

PEMANFAATAN LIMBAH BIJI DURIAN (*Durio Zibethinus Murr*) SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN PLASTIK *BIODEGRADABLE*

Dian Yunita Sari¹⁾, Reno Fitriyanti¹⁾, Nurlela¹⁾, Agus Wahyudi¹⁾

¹⁾Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang

^{*)}Correspondence email:dianyunitasari18@gmail.com

Abstrak

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang mudah terurai dengan bantuan aktivitas mikroorganisme. Pembuatan plastik *biodegradable* pada penelitian ini menggunakan pati biji durian sebagai bahan baku, CaCO₃ dan tepung tapioka sebagai kitosan dan sorbitol sebagai *plasticizer*. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini memiliki variasi komposisi yang berbeda, pada pati biji durian 5 gram pada semua sampel, pada kitosan CaCO₃ menggunakan variasi massa 2 gr, 2,5 gr, 3 gr, 3,5 gr dan 4 gr, pada kitosan tepung tapioka menggunakan variasi massa 6 gr, 7 gr, 8 gr, 9 gr dan 10 gr sedangkan pada *plasticizer* sorbitol menggunakan variasi volume 25 ml, 35 ml, 45 ml, 55 ml dan 65 ml. Tujuan dari penelitian ini yaitu dapat mengetahui karakteristik dari sifat mekanik kuat tarik, *elongasi*, daya serap air dan biodegradasi dari plastik *biodegradable* yang didapat. Pada masing-masing uji yang dilakukan, didapatkan nilai terbaik yaitu pada nilai kuat tarik sebesar 0,03615 Mpa pada penambahan sorbitol 25 ml, nilai persen pemanjangan sebesar 11,11 % pada penambahan 65 ml sorbitol, nilai daya serap air sebesar 62,79 % pada penambahan 25 ml sorbitol serta nilai biodegradasi sebesar 0,1445 gr/hari pada penambahan sorbitol 35 ml sorbitol. Pada penelitian ini, plastik *biodegradable* dapat terdegradasi sempurna selama 6 hingga 10 hari.

Kata Kunci: Plastik, Plastik *Biodegradable*, Tepung Tapioka, CaCO₃, Sobitol.

PENDAHULUAN

Plastik merupakan polimer yang terdiri dari berbagai ribuan atom yang terhubung bersama dalam suatu rantai, sehingga sifat plastik yang sulit terdegradasi (*non degradable*) dan dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk bisa terurai didalam tanah. Data Statistik Indonesia menunjukkan jenis-jenis sampah plastik menduduki peringkat kedua sebesar sekitar 5,4 juta ton dalam setahun atau 14 persen pada produksi sampah yang dihasilkan.

Plastik *degradable* merupakan plastik yang diproduksi dengan bahan baku yang berasal dari bahan organik yang didalamnya terdapat kandungan pati sehingga dapat terurai oleh mikroorganisme, seperti mikroba dan diharapkan mampu untuk mengurangi penggunaan plastik *non biodegradable*. Pati dihasilkan dengan cara mengestrak bahan nabati yang didalamnya terkandung karbohidrat seperti contoh serelia dan anekaumbi.

Biji durian memiliki kandungan zat pati yang sangat tinggi sehingga berpotensi menjadi alternative pengganti bahan makanan atau sebagai bahan pembuatan plastik *biodegradable*. Biji durian mempunyai komposisi kimia yaitu protein 9,79%, karbohidrat 30%, kalsium 0,27%, dan fosfor 0,9%.

Plasticizer merupakan bahan pengemulsi yang berfungsi untuk mengurangi retak dalam proses pengujian serta penyimpanan. *Plasticizer* dalam penelitian ini adalah *plasticizer* jenis sorbitol.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pembuatan plastik *biodegradable* dari pati durian, untuk mencari nilai optimum dari penggunaan komposisi sorbitol dan kitosan dilihat dari hasil plastik *biodegradable* dan untuk mengetahui karakteristik plastik *biodegradable* yang terbaik.

Polimer merupakan bagian dari banyaknya hingga ribuan monomer yang akan menghasilkan rantai yang sangat panjang. Di lingkungan sekitar plastik biasa digunakan dalam berbagai jenis kegiatan salah satunya yaitu sebagai kantong belanja, karena plastik memiliki kelebihan diantaranya memiliki berat yang ringan, harga terjangkau/murah, fleksibel, kedap air, dan praktis. Kelemahan dari plastik yang biasa digunakan yaitu plastik dibuat dari bahan yang sulit di daur ulang karena tidak dapat membusuk secara alami, Pada suhu yang tinggi plastik dapat meleleh sehingga dapat menyebabkan kerusakan lingkungan serta dapat bersifat asap beracun. Plastik juga mempunyai berbagai keunggulan seperti contoh sifatnya kuat namun ringan, inert, sulit berkarat serta memiliki sifat termoplastis serta dapat ditambahkan warna. Sifat permeabilitas plastik terhadap uap air dan udara menyebabkan plastik mampu berperan memodifikasi ruang kemasan selama penyimpanan.

Menurut sifat ketahanan terhadap panas plastik dapat dibedakan menjadi dua jenis plastik, yaitu termoset dan termoplastik. Termoplastik merupakan plastik yang bisa dicairkan berkali-kali menggunakan media panas seperti contoh polietilen, polipropilen, polistiren dan polivinil klorida. Plastik ini dapat meleleh ketika dilakukan pemanasan serta akan membentuk padat seperti semula pada suhu dingin. Adapun termoset ialah plastik yang sulit bahkan tidak bisa dicairkan pada media panas, seperti contoh formaldehid dan melamin.

Tabel 1. Karakteristik SNI

No	Karakteristik	Nilai
1.	Kuat tarik (MPa)	24,7 -302
2.	Persen Elongasi (%)	21-220
3.	Hidrofobitas (%)	99

Sumber: Darni (dalam Nanda, 2015)

• Plastik *Biodegradable*

Menurut Anita dkk (2013) *Biodegradable* terdiri kata *bio* dengan memiliki arti sebagai makhluk hidup, serta *degradable* mempunyai arti terurai. Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang mampu terurai oleh senyawa makhluk hidup (mikroorganisme). Plastik yang umum digunakan atau konvensional berasal dari gas alam dan batubara yang biasanya kita temukan disekitar kita. Plastik *biodegradable* juga mempunyai kelebihan dibandingkan dengan plastik sintetis. Dari sifatnya yang mudah terdegradasi, proses pembuatan plastik *biodegradable* akan memperoleh emisi karbon yang lebih sedikit daripada proses pembuatan plastik sintetis (Kusumastuti et.al, 2010).

• Biji Durian atau *Durio Zibethinus Murr*

Tanaman Durian (*Durio Zibethinus Murr*) adalah termasuk tanaman buah berbentuk pokok kayu yang mempunyai rasa serta struktur buah yang khusus. Kata durian berawal dari kelompok bahasa melayu yang artinya “DURI” dan ditambah kata an sehingga didapat kata durian yang berarti buah yang memiliki duri. Pada umumnya dapat tumbuh subur pada daerah hutan Malaysia, Sumatera dan Kalimantan. Tanaman durian dapat digolongkan dalam family Bombaceae sejenis kapuk-kapukan (Shinta Anggreany, 2020).

Buah durian memiliki warna hijau hingga kecoklatan, ditutupi oleh banyak duri-duri yang memiliki bentuk piramid lebar, tajam dan panjang kurang lebih 1 cm. Biji durian memiliki bentuk seperti telur, berkeping dua, memiliki warna putih kekuningan serta coklat lebih muda. Agar limbah dapat dimanfaatkan dan bisa digunakan dalam waktu yang cukup lama, perlu dilakukan proses dengan tahapan selanjutnya, yaitu dengan hasil yang bervariasi. Biji durian dapat diolah menjadi awet dengan membentuknya sebagai serbuk pati biji durian. Pati biji durian menghasilkan serbuk halus dan

memiliki warna putih kecoklatan. Biji durian dapat dikembangkan dengan cara generatif, terutama batang bawah dapat dilakukan penyambungan.

- **Pati**

Pada organ tanaman berwarna hijau serta jenis-jenis mikroorganisme, pati terdapat di pada celah sel tumbuhan antara lain pada buah, umbi, dan biji. Pati adalah sistem pencadangan energi yang didapatkan oleh seluruh tumbuhan berwarna hijau. Berikut tanaman hijau memiliki kandungan pati dengan persentasi cukup besar yaitu gandum, kacang polong, beras tapioka, jagung dan kentang. Pati dapat ditemukan pada struktur butiran yang terdiri dari amilase serta amilopektin, dengan bentuk butiran halus berdiameter antara lain 1-100 μ m. Di butiran pati, terdapat beberapa kecil lipid, protein dan air. Dan memiliki kandungan yang berbeda-beda di setiap di sertiap sumber pati.

- **Sorbitol sebagai *Plasticizer***

Dalam pembuatan plastik *biodegradable* diperlukan bahan berupa *plasticizer* dapat menghasilkan sifat bioplastik yang signifikan. *Plasticizer* merupakan zat bukan volatil, memiliki titik didih yang cukup jika dilakukan penambahan material lain dan akan mengubah nilai materialnya. Penambahan *plasticizer* akan mengurangi kekuatan intermolekuler. *Plasticizer* yang digunakan sesuai jumlah produksi plastik yang diinginkan, bahan pelapis, filament serta film, sebagai penerapan di bidang industri, antara lain kesehatan dan automotif.

- **CaCO₃ (Kalsium Karbonat)**

Pada proses membuat plastik *biodegradable*, juga menggunakan sorbitol untuk bahan *plasticizer*, digunakan juga bahan penguat lain yang akan membantu kekuatan hasil bioplastik. Penggunaan kalsium karbonat dalam proses pembuatan bioplastik yaitu dapat membantu untuk mencegah kekurangan sifat film bioplastik. Kalsium karbonat juga membantu untuk menekan biaya produksi dibandingkan harganya jauh lebih murah daripada bahan pengisi lainnya. Penambahan kitosan CaCO₃ ini mampu menaikkan kekakuan plastik yang sangat elastis, menambah kekuatan, menurunkan kadar kelarutan, serta memungkinkan pada bioplastik agar dapat berubah bentuk.

Penambahan CaCO₃ akan mampu membantu memperkuat nilai kuat tarik dari poli pati pada *polyvinyl alcohol* (PVA) akibat dari semakin banyaknya komposisi yang ada di poli karena penambahan CaCO₃.

- **Tepung Tapioka**

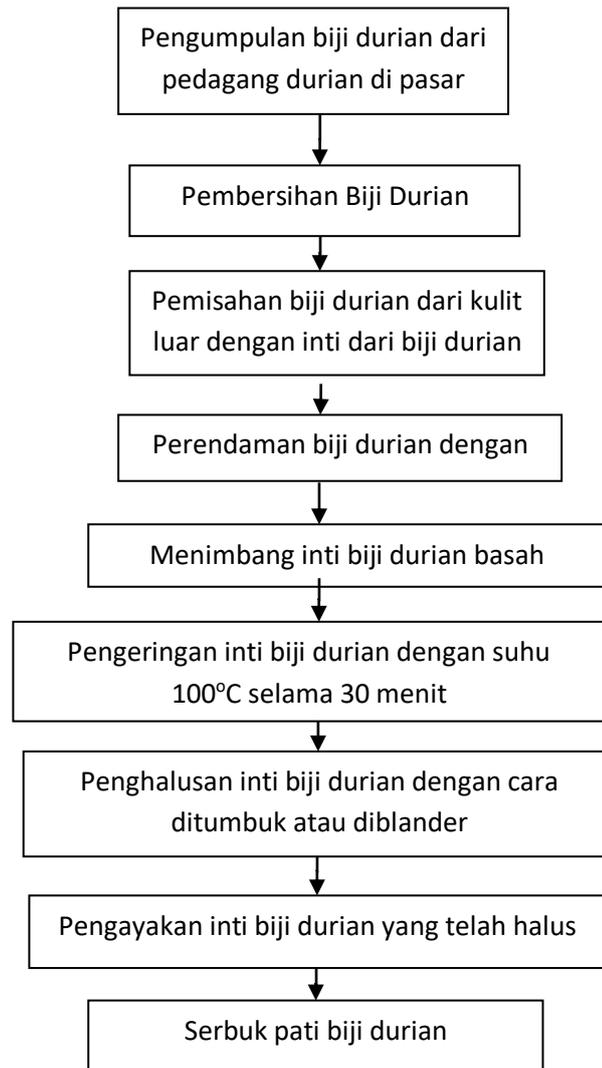
Menurut Mustafa (2015) Tepung tapioka dibentuk dari produk penggilingan ubi kayu yang dibuang ampasnya. Ubi kayu termasuk polisakarida yang mempunyai kandungan pati dengan kandungan amilopektin yang besar tetapi lebih rendah daripada ketan yaitu amilopektin 83 % dan amilosa 17 %, sedangkan buah-buahan termasuk polisakarida yang mengandung selulosa dan pektin. Proses pembuatan tapioka terdiri dari beberapa proses yaitu pengupasan kulit, pembersihan, penghalusan, penyaringan, pengendapan, penghancuran atau penepungan.

- **Karakteristik Plastik *Biodegradable***

Plastik *biodegradable* dapat dikatakan berhasil dengan melihat dari hasil karakteristik film yang telah diperoleh oleh peneliti. Sifat-sifat film akan diuji adalah uji mekanik dan nilai dari pengujian biodegradabilitasnya tinggi. Uji dari mekanik suatu dalam film kemasan yaitu meliputi kekuatan tarik dan besarnya % pemanjangan. Kuat tarik artinya energi tarik tertinggi yang bisa diberikan oleh film dalam proses pengukuran. Kuat tarik ini terpengaruh oleh zat pemlastis yang telah dicampurkan pada saat pembuatan film tersebut.

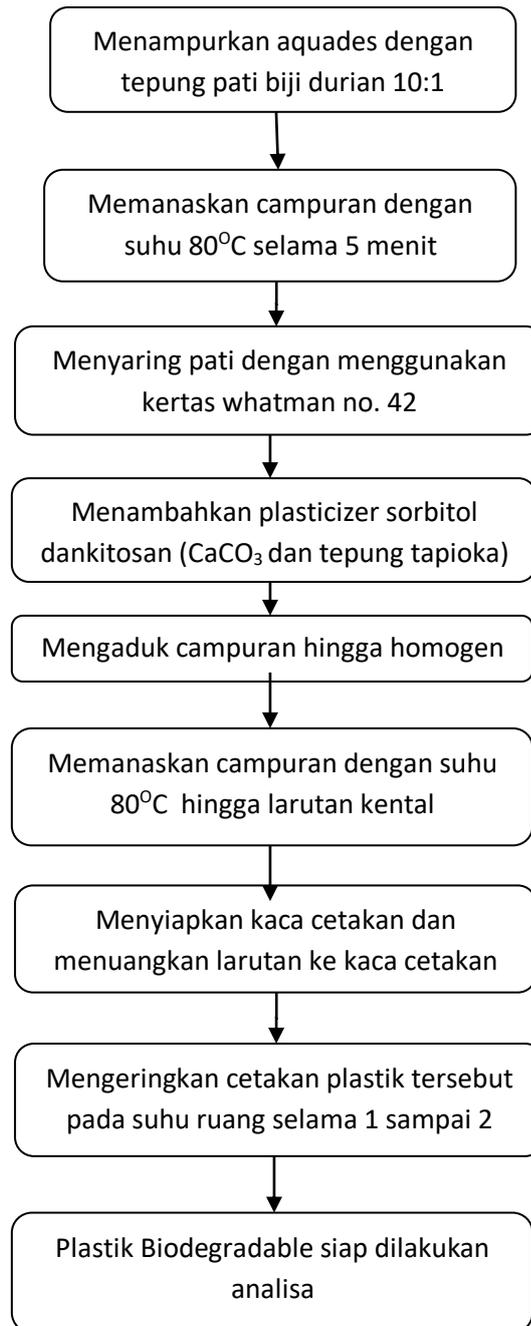
METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode eksperimen di Laboratorium Teknik Kimia Universitas PGRI Palembang. Proses pembuatan plastik biodegradable ini dimulai dari persiapan alat dan bahan, pembuatan tepung pati biji durian dan pembuatan plastik *biodegradable* serta analisa karakteristik pada plastik *biodegradable*. Analisa karakteristik yang dianalisa yaitu kuat tarik, uji pemanjangan, uji daya serap air dan uji biodegradasi. Diagram proses pembuatan pati biji durian dapat dijelaskan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Tepung Biji Durian

Selanjutnya, setelah pati durian didapatkan dilakukan pembuatan plastik *biodegradable*, dengan beberapa proses yaitu pemanasan pati biji durian, penyaringan, pencampuran pati biji durian dengan kitosan CaCO_3 dan tepung tapioka serta plasticizer sorbitol dengan komposisi bahan yang telah ditentukan. Diagram proses pembuatan plastik *biodegradable* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Plastik *Biodegradable*

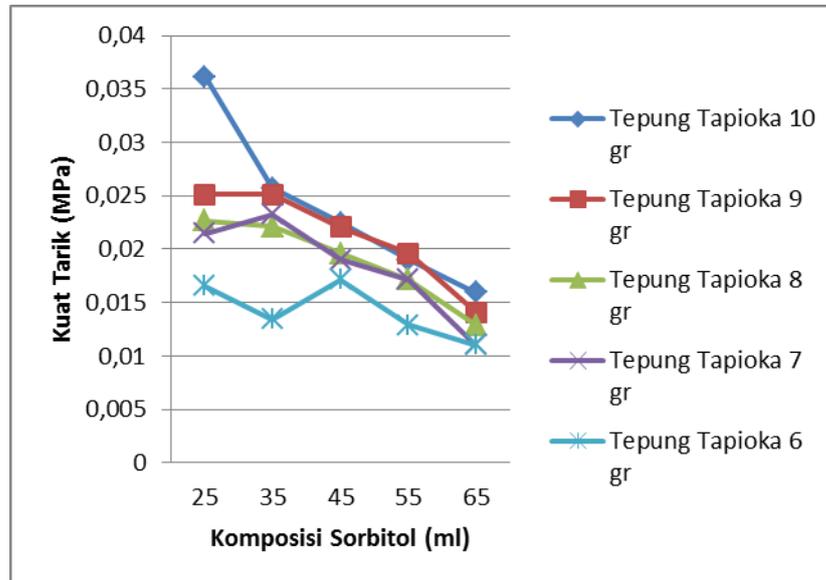
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada yang telah dilakukan, peneliti menggunakan tepung pati biji durian yang dihasilkan dari limbah biji durian sebagai bahan baku, CaCO_3 dan tepung tapioka sebagai kitosan serta sorbitol sebagai *plasticizer*, sehingga dapat dihasilkan produk plastik *biodegradable* yang akan di uji hasilnya dari pengaruh penambahan komposisi tepung tapioka dan sorbitol terhadap kualitas plastik yang dihasilkan.

Plastik *biodegradable* yang telah didapatkan dari hasil penelitian yang kemudian dilakukan beberapa pengujian yaitu uji tarik, % Pemanjangan, uji ketahanan terhadap air dan biodegradasi dengan media tanah.

• Kuat Tarik (*Tensile Strength*) Plastik *Biodegradable*

Sampel yang digunakan dalam proses pengujian kuat tarik yaitu berukuran 2 x 8 cm sehingga diketahui luas permukaannya adalah 16 cm (Sri Haryanti dkk, 2017). Tahapan awalnya adalah menjepit masing-masing ujung plastik, selanjutnya mencatat panjang awal sