilakukan proses daur ulang, penggunaan plastik terbiodegradasi atau disebut bioplastik dan pengolahan sampah plastik dengan teknologi tepat guna. Ketika dibuang ke tanah, bioplastik tersebut akan terurai oleh aktivitas mikroorganisme dengan hasil akhir dari dekomposisi adalah senyawa asalnya, yaitu air dan karbon dioksida. Bioplastik dapat diproduksi dari bahan dasar seperti mikrobiota, minyak nabati dan pati. Bioplastik berbahan dasar pati banyak digunakan sebagai bahan dasar karena kemudahan memperolehnya, harga yang murah dan mudah dibuat serta jumlahnya yang melimpah.

Jagung manis tanpa kelobot akan mengalami penurunan kadar gula menjadi pati sehingga rasa manis berkurang. Perlakuan penyimpanan jagung manis yang benar dapat meningkatkan kandugan pati dalam biji jagung manis(Halid dkk, 2015) yang justru akan menjadi bahan yang baik sebagai material dasar bioplastik. Sementara itu, jagung manis yang tidak terjual dalam 4 hari hanya akan menjadi sampah di pasaran sehingga dirasakan perlu untuk mengubah sampah ini menjadi produk lain yang lebih berguna.Berdasarkan penelitian Khatir dan Puri (2015), penyimpanan jagung manis pada suhu ruang (28°C), dapat bertahan selama 4 hari. Dimana pada

hari kelima, jagung manis sudah tidak layak konsumsi dikarenakan mengalami penurunan kadar gula hingga 45%. Menurut Sedani (2014) penyimpanan jagung manis pada suhu 26-30°C dalam wadah tertutup dapat mempertahankan kandungan protein sehingga tetap stabil bahkan mengalami peningkatan. Menurut Aini, dkk (2016), peningkatan kadar protein selama penyimpanan jagung manis diakibatkan adanya proses fermentasi yang mampu merubah substrat yakni pati dengan menghasilka asam laktat dalam jumlah yang banyak. Nilai pH lingkungan akan turun dengan adanya asam laktat sehingga dengan kondisi tersebutkadar protein jagung meningkat karena protein akan terhidrolisis menjadi asam amino.

Bioplastik yang berasal dari jagung manis telah dibuat sebelumnya oleh Safitri (2017)dengan hasil kuat tarik 4,3-6,7 MPanamun kelemahannya adalah sangat mudah rusak karena ditemukan adanya mikroba dalam 12 hari, daya serap air yang tinggi yakni 60-98% dan belum adanya uji mekanik selama proses penyimpanan (uji ketahanan lingkungan). Sementara itu, Kusumawardhani (2017) berhasil meningkatkan kuat tarik sampel bioplastik berbahan dasar pati ubi kayu dengan memberikan sejumlah konsentrasi ZnO pada proses pembuatannya. Penambahan ZnO tidak hanya meningkatkan kuat tarik namun juga mampu menurunkan elongasi dan meningkatkan modulus Young bioplastik. Selain itu, ZnO juga berhasil menurunkan daya serap bioplastik terhadap air dan menjaga sampel dari tumbuhnya mikroorganisme secara cepat. Hal ini juga dikuatkan oleh pernyataan Wang (Wang *et., all.*, 2007) bahwa ZnO merupakan bahan keramik yang mampu memiliki peranana sebagai penguat dan bersifat antimikroba. Penggunan sorbitol sebagai pemlastis lebih baik dari penggunaan gliserol. Hal tersebut dikarenakan kelarutan sorbitol pada air lebih rendah dari gliserol, sehingga dapat mengatasi film dari polisakarida yang bersifat hidrofilik (Prasetyo, 2016).

Pada penelitian ini akan dilaporkan pembuatan bioplastik dengan bahan dasarjagung manis yang tidak layak konsumsi yang kemudian dibandingkan dengan bioplastik jagung manis segar. Sampel dianalisa kemampuan kuat tarik dan elongasinya, begitu juga dengan sifat terhadap lingkungan seperti respon terhadap air dan udara.Sebagai penguat digunakan serbuk ZnO (Zink Oksida) dan sorbitol sebagai pemlastis yang dicampurkan selama proses pembuatannya.

METODE PENELITIAN

Metode *melt intercalation*dipilih sebagai metode pembuatan bioplastik karena memiliki kelebihan mudah dibuat, dilakukan pada suhu yang rendah dan bahan-bahan yang digunakan mudah diperoleh, tidak membutuhkan keadaan lingkungan yang spesifik dan kompatibel dengan industri diantara penggunaan *injection molding*. Teknik ini memungkinkan pelarut menguap saat proses pencetakan pada plat kaca. Pada *melt intercalation*, pendinginan material setelah proses perlakuan panas memungkin bagi material produk memiliki sifat yang lebih kuat (Alexandre dkk, 2000).Metode pembuatan film bioplastik dengan teknikberdasarkan prinsip termodinamika larutan dimana larutan stabil pada keadaan awal akan mengalami ketidakstabilan saat *heat treatment* yang kemudian terjadi proses *demixing*(perubahan fasa) dari cair menjadi padat (Coniwanti dkk., 2014).

