

PEMBUATAN PLASTIK *BIODEGRADABLE* DENGAN VARIASI JENIS *FILLER* DAN *PLASTICIZER*

Nada Fadlilah dan Sigit Udjiana

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
nada.fadlilah99@gmail.com ; [sgu.polinema@gmail.com]

ABSTRAK

Sampah plastik masih menjadi masalah yang sukar dipecahkan. Data Badan Pusat Statistik (BPS) 2021 menyebutkan limbah plastik Indonesia mencapai 66 juta ton per tahun, sehingga dibutuhkan pembuatan plastik yang mudah terurai, salah satunya menggunakan biji mangga yang dapat digunakan sebagai materi polimer organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan plastik yang mudah terurai dari beberapa karakteristik berdasarkan standar yang telah ditentukan yaitu SNI 7188.7:2016. Pembuatan plastik menggunakan metode penelitian RAL faktorial (Rancangan Acak Lengkap yang disusun faktorial) menggunakan variasi *plasticizer* sorbitol dan *polyethylene glycols* (PEG) 400 serta kalsium silikat 4%, 6%, 8% dan seng oksida 4%, 6%, 8% sebagai variasi *filler*, kemudian melakukan beberapa pengujian berupa uji biodegradabilitas, *water absorption*, kuat tarik dan elongasi untuk mengetahui karakteristik parameter dari hasil pengolahan bioplastik. Perolehan uji biodegradabilitas terbesar didapatkan oleh sampel A1B1 (sorbitol & kalsium silikat 4%) sebesar 76%, pengujian kuat tarik pada sampel A3B3 (PEG 400 & seng oksida 8%) yaitu 1,6484 MPa, hasil perolehan elongasi terbaik terdapat pada sampel A2B3 (sorbitol & seng oksida 8%) sebesar 8% kemudian persentase nilai *water absorption* yaitu 5% pada sampel A3B1 (PEG 400 30% & seng oksida 4%). Hasil karakterisasi untuk observasi plastik *biodegradable* selain pengujian biodegradabilitas masih belum memenuhi standar kemasan plastik yang mudah terurai.

Kata kunci: *biji mangga, filler, plasticizer dan plastik biodegradable.*

ABSTRACT

Plastic waste is still a difficult problem to solve. Data from the Central Statistics Agency (BPS) in 2021 states that Indonesia's plastic waste reaches 66 million tons per year. so it takes the manufacture of plastic that is easily biodegradable, one of which uses mango seeds which can be used as organic polymer material. This study aims to determine the feasibility of biodegradable plastic from several characteristics based on predetermined standards, namely SNI 7188.7:2016. The manufacture of plastics using the RAL-factorial research method (Completely Randomized Design arranged in factorial) using variations of the plasticizer sorbitol and polyethylene glycols (PEG) 400 as well as calcium silicate 4%, 6%, 8% and zinc oxide 4%, 6%, 8% as filler variations, then carried out several tests in the form of biodegradability, water absorption, tensile strength and elongation tests to determine the parameter characteristics of the bioplastic processing results. The largest biodegradability test was obtained by sample A1B1 (sorbitol & calcium silicate 4%) of 76%, tensile strength test on sample A3B3 (PEG 400 & zinc oxide 8%) which was 1.6484 MPa, the best elongation gain was found in sample A2B3 (sorbitol & zinc oxide 8%) by 8% then the percentage value of water absorption is 5% in sample A3B1 (PEG 400 30% & zinc oxide 4%). The results of the characterization for biodegradable plastic observations in addition to biodegradability testing still do not meet the standards for biodegradable plastic packaging.

Keywords: *biodegradable plastic, filler, mango seeds and plasticizer.*

1. PENDAHULUAN

Sampah plastik masih menjadi masalah yang sukar dipecahkan. Data Badan Pusat Statistik (BPS) 2021 menyebutkan limbah plastik Indonesia mencapai 66 juta ton per tahun. Studi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) di tahun 2018 memperkirakan sekitar 0,26 – 0,59 juta ton plastik ini mengalir ke laut. Indonesia pun dinobatkan sebagai negara penghasil sampah plastik laut terbesar kedua di dunia pada tahun 2018. Terlebih itu, di Indonesia telah terjadi peningkatan impor sampah dari 10.000 ton per bulan pada akhir 2017 menjadi 35,000 ton per bulan tahun 2018. Peningkatan impor sampah plastik dari 124.433 ton tahun 2013 menjadi 283.152 ton tahun 2018. Diperkirakan ada lebih dari 300 kontainer yang sebagian besar mengangkut sampah plastik ke Jawa Timur setiap harinya. Indonesia bersama negara-negara Asia Tenggara lainnya telah menampung 3 persen limbah plastik global yang kebanyakan berasal dari Amerika Serikat. disebabkan oleh kebijakan Cina tahun 2018 untuk menghentikan impor sampah plastik dari sejumlah negara di Eropa dan Amerika. Akibatnya, sampah plastik pun beralih tujuan ke negara-negara ASEAN termasuk Indonesia.

Negara Indonesia juga sangat terkenal dengan sumber daya alam yang melimpah. Indonesia dikenal sebagai salah satu negara penghasil komoditas hortikultura yang cukup penting dengan berbagai macam tanaman, hingga setiap tahunnya terdapat berbagai musim buah. Salah satunya adalah musim buah mangga yang dapat dimanfaatkan sebagai jus, manisan, keripik dan lainnya. Melimpahnya buah mangga belum menemukan titik terang dalam pemanfaatan limbah biji mangga yang sering kali dibuang. Biji mangga memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi meliputi karbohidrat 73,09%, protein 7,39% dan lemak 6,38%, dengan komposisi buah mangga terdiri dari kulit buah dengan bobot berkisar antara 11 – 18%, biji 14 – 22% serta daging buah yang berkisar antara 60 – 75% dari berat buah [1]. Terlihat bahwa kandungan pati dalam biji mangga paling dominan yang dapat membentuk film cukup kuat dengan sifatnya sebagai bahan *edible coating/film*, sehingga biji mangga dapat digunakan untuk materi polimer *biodegradable*. Seiring banyaknya minat masyarakat menyukai buah mangga yang kaya akan manfaat dan gizi, di bawah ini merupakan tabel data produksi buah mangga di Indonesia yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya menurut BPS (2016).

Tabel 1. Data produksi buah mangga lima tahun berturut-turut (2016 – 2020)

Tahun	Mangga (ton)
2016	1.814.550
2017	2.203.791
2018	2.624.791
2019	2.808.939
2020	2.898.588

Sebuah studi terkait penggunaan jenis *plasticizer* oleh Marpongahtun (2013) mengungkapkan bahwa penambahan jenis *plasticizer* berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan mekanik *edible film* bahwa ketebalan, kuat tarik dan laju transmisi uap air *edible film* lebih besar menggunakan *Polyethylene Glycols* (PEG) 400 tetapi persen pemanjangannya lebih kecil bila dibandingkan silitol dan sorbitol [3]. Sedangkan Agustin dan Putra (2019) menyebutkan *plasticizer* PEG 400 lebih baik dari pada PEG 4.000 dan PEG 6.000

[4]. Sedangkan penggunaan sorbitol didasarkan oleh penelitian dari Sitompul dan Zubaidah (2019) [5]. Pada pemilihan jenis *filler* menurut laporan penelitian dari Udjiana, dkk. (2021) menyatakan bahwa kalsium silikat lebih baik digunakan sebagai *filler* dibandingkan dengan kalsium karbonat [6], serta hasil penelitian dari Rafid, dkk. (2021) bahan jenis *filler* seng oksida lebih bagus daripada mikrokristalin selulosa, kenaf dan kalsium karbonat saat digunakan untuk pembuatan plastik [7]. Sehingga pada penelitian ini diharapkan dapat mengetahui variabel terbaik dengan jenis *plasticizer* dan *filler* dari beberapa pilihan terbaik yang telah dilakukan.

Menurut observasi sebelumnya tentang pembuatan plastik *biodegradable*, yaitu biji durian yang digunakan sebagai sumber pati dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Hasil fisik terbaik diperoleh pada variabel penambahan *filler* kalsium karbonat 4%. Hasil uji biodegradasi paling mendekati standard ASTM D6400 diperoleh pada variabel kalsium karbonat 2%. Pada uji *water absorption* hasil terbaik dicapai pada variabel kalsium silikat 8%. Uji tarik hasil terbaik diperoleh pada variabel kalsium silikat 6% [6]. Penelitian lainnya menyatakan untuk pembuatan plastik *biodegradable* dari kulit pisang candi yang berpotensi digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik karena mengandung pati sebesar 28,488%. Mendapatkan hasil pengujian dengan kesimpulan Semakin banyak *filler* kalsium silikat dan clay maka semakin kecil % biodegradasi bioplastik. Semakin banyak jumlah sorbitol yang ditambahkan maka semakin besar % elongasi, % biodegradasi dan % *water absorption* namun semakin kecil % kuat tarik [8]. Kajian pada pengaruh penambahan kitosan terhadap sifat *biodegradable foam* berbahan baku pati menghasilkan bahwa *biodegradable foam* berbahan baku pati sagu dengan kadar kitosan 30% w/w memiliki nilai kuat tarik yang paling tinggi yaitu sebesar 20 MPa serta daya serap *foam* yang menggunakan bahan baku pati sagu lebih rendah dari pada *foam* yang menggunakan bahan baku pati singkong dan pati jagung. *Foam* yang berbahan baku pati singkong lebih mudah terurai dibandingkan dengan sampel yang terbuat dari pati sagu dan jagung [9].

Berdasarkan uraian di atas maka dapat diketahui bahwa perlunya pembuatan plastik dari bahan polimer organik supaya dapat menjaga lingkungan dari limbah plastik yang sulit terurai, melalui kemajuan kimia terkait dengan *revolusi industry* yang semakin banyak usaha melakukan penelitian tentang polimer dari bahan alami, agar mudah terurai dan dapat mengatasi masalah limbah yang ada. *Edible coating* memerlukan bahan tambahan seperti *plasticizer*, antimikroba dan antioksidan. Mengimpasi sifat alami *edible coating* yang bersifat hidrofilik, yaitu resistensi terhadap air termasuk rendah dan rentan terhadap kelembaban, serta sifat penghalang terhadap uap air juga rendah [2]. Serta bertujuan untuk mengetahui kelayakan plastik yang mudah terurai dari beberapa karakteristik berdasarkan standar yang telah ditentukan yaitu SNI 7188.7:2016.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan plastik *biodegradable* dilakukan sebanyak dua belas sampel dengan menggunakan metode RAL. Enam sampel pertama adalah percobaan pada *filler* kalsium silikat dengan konsentrasi 4, 6 dan 8% (b/b) terhadap dua jenis *plasticizer* yaitu sorbitol 60% (b/b) dan PEG 400 30% (b/b). Berikut tabel penamaan tiap sampel yang dilakukan pada jenis *filler* kalsium silikat.

Tabel 2. Penamaan sampel *filler* kalsium silikat

Jenis <i>filler</i> / jenis <i>plasticizer</i>	Kalsium silikat (%)		
	4	6	8
Sorbitol	A1B1	A1B2	A1B3
PEG 400	A2B1	A2B2	A2B3

Sedangkan enam sampel sisanya adalah jenis *filler* seng oksida pada konsentrasi 4, 6 dan 8% (b/b) dengan dua jenis *plasticizer* yaitu sorbitol 60% (b/b) dan PEG 400 30% (b/b) sehingga total terdapat dua belas sampel percobaan. Berikut tabel penamaan tiap sampel yang dilakukan pada jenis *filler* seng oksida.

Tabel 3. Penamaan sampel *filler* seng oksida

Jenis <i>filler</i> / jenis <i>plasticizer</i>	Seng oksida (%)		
	4	6	8
Sorbitol	A3B1	A3B2	A3B3
PEG 400	A4B1	A4B2	A4B3

Biji mangga yang digunakan adalah buah Mangga Manalagi dalam kondisi matang, karena akan didapatkan biji dengan ukuran lebih besar dan kandungan pati lebih meningkat. Tahapan pertama untuk didapatkan hasil analisis di laboratorium adalah biji mangga dihaluskan sebelum diekstraksi, lalu bubuk biji mangga dicampurkan etanol 96% sebagai pelarut untuk direndam selama 24 jam, kemudian setelah didapatkan pati dari biji mangga, 10 gram dari pati dicampurkan dengan bahan berupa *filler* dan *plasticizer* pada konsentrasi masing-masing bahan sesuai yang telah ditentukan, karena *filler* memiliki sifat sukar larut dalam air maka dilarutkan dengan HCl 1% sebanyak 10 ml. Pengadukan bahan berlangsung kisaran 20 menit dengan dikondisikan suhu pada *temperature* 80 – 90°C, kemudian didiamkan hingga suhu menjadi 50°C dan campuran dapat dicetak pada wadah 20 x 20 cm, lalu ditunggu selama 24 jam di dalam oven dengan suhu 50°C. Setelah pengeringan sampel didiamkan di dalam desikator selama 24 jam. Tahap kedua adalah karakterisasi melalui pengujian biodegradabilitas, pengujian *water absorption*, pengujian kuat tarik dan pengujian elongasi. Setelah diperoleh beberapa data dari hasil pengujian akan diketahui untuk variabel pembuatan plastik *biodegradable* yang paling baik digunakan sebagai plastik dengan perbandingan terhadap SNI 7188.7:2016 yang telah ditentukan.

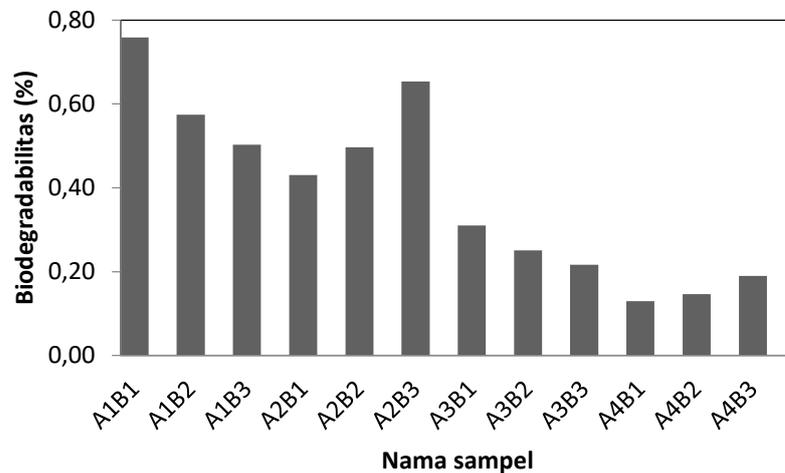
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan untuk mengetahui kelayakan plastik *biodegradable* dengan melakukan pengujian berupa biodegradabilitas, kuat tarik, elongasi dan *water absorption* yang akan dibandingkan dengan SNI 7188.7:2016 yang telah ditentukan.

3.1 Pengujian Biodegradabilitas

Tahap pengujian biodegradabilitas pada sampel plastik dilakukan dengan mengikuti metode Arifa (2021) [10]. Tanah yang digunakan adalah *top soil* berupa tanah lapisan atas dengan kedalaman hingga 30 cm yang memiliki kondisi tanah gembur dan lembab, sehingga kandungan air dalam tanah masih subur serta memiliki berbagai bahan organik

yang dapat membantu proses biodegradasi plastik. Berdasarkan SNI 7188.7:2016 biodegradasi yang harus dicapai adalah mendapatkan nilai penguraian > 60% selama seminggu ditanam, di bawah ini merupakan gambar hasil pengamatan yang telah didapatkan.



Gambar 1. Hasil persentase pengujian biodegradabilitas dari seluruh sampel plastic

Perolehan terbesar didapatkan oleh sampel A1B1 (sorbitol 60% & kalsium silikat 4%) sebesar 76%. Sedangkan perolehan terkecil didapatkan oleh sampel A4B1 (PEG 400 30% & seng oksida 4%) hanya senilai 19%. bioplastik mudah terdegradasi karena bioplastik yang dihasilkan mengandung gugus fungsi hidroksil (O-H), karbonil (C=O) dan karboksil (C-O) ester. Gugus tersebut memiliki sifat hidrofilik sehingga molekul air dapat mengakibatkan mikroorganisme pada lingkungan memasuki matriks plastik tersebut [11]. di bawah ini merupakan gambar hasil pengamatan yang telah didapatkan untuk penanaman sampel sebelum dan sesudah ditanam selama 7 hari.



Gambar 2. Hasil proses pengujian biodegradabilitas sebelum dan sesudah penanaman

Kalsium silikat tidak larut dalam air sehingga partikel kalsium silikat penghambat terserapnya air yang menyebabkan daya absorpsi bioplastik menurun [8], oleh karenanya semakin banyak menggunakan kalsium silikat proses terjadinya biodegradasi semakin menurun terlihat selayaknya tabel yang dicantumkan. Begitupun pada penambahan seng oksida menyebabkan sampel plastik bertambah sulit diurai saat ditanam. Hal ini dikarenakan seng oksida (ZnO) mempunyai sifat hidrofobik dan resistensi tinggi yang membuat uap air sulit untuk lewat, meningkatnya penambahan seng oksida (ZnO) yang digunakan semakin meningkat juga ikatan hidrogen yang terjadi pada bioplastik sehingga molekul air sukar/sulit untuk berikatan [12]. Pengaruh besar penguraian bioplastik terdapat pada penambahan *plasticizer* yang rata-rata bersifat higroskopis sehingga dengan bertambahnya konsentrasi *plasticizer* maka akan meningkatkan sifat higroskopis dan membuat daya serap uap air menjadi semakin tinggi. Diketahui bahwa sorbitol merupakan *plasticizer* yang mempunyai gugus OH, keberadaan gugus OH tersebut bersifat hidrofilik yang mampu mengikat air [13]. Sifat sorbitol yang hidrofilik membuat plastik mudah untuk terurai. Maka dapat dinyatakan pada pengujian biodegradabilitas telah memenuhi standar dengan nilai persentase > 60%.

3.2 Pengujian Kuat Tarik

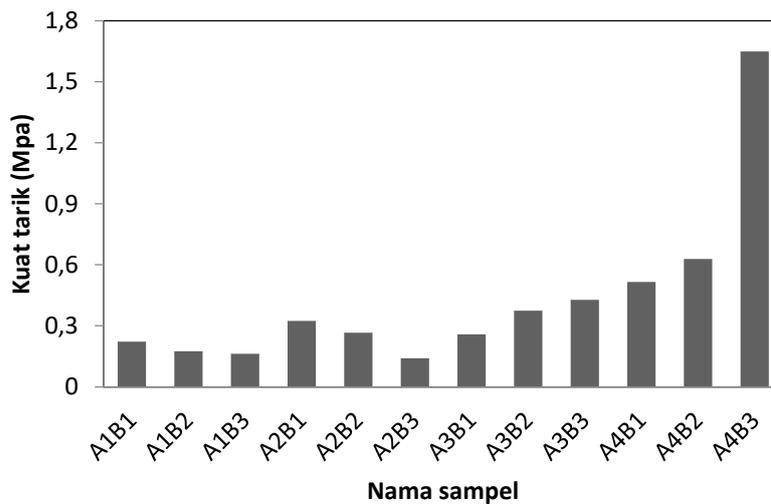
Proses pengujian kuat tarik berdasarkan metode Udjiana, dkk. (2021) [6]. Kekuatan tarik merupakan salah satu sifat mekanik dari bahan. Kekuatan tarik menggambarkan ketegangan maksimum spesimen untuk menahan gaya yang diberikan [14]. Spesimen sampel yang digunakan untuk pengujian kuat tarik dipotong mengikuti ketentuan ASTM D638 M, di bawah ini merupakan gambar sampel pengujian kuat tarik.



Gambar 3. Sampel pengujian kuat tarik

Standar nilai karakteristik kuat tarik bioplastik adalah 24,7 – 302,13 MPa [15], untuk mendapatkan kekuatan material sebagai wadah penyimpanan. Berikut adalah gambar hasil pengujian kuat tarik plastik *biodegradable* yang berbasis pati biji mangga.

Kuat tarik sebagai ukuran besarnya beban atau gaya yang dapat ditahan oleh suatu material sebelum terjadinya kerusakan. Sebuah materi memiliki titik patah apabila telah melampaui batas kekuatan yang dimiliki setelah diberikan gaya tertentu. Hal ini diselaraskan dengan prinsip modulus young yang memiliki titik luluh sebagai bagian proporsional materi masih bisa kembali ke kondisi semula, apabila diberikan tegangan atau regangan. Titik batas merupakan daerah batas sebuah materi atau benda berada di antara titik putus dan titik luluh serta kondisi terakhir titik putus adalah ambang batas benda sudah dalam keadaan terputus dan tidak dapat kembali ke kondisi semula.



Gambar 4. Hasil pengujian kuat tarik dari seluruh sampel plastik

Pada observasi pengujian kuat tarik didapatkan nilai terbesar adalah pada sampel A4B3 (PEG 400 30% & seng oksida 8%) yaitu 1,6484 MPa dan nilai terkecil didapatkan oleh sampel A2B3 (PEG 400 30% & kalsium silikat 8%) yaitu 0,1412 MPa. Besaran nilai pengujian kuat tarik belum memenuhi standar. Ion Zn^{2+} pada penambahan *filler* seng oksida akan menjadi jembatan dan pengganti antarmolekul ikatan hidrogen yang hilang saat ditambahkan pati dan *plasticizer* hingga membentuk ikatan kompleks, membuat kuat tarik bioplastik menjadi lebih kuat [12]. Sebagaimana hasil optimal yang didapatkan terdapat pada penambahan *filler* seng oksida. semakin banyak pengisi (*filler*) maka interaksi antara matrik bioplastik dan pengisi akan semakin kuat, seng oksida (ZnO) mempunyai sifat hidrofobik dan resistensi tinggi yang membuat uap air sulit untuk lewat [12]. Semakin panjang rantai polimer pada sampel menyebabkan pelepasan rantai monomer yang tidak mudah sehingga mempunyai elastisitas yang tinggi, begitu juga dengan penambahan *plasticizer* mampu mengurangi kerapuhan (meningkatkan nilai kuat tarik) dan meningkatkan elastisitas bioplastik, karena ikatan hidrogen antara molekul polimer yang berdekatan sehingga kekuatan tarik menarik antar molekul rantai polimer menjadi bertambah [16].

3.3 Pengujian Elongasi

Perlakuan pengujian elongasi sama dengan pengujian kuat tarik, sampel diuji dalam satu percobaan dengan mendapatkan kriteria elongasi dan kuat tarik bioplastik secara sekaligus. Berikut adalah rumus elongasi:

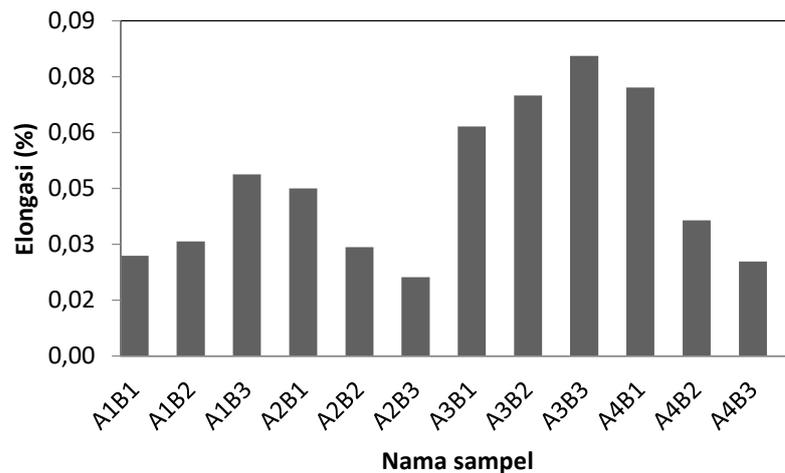
$$\% \text{ elongasi} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

l_1 = panjang akhir (cm)

l_0 = panjang awal (cm)

Di bawah ini merupakan gambar hasil pengamatan yang telah didapatkan.



Gambar 5. Hasil persentase pengujian elongasi dari seluruh sampel plastik

Nilai elongasi merupakan titik elastisitas perpanjangan yang dimiliki oleh suatu material, *plasticizer* memiliki peran penting dalam memberikan elastisitas bahan. *Plasticizer* dapat mengurangi energi aktivasi untuk pergerakan molekul dalam matriks. Semakin berkurangnya pergerakan molekul dapat menyebabkan bertambahnya daya elastis dari *edible film*, sehingga peningkatan konsentrasi sorbitol hingga titik tertentu dapat menaikkan elongasi [17]. Penambahan *plasticizer* sorbitol pada setiap sampel memiliki kenaikan perpanjangan, *plasticizer* berupa sorbitol yang berfungsi untuk menurunkan kerapuhan akibat gaya antar molekul yang tinggi [6]. Sedangkan pada *plasticizer* PEG 400 memiliki penurunan untuk setiap sampel baik pada pencampuran *filler* kalsium silikat maupun seng oksida. Hal ini dikarenakan konsentrasi *plasticizer* berpengaruh terhadap nilai elongasi, semakin tinggi konsentrasi maka elongasi yang didapatkan akan semakin besar, hal yang sama juga dilaporkan oleh Afifah, dkk. (2018) [18]. Dapat dilihat hasil elongasi terbesar pada sampel A3B3 (sorbitol 60% & seng oksida 8%) sebesar 8% dan nilai elongasi terkecil pada sampel A2B3 (PEG 400 30% & kalsium silikat 8%). Untuk karakteristik elongasi yang harus dicapai untuk memenuhi standar sebesar 21 – 220% [15], pada pengujian elongasi untuk bioplastik berbasis pati biji mangga masih belum memenuhi kriteria yang ditentukan.

3.4 Pengujian *Water Absorption*

Proses pengujian *water absorption* bersumber pada penelitian Udjiana, dkk. (2021) dengan ukuran sampel yang digunakan adalah 1,5 cm² [6]. Berikut adalah rumus *water absorption*:

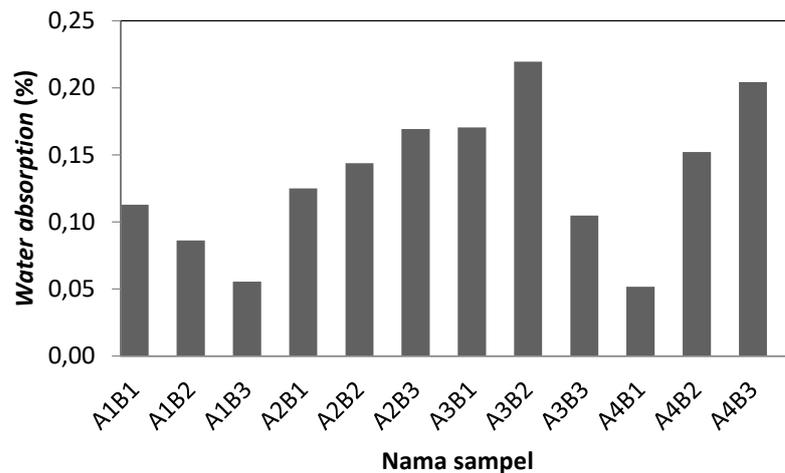
$$\% \text{ water absorption} = \frac{w_1 - w_0}{w_0} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

w1 = berat akhir (g)

w0 = berat awal (g)

Di bawah ini merupakan gambar hasil pengamatan yang telah didapatkan.



Gambar 6. Hasil persentase pengujian *water absorption* dari seluruh sampel plastik

Proses penyerapan air digunakan untuk mengetahui ketahanan material bahan bioplastik terhadap air. Semakin besar nilai persentase maka kemungkinan besar bioplastik semakin tembus air, hal ini membuat sampel bioplastik tidak bagus untuk digunakan sebagai kantong plastik yang pada umumnya digunakan sebagai tempat penyimpanan. Oleh karenanya dibutuhkan nilai semakin kecil untuk memperoleh kualitas yang semakin baik. Berdasarkan standar karakteristik persentase hidrofobisitas adalah 99% sehingga nilai *water absorption* untuk plastik hanya diperbolehkan sebesar 1% [15].

Menurut hasil yang diperoleh persentase terbaik yaitu memiliki nilai 5% terdapat pada sampel A4B1 (PEG 400 30% & seng oksida 4%), sedangkan nilai persentase terburuk yaitu diperoleh hingga 23% pada sampel A3B2 (sorbitol 60% & seng oksida 6%). Sifat hidrofobisitas yang dimiliki oleh *filler* seng oksida menjadikan sampel tidak mudah untuk menyerap air sehingga tingkat penyerapan airnya kecil. Berat molekul juga mempengaruhi besar dan banyak molekul menyerap air sehingga berbentuk padat dan kenyal [19]. Sehingga *filler* seng oksida yang memiliki berat molekul lebih kecil dibandingkan kalsium silikat, menjadikan bahan pengisi yang lebih baik untuk meningkatkan hidrofobisitas pada plastik.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Biji mangga dapat digunakan sebagai bahan baku pati pembuatan plastik *biodegradable*, dengan menggunakan variasi jenis *filler* berupa kalsium silikat dan seng oksida serta variasi jenis *plasticizer* berupa sorbitol dan PEG 400 sebagai bahan pendukungnya. Berdasarkan perbandingan hasil karakteristik terhadap standar bioplastik (SNI 7188.7:2016) terdapat nilai yang masih belum memenuhi syarat, dengan perolehan pengujian kuat tarik tertinggi pada sampel A3B3 (PEG 400 & seng oksida 8%) yaitu 1,6484 MPa dengan standar yang harus dicapai adalah 24,7 – 302,13 MPa, hasil perolehan elongasi terpanjang terdapat pada sampel A2B3 (sorbitol & seng oksida 8%) sebesar 8% dengan syarat kriteria elongasi sebesar 21 – 220%, kemudian persentase nilai *water absorption* terbaik adalah 5% pada sampel A3B1 (PEG 400 30% & seng oksida 4%) dengan persentase hidrofobisitas sebesar 99% sehingga nilai *water absorption* yang diperbolehkan untuk plastik

hanya sebesar 1%, terkecuali pengujian biodegradabilitas yang memenuhi standar dengan pencapaian nilai terdegradasi > 60%, didapatkan nilai terbesar pengujian biodegradabilitas oleh sampel A1B1 (sorbitol & kalsium silikat 4%) sebesar 76%.

Untuk penelitian selanjutnya disarankan pada penggunaan bahan pati, *filler* dan *plasticizer* adalah keseragaman ukuran partikel yang kecil agar mendapatkan hasil pencampuran yang homogen dengan kerataan yang sama serta penggunaan *coating* berupa *beeswax* untuk menghasilkan karakteristik kuat tarik dan *water absorption* plastik yang lebih baik.

Referensi:

- [1] U. Qalsum, A. Wahid, dan M. Diah, "Analisis Kadar Karbohidrat, Lemak dan Protein dari Tepung Biji Mangga (*Mangifera Indica* L) Jenis Gadung," *J. Akad. Kim.*, vol. 4, hal. 168–174, 2015.
- [2] D. K. Das, H. Dutta, dan C. L. Mahanta, "Development of a rice starch-based coating with antioxidant and microbe-barrier properties and study of its effect on tomatoes stored at room temperature," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 50, no. 1, hal. 272–278, 2013.
- [3] C. F. Z. Marpongahtun, "Physical-Mechanical Properties And Microstructure Of Breadfruit Starch Edible Films With Various Plasticizer," *Eksakta*, vol. 13, no. 1–2, hal. 56–62, 2013.
- [4] T. A. Agustin dan A. Putra, "The Effect of Addition of Polyethylene Glycol (PEG) on Biodegradable Plastic Based on Bacterial Cellulose from Coconut Water (*Coconut Nucifera*)," *Int. J. Progress. Sci. Technol.*, vol. 17, no. 2, hal. 50–57, 2019.
- [5] A. J. W. Sagita Sitompul dan E. Zubaidah, "Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Sifat Fisik Edible Film Kolang Kaling (*Arenga pinnata*) The Influence of The Type and Concentration of Plasticizer toward The Physical Characteristic of Edible Film from Palm Fruit (*Arenga pinnata*)," *J. Pangan dan Agroindustr*, vol. 5, no. 1, hal. 13–25, 2017.
- [6] S. S. Udjiana, S. Hadianoro, dan N. I. Azkiya, "Perbandingan Karakteristik Plastik Biodegradable dari Biji Durian menggunakan Filler Kalsium Silikat dan Kalsium Karbonat," *J. Tek. Kim. dan Lingkung.*, vol. 5, no. 1, hal. 22, 2021.
- [7] A. Z. Rafid, H. Ardhyanta, dan M. Pratiwi, "Tinjauan Pengaruh Penambahan Jenis Filler," vol. 10, no. 2, 2021.
- [8] S. S. Udjiana, S. Hadianoro, A. Takwanto, dan A. W. Mustikarini, "Peningkatan Karakteristik Biodegradable Plastics dari Kulit Pisang Candi dengan Penambahan Filler Kalsium Silikat dan Clay," *J. Tek. Kim. dan Lingkung.*, vol. 4, no. 2, hal. 175, 2020.
- [9] N. Hendrawati, Y. I. Lestari, dan P. A. Wulansari, "Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Sifat Biodegradable Foam Berbahan Baku Pati," *J. Rekayasa Kim. Lingkung.*, vol. 12, no. 1, hal. 1–7, 2017.
- [10] A. Shafqat, N. Al-Zaqri, A. Tahir, dan A. Alsalme, "Synthesis and characterization of starch based bioplastics using varying plant-based ingredients, plasticizers and natural fillers," *Saudi J. Biol. Sci.*, vol. 28, no. 3, hal. 1739–1749, 2021.
- [11] F. U. Situmorang, A. Hartiati, dan B. A. Harsojuwono, "Pengaruh Konsentrasi Pati Ubi Talas (*Colocasia Esculenta*) dan Jenis Plasticizer terhadap Karakteristik Bioplastik," *J.*

- Rekayasa Dan Manaj. Agroindustri*, vol. 7, no. 3, hal. 457, 2019.
- [12] W. Saputra, A. Hartiati, dan B. A. Harsojuwono, "Pengaruh Konsentrasi Seng Oksida (ZnO) dan Penambahan Gliserol terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst)," *J. Rekayasa Dan Manaj. Agroindustri*, vol. 7, no. 4, hal. 531, 2019.
- [13] D. N. Riyanto, A. R. Utomo, dan E. Setijawati, "Pengaruh Penambahan Sorbitol Terhadap Karakteristik Fisikokimia Edible Film Berbahan Dasar Pati Gandum," *J. Teknol. Pangan dan Gizi*, vol. 16, no. 1, hal. 14–20, 2017.
- [14] N. S. A. Putra, "Kajian Pemanfaatan Biji Mangga Arum Manis (*Mangifera Indica* L.) sebagai Biosorben untuk Menurunkan Bilangan Peroksida pada Proses Pemurnian CPO (Crude Palm Oil)," *Lap. Skripsi Dep. Tek. Kim. Fak. Tek. Univ. Sumatera Utara*, vol. 1, no. 3, hal. 82–91, 2017.
- [15] I. D. G. A. Wiradipta, "Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Selulosa Dari Tongkol Jagung," *Lap. Skripsi Dep. Fis. Fak. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam*, hal. 90, 2017.
- [16] Nurazizah, S. J. Amraini, dan Bahruddin, "Pengaruh Sorbitol Terhadap Karakteristik Bioplastik Berbasis Pati Sagu-Polivinil Alkohol (PVA) dengan Menambahkan Kitosan Sebagai Filler dan Sorbitol Sebagai Plasticizer," *J. F. Tek.*, vol. 6, hal. 1–8, 2019.
- [17] A. D. Putra, V. S. Johan, dan R. Efendi, "Penambahan Sorbitol sebagai Plasticizer dalam Pembuatan Edible Film Pati Sukun," *Jom Fak. Pertan.*, vol. 4, no. 2, hal. 1–15, 2017.
- [18] N. Afifah, E. Sholichah, dan Indriantim, "Pengaruh Kombinasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film dari Karagenan dan Lilin Lebah," *Biopropal Ind.*, vol. 9, no. 1, hal. 49–60, 2018.
- [19] Maulinda, L. Meriatna, M. Khalil, dan Zulmiardi, "Pengaruh Temperatur Pengeringan dan Konsentrasi Asam Sitrat pada Pembuatan Silika Gel dari Sekam Padi," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 1, no. Mei, hal. 46–57., 2015.