Pembuatan Pati Jagung Manis

Jagung manis dilakukan penyimpanan terlebih dahulu pada wadah tertutup. Penyimpanan dilakukan hingga 20 hari dengan jeda penyipanan 2 hari. Kemudian jagung manis hasil penyimpanan dicuci bersih dan dipisahkan dari tongkolnya. Selanjutnya biji jagung manis dilakukan pencampuran dengan air sebesar 2:1 dan dilakukan penyaringan dengan saringan nylon berukuran 150 mesh (169 mikrometer). Hasil penyaringan kemudian dilakukan pengendapan selama 24 jam. Setelah 24 jam, maka akan terlihat endapan pati. Kemudian dilakukan dekantasi terhadap air yang berada diatas endapan. Dan dilakukan penambahan air pada endapan tersebut serta dilakukan pengadukan. Selanjutnya dilakukan pengendapan kembali selama 24 jam. Proses dekantasi tersebut dilakukan sebanyak tiga kali. Pada dekantasi yang ketiga, akan didapatkan endapan pati basah. Kemudian endapan pati basah tersebut dioven pada suhu 60ºC selama 5 jam. Selanjutnya pati yang sudah kering dihaluskan menggunakan mortar dan alu. Kemudian dilakukan pengayakan pati dengan ayakan 120 mesh (≤211 mikrometer).

Pembuatan Bioplastik

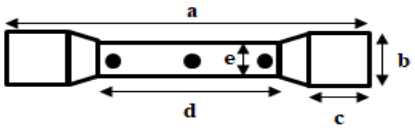
Dilakukan pencampuran bahan seperti pati jagung manis sebanyak 5 gram, sorbitol 3 gram, serta ZnO sebanyak 0,15 gram. Kemudian ditambahkan aquades sebanyak 100 ml dan dilakukan pengadukan dengan menggunakan *ultrasonic cleaner D318H*dengan suhu 60ºC selama 30 menit. Selanjutnya larutan diaduk dengan *heat magnetic stirrer Cole Parmer 800-323-4340*selama kurang lebih 5 menit dan kemudian dipanaskan dengan menggunakan *heat magnetic stirrer* pada kurun waktu kurang lebih 30 menit atau hingga mencapai suhu gelatinasi pati jagung manis yakni pada suhu 75ºC. Jika suhu yang digunakan melebihi suhu tersebut, maka akan terjadi pecah granula pati. Sehingga campuran harus dijaga pada suhu gelatinasi tersebut. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunkan termometer digital. Setelah larutan homogen dan telah tergelatinasi, selanjutnya dilakukan pencetakan pada kaca akrilik berukuran 20x20 cm^2 yang telah dibersihkan. Film plastik yang telah tercetak dioven pada suhu 60ºC selama 7 jam dan didiamkan pada suhu kamar selama 24 jam agar bioplastik terbentukdan mudah dilepas dari cetakan.

Karakteristik Bioplastik

Karakteristik bioplastik yang diaplikasikan untuk pelapis meliputi karakteristik sifat mekanik (uji tarik dan elongasi), ketahanann bioplastik terhadap air, dan ketahanan bioplastik terhadap lingkungan.

Uji Tarik

Uji Tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari bioplastik. Pengujian sampel bioplastik dilakukan untuk setiap variasi lama penyimpanan jagung manis. Selain itu, sampel bioplastik yang telah mengalami perlakuan terhadap ketahanan lingkungan dan ketahanan air juga akan dilakukan pengujian tarik agar diketahui sifat mekanik bioplastik terhadap ketahanan lingkungan dan ketahanan air. Standar sampel bioplastik yang digunakan mengacu pada standar ASTM D 638-02 seperti pada Gambar 1 berikut:



Keterangan:
a = 6 cm b = 1 cm c = 1 cm d = 3 cm e = 0,5 cm

Gambar 1. Sampel Uji Tarik (ASTM D638-02)

Ketebalan sampel bioplastik diukur dengan*Coating Thickness Gauge* pada tiga titik berbeda seperti pada Gambar 1. Pengukuran ketebalan tersebut dilakukan agar luas penampang sampel dapat diketahui. Setelah dilakukan pengukran ketebalan, sampel dipasang pada alat uji*Strength ZP Recorder Imada 50N*. Setelah sampel terpasang, dicatat batas awal sampel. Kemudian diberikan gaya tarik pada sampel hingga putus. Sehingga didapatkan data seperti batas akhir dan besarnya gaya maksimum. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk mendapat nilai kuat tarik dan elongasi dari hasil uji tarik sampel bioplastik:

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A} \quad (1)$$

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:
σ = Kuat tarik (N/m^2 atau Pa) F_{max} = Gaya maksimum yang diterima (N)
A = Luas penampang (m^2) ε = Elongasi (%)
L = Batas akhir (cm) L_0 = Batas awal (cm)

Uji Ketahanan Lingkungan

Uji ketahanan lingkungan bertujuan agar diketahui pengaruh dari ketahanan bioplastik pada pengaruh lingkungan. Pengujian lingkungan dilakukan selama 28 hari dengan selang waktu 7 hari. Ukuran sampel uji ketahan lingkungan dapat dilihat seperti pada Gambar 1. Dimana setelah bioplastik mengalami uji ketahanan lingkungan selama selang waktu tersebut, kemudian bioplastik dilakukan pengujian tarik sehingga dapat diketahui pengaruh uji ketahanan lingkungan terhadap sifat mekanik bioplastik.

Uji Ketahanan Air

Bioplastik pada uji ini dibentuk seperti pada Gambar 1. kemudian dilakukan penimbangan untuk massa awal sebelum uji (m_o), kemudian dimasukkan kedalam wadah yang telah berisi aquades sebanyak 500 ml pada temperature ruang. Perendaman sampel dilakukan selama 20 menit. Setelah dilakukan perendaman, sampel bioplastik dilakukan pengeringan pada udara terbuka selama 10 menit.. Kemudian dilakukan penimbangan massa setelah dilakukan pengujian (m). Air yang diserap dihitung dengan persamaan berikut:

$$Air\ yang\ diserap\ \% = \frac{m - m_o}{m_o} x100\% \qquad (3)$$

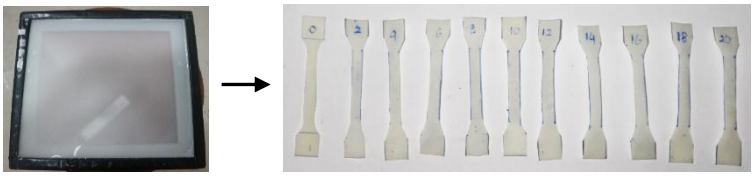
Keterangan: m_o = massa sampel sebelum uji dan m = massa sampel setelah uji.

Setelah dilakukan penimbangan massa dari sampel, kemudian sampel tersebut dilakukan pengujian tarik agar diketahui pengaruh dari uji ketahanan air terhadap sifat mekanik bioplastik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembuatan Bioplastik

Sampel bioplastik yang dihasilkan dari variasi penyimpanan jagung manis dari 0 hari hingga 20 hari tidak memiliki perbedaan berdasarkan pengamatan visual.Kemudian lembaran tersebut dipotong sesuai dengan standar pengujian tarik sampel bioplastik sepert pada Gambar3.

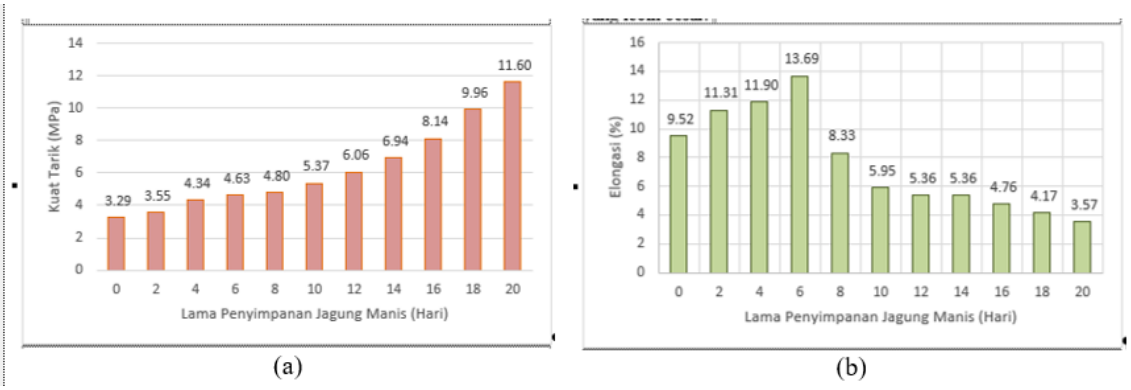


Gambar 2. Sampel Bioplastik

Sifat Mekanik Bioplastik

Gambar 3. Grafik Hasil Perekaman Uji Tarik Sampel Bioplastik

Berdasarkan Gambar 3 deformasi elastis terjadi pada nilai F sebesar 0 hingga 5,4N, dimana daerah linear (elastis) yang terlihat dari grafik terjadi pada nilai F sebesar 0,92N hinga 5,4N (warna kuning). Sedangkan pada gaya sebesar 0N hingga 0,92N (warna biru) didapatkan grafik yang tidak linear. Hal tersebut dapat dikarenakan sampel bioplastik belum mengalami kontraksi (penegangan) atau hanya sebagian saja yang terkontraksi. Sampel bioplastik mulai terkontraksi seluruh bagiannya sejak diberi gaya sebesar 0,92N.



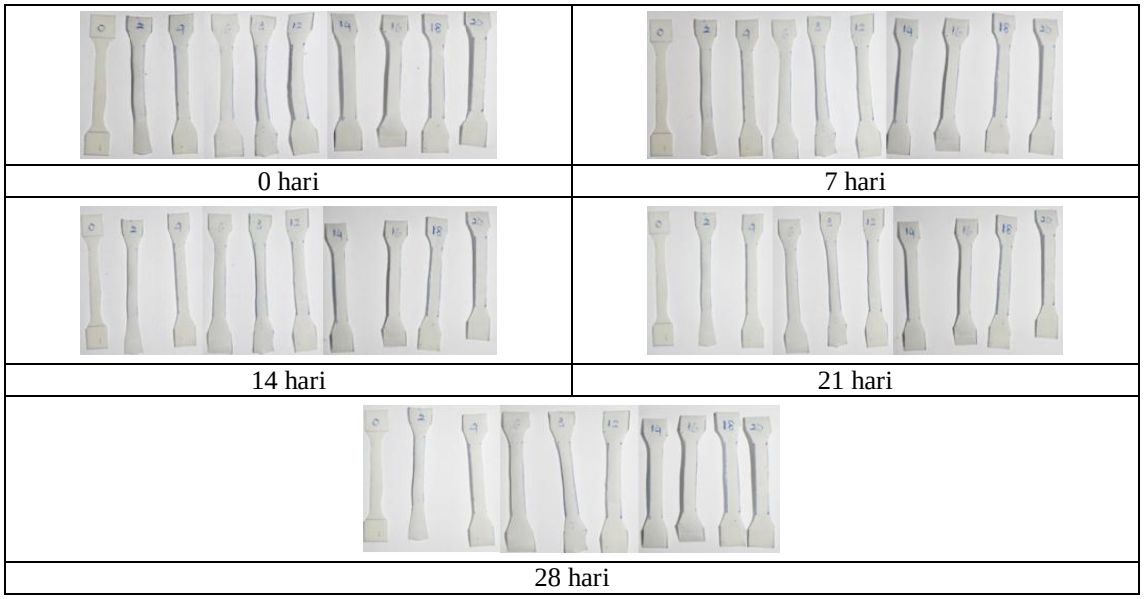
Gambar 4. Grafik Sampel Bioplastik dari Lama Penyimpanan Jagung Manis terhadap (a) Nilai Kuat Tarik (b) Nilai Elongasi

Berdasarkan Gambar 4 (a)dapat diketahui nilai kuat tarik terbesar dihasilkan pada penyimpanan jagung selama 20 hari dengan nilai sebesar 11,60 MPa. Hal tersebut dapat dikarenakan terjadi peningkatan kandungan protein dalam jagung manis selama penyimpanan. Menurut Widaningrum dan Somantri (2010), kadar protein pada penyimpanan jagung manis mengalami kenaikan hingga minggu keempat. Pati dengan penyimpanan jagung selama 20 hari memiliki kadar protein yang lebih tinggi sehingga memberikan nilai kekuatan tarik yang besar. Dimana menurut Estiningtyas 2010, zein yang terkandung dalam pati jagung manis mampumembentuk film yangmengkilap, bersifat *stiffness*, dan tahan terhadap lemak.

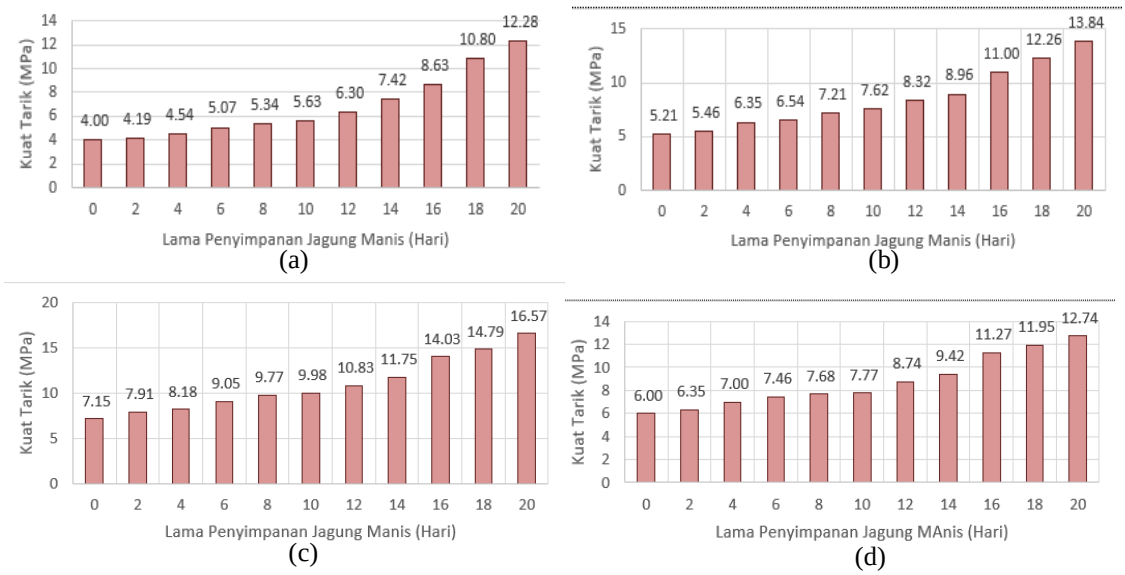
Berdasarkan Gambar 4 (b) diketahui bahwa nilai elongasi bioplastik meningkat pada penyimpanan jagung manis selama 2 hingga 6 hari dengan rentang nilai 11,31% - 13,69%. Namun pada penyimpanan jagung manis selama 8 hingga 20 hari diperoleh nilai elongasi bioplastik yang mengalami penurunan dengan rentang nilai 8,33%-3,57%. Hal tersebut dikarenakan pada penyimpanan jagung manis hingga 6 hari dapat meningkatkan kandungan amilosa dalam biji jagung manis, dimana amilosa ini memberikan sifat higroskopis atau mudah dalam menyerap air. Sehingga mengakibatkan film bioplastik yang lebih elastis. Berdasarkan penelitian Aini, Wijonarko, dan Sustriawan (2016) penyimpanan jagung manis hingga 80 jam dapat meningkatkan kadar amilosa. Dimana kandungan amilosa dapat menyebabkan tingkat pengembangan dan penyerapan air lebih besar. Hal tersebut disebabkan karena amilosa termasuk senyawa polar yang menyebabkan kelarutan pati dalam air menjadi lebih tinggi. Sehingga kadar air yang terkandung didalam boplastik juga tinggi. Dimana peningkatan kadar amilosa tersebut dapat menyebabkan kenaikan nilai elongasi.

Uji Ketahanan Lingkungan

Pengujian lingkungan dilakukan untuk mendapatkan informasi terhadap kemampuan sampel untuk dapat bertahan di udara terbuka. Pada penelitian ini, sampel bioplastik dilakukan penyimpanan pada suhu kamar (26,34 ± 0,08)°C dengan kelembaban sekitar (74,43 ± 0,21)%. Berdasarkan hasil pengamatan secara visual pada sampel, uji lingkungan hingga 28 hari tidak memberikan perubahan warna dan bau pada sampel. Dari hasil pengujian didapatkan informasi mengenai sifat mekanik bioplastik dan perubahan massa yang terjadi.



Gambar 5. Sampel Bioplastik untuk Uji Lingkungan

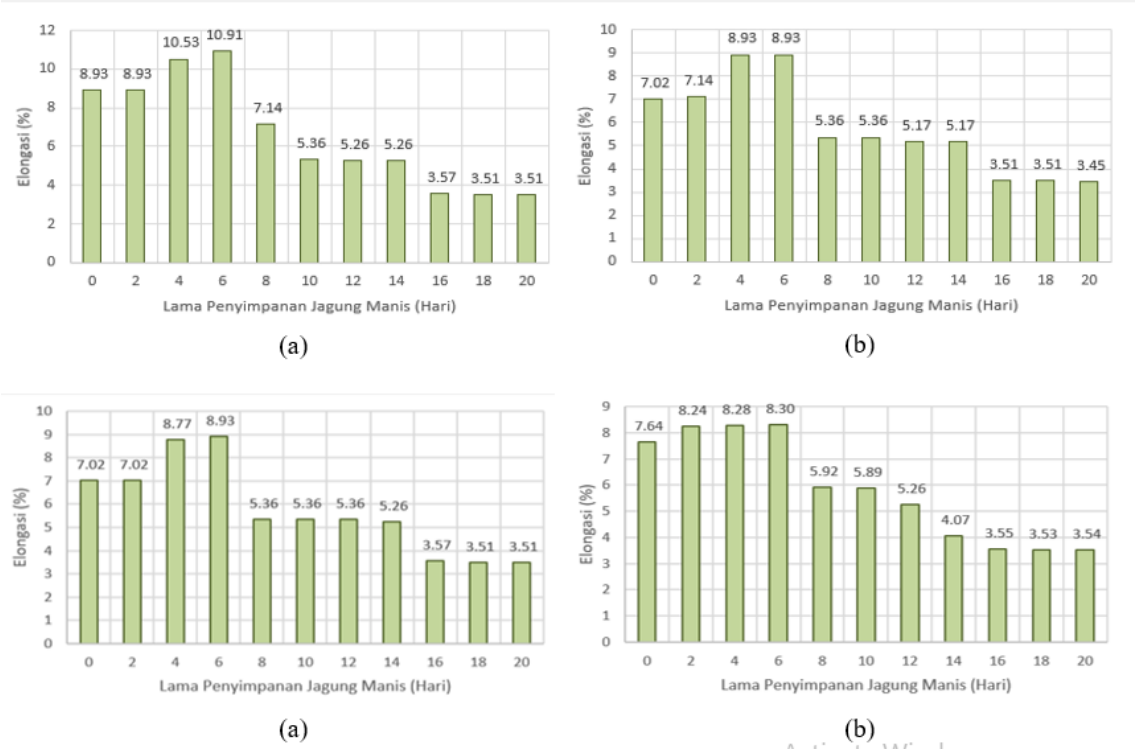


Gambar 6. Grafik Kuat Tarik Sampel Bioplastik berdasarkan Uji Lingkungan (a) 7 hari (b) 14 hari (c) 21 hari dan (d) 28 hari.

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa penyimpanan jagung manis hingga 20 hari dapat meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik. Peningkatan nilai kuat tarik tersebut dapat diakibatkan adanya kandungan protein yang semakin meningkat selama penyimpanan berlangsung. Menurut Widaningrum dan Somantri (2010), kadar protein pada penyimpanan jagung manis mengalami kenaikan hingga minggu keempat. Nilai kuat tarik sampel bioplastik juga mengalami kenaikan seiring dengan lamanya pengujian lingkungan hingga 21 hari. Pengujian lingkungan hari ke-28 memberikan penurunan terhadap nilai kuat tarik jika dibandingkan dengan pengujian hari ke-21. Namun jika dibandingkan dengan sampel bioplastik tanpa pengujian lingkungan, pengujian hingga 28 hari memberikan peningkatan terhadap nilai kuat tarik. Peningkatan nilai kuat tarik akibat pengujian lingkungan dapat disebabkan adanya perubahan kadar air dalam sampel bioplastik yang semakin menurun karena adanya proses penguapan akibat faktor suhu dan kelembaban dimana apabila kelembaban udara tinggi, maka akan mengakibatkan bertambahnya kandungan air dalam sampel bioplastik. Sedangkan semakin

tingginya suhu selama pengujian mengakibatkan adanya penguapan air pada sampel. Dengan berkurangnya kadar air pada sampel, akan mengakibatkan sampel menjadi lebih kaku sehingga nilai kuat tarik meningkat.

Pengujian lingkungan juga memberikan informasi nilai elongasi yang dapat dilihat pada Gambar 7 dimana dapat diketahui bahwa penyimpanan jagung manis hingga 6 hari dapat meningkatkan nilai elongasi bioplastik. Peningkatan nilai elongasi tersebut dapat diakibatkan adanya kandungan amilosa yang semakin meningkat selama penyimpanan berlangsung. Menurut Aini dkk (2016), penyimpanan jagung manis hingga 80 jam dapat meingkatkan kandungan amilosa dalam biji jagung manis. Pengujian lingkungan hingga 28 hari memberi informasi bahwa nilai elongasi mengalami penurunan seiring dengan lamanya pengujian lingkungan. Pengujian lingkungan ari ke-28 memberikan peningkatan terhadap nilai elongasi jika dibandingkan dengan pengujian hari ke-21. Namun jika dibandingkan dengan sampel bioplastik tanpa pengujian lingkungan, pengujian hingga 28 hari memberikan penurunan nilai elongasi. Penurunan nilai elongasi akibat pengujian lingkungan dapat disebabkan adanya perubahan kadar air dalam sampel bioplastik yang semakin menurun karena adanya proses penguapan akibat faktor suhu dan kelembaban. Semakin kaku sampel bioplastik, maka nilai kuat tariknya akan semakin tinggi.



Gambar 7. Grafik Elongasi Sampel Bioplastik berdasarkan Uji Lingkungan (a) 7 hari (b) 14 hari (c) 21 hari (d) 28 hari

Nilai Perubahan Massa Setelah Uji Lingkungan

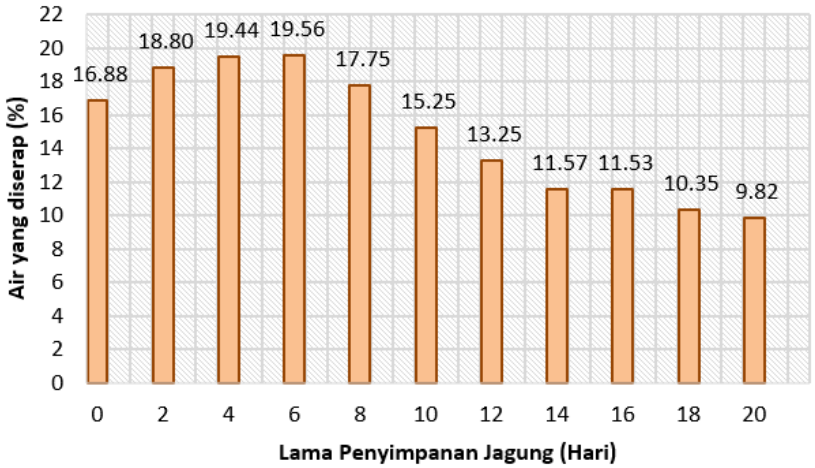
Pengujian lingkungan selama 28 hari terhadap sampel bioplastik memberikan informasi mengenai nilai perubahan massa yang dapat dilihat pada Tabel 1.Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui informasi mengenai perubahan masa yang terjadi pada sampel bioplastik selama pengujian lingkungan hingga 28 hari. Pengujian lingkungan selama 21 hari membeikan nilai perubahan massa yang paling besar. Hal tersebut dapat dikarenakan faktor lingkungan seperti adanya debu atau kotoran dari lingkungan yang menempel pada sampel sehingga memberikan pengaruh terhadap perubahan massa. Selain itu faktor suhu dan kelmbaban juga berpengaruh terhadap perubahan massa yang terjadi pada sampel bioplastik.Dapat diketahui bahwa nilai perubahan massa sampel mengalami peningkatan hingga pengujian 21 hari dan mengalami penurunan pada pengujian ke 28 hari. Peningkatan dan penurunan nilai massa selama pengujian

dapat disebabkan adanya pengaruh dari lingkungan seperti faktor suhu dan kelembaban yang dapat mempengaruhi kadar air sampel bioplastik.

Tabel 1 Nilai perubahan massa dari uji lingkungan

Penyimpan Jagung Manis	Nilai perubahan massa (%) bioplastik selama Uji Lingkungan				
	0 hari	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
0	Tidak terjadi perubahan massa	1,75	3,45	4,69	2,11
2		1,75	3,45	4,69	2,92
4		2,56	3,45	4,84	3,37
6		2,56	3,45	4,84	3,37
8		1,75	3,39	5,08	2,69
10		1,75	3,39	5,08	2,69
12		1,75	3,23	5,17	2,69
14		1,72	3,33	5,08	2,71
16		1,72	3,23	5,17	2,26
18		1,72	3,23	5,08	2,34
20		1,72	3,23	5,08	2,19

Uji Serapan Air (*Swelling Test)*



Gambar 8. Grafik lama penyimpanan jagung manis terhadap serapan air selama 20 menit dari sampel bioplastik

Berdasarkan Gambar 8dapat diketahui bahwa nilai serapan air tertinggi berada pada penyimpanan jagung selama 6 hari, sedangkan nilai serapan air terendah berada pada penyimpanan jagung 20 hari. Sedangkan pada penyimpanan jagung selama 8 hingga 20 hari mengalami penurunan nilai serapan air dari penyimpanan 6 hari. Hal tersebut dapat dikarenakan adanya kandungan protein yang terbentuk selama penyimpanan hingga 20 hari. Dimana protein jagung atau zein ini tidak larut dalam air. Menurut Estiningtyas 2010, zein tidak larut dalam air dikarenakan sebagian besar zein tersusun atas asam amino non polar seperti alanin,prolin danleusin dimana ketika berada dalam air, bagian hidrofobik dari asam-asam amino cenderung untuk berikatan satu sama lain. Sehingga mencegah larutnya protein dalam air. Penyimpanan jagung selama 6 hari memiliki nilai serapan air yang paling tinggi. Sedangkan serapan yang paling rendah dihasilkan oleh penyimpanan 20 hari. Menurut Whistler dan Be Miller (1973) serapan air *(swelling)* dipengaruhi oleh suhu pemanasan pati, lama pemanasan suspensi pati dan kandungan amilosa didalam pati. Dimana kandungan amilosa yang tinggi didalam pati akan mengakibatkan daya serap air yang tinggi pula.

Uji serapan air pada penelitian ini tidak dapat memberikan informasi mengenai sifat mekanik terkait kuat tarik dan elongasi dari bioplastik setelah dilakukan pengujian seraan air. Hal

tersebut dikarenakan, setelah sampel bioplastik mengalami uji serapan air, akan terjadi proses penguapan air dari sampel. Proses penguapan yang terjadi secara berlebihan dapat menghilangkan kadar air dalam sampel. Sehingga sampel bioplastik menjadi rapuh.

PENUTUP

Penyimpanan jagung manis hingga 20 hari dapat meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik hingga 3,5 kali. Sedangkan nilai elongasi mengalami kenaikan pada penyimpanan jagung hingga 6 hari. Penurunan nilai elongasi terjadi pada penyimpanan jagung manis selama 8 hari hingga 20 hari. Pengujian lingkungan hingga 28 hari meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik dengan peningkatan tertinggi berada pada penyimpanan 21 hari. Sedangkan nilai elongasi tertinggi berada pada sampel tanpa pengujian lingkungan, dimana nilai elongasi mengalami penurunan seiring dengan lamanya pengujian lingkungan. Penyimpanan jagung manis hingga 20 hari dapat menurunkan nilai *swelling* hingga 9,82%. Nilai *swelling* tersebut memberi informasi bahwa bioplastik yang dihasilkan memiliki sifat hidrofobik dengan nilai *swelling* dibawah 50%. Distribusi ZnO dan kandungan pada bioplastik pada uji ketahanan lingkungan perlu diketahui untuk bisa menjelaskan dengan lebih baik proses perubahan sifat mekanik pada bioplastik berbahan jagung manis.

DAFTAR RUJUKAN

Aini, N., G. Wijonarko., dan B. Sustriawan. (2016). Sifat Fisik, Kimia, dan Fungsional Tepung Jagung Yang diproses Melalui Fermentasi. *Jurnal Agritech, 36 (2)*. 160-169.

Alexandre, M. and Dubois, P. (2000). Polymer-layered silicate nanocomposites:preparation,properties and uses of anew class of materials.Mater. Sci. Eng28. 1–63

Estiningtyas, H. R. (2010). Aplikasi edible film maizena dengan penambahan ekstrak jahe sebagai antioksidan alami pada coating sosis sapi. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Halid, H., Handry Rawung., dan Ireine A. L. (2015). Kajian Penyimpanan Dingin Terhadap Mutu Jagung Manis (Zea Mays, Saccarata). Manado: *Jurnal Universitas Sam Ratulangi*. *6 (16)*

Hendroyono, B. (2015). *Data Statistik Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2015.* Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Khatir, R. dan M. A. Puri. (2015). Pendugaan Umur Simpan Jagung Manis Berdasarkan Kandungan Total Padatan Terlarut dengan Model Arrhenius. *Jurnal Agritech. 35(2):*200-204.

Kusumawardhani, R. F. (2017). Pengaruh Komposisi Zinc Oxide (ZnO) Terhadap Sifat Mekanik Bioplastik Pati Ubi Kayu dengan Plastisizer Sorbitol dan Gliserol. Malang: *Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.*

Prasetyo, D.J., W. Apriyana., Jatmiko. T. H., Hernawan., Hayati. A. N., Rosyida. V. T., Pranoto. Y., Poeloengasih. C. D. (2016). Physicochemical properties of sugar palm starch film: Effect of concentration and plasticizer type. *Journal of Innovation in Polymer Science and Technology. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 223 012049*.

Safitri, A. R. (2017). Studi Pengaruh Lama Penyimpanan Jagung Manis *(Zea mays L. Saccharata)* Terhadap Sifat Mekanik Bioplastik Terhadap Karakterisasi Bioplastik dengan Pemlastis Sorbitol dan Pengawet Kitosan. Malang: *Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.*

Sedani, N. W., P.K.D. Kencana., I. M. A. A. Wijaya. (2014). Pengaruh Jenis dan Ketebalan Plastik Terhadap Laju Perubahan Konsentrasi O_2 Selama Penyimpanan Jagung Manis (Zea mays var saccharate Sturt). *Jurnal Teknik Pertanian, FTP-Unud*.

Sulaiman, A. H. (1996). Dasar-dasar Biokimia untuk Pertanian. Medan: USU Press.

Wang, Z.L. (2007). Semiconducting and Piezoelectric Oxide Nanostructures Induced by Polar Surface. *Advanced Functional Materials, 14, 943-956*.

Whister, R. L. dan J. N. Be Miller. (1973). *Industrial Gums, Polysaccharides and their derrivaties* (Second Edi). New York: Academic Press.

Widaningrum, Misikiyah, dan Somantri. (2010). Perubahan Sifat Fisiko-Kimia Jagung (Zea mays L.) Pada Penyimpanan dengan Perlakuan Karbondioksida (CO_2). *Jurnal Agritech , 30 (1).* 36-45.

Widowati, S., B.A.S. Santosa dan Suarni. (2005). Mutu Gizi dan Sifat Fungsional Jagung. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Pusat Penelitian Tanaman Pangan. Makassar, 29-30 September 2005*. P343-350.

Wirawan, P. A. dan Ernie. 2012. Pengaruh Plasticizer pada Karakteristik Edible Film dari Pektin. Jurnal Reaktor. 14(1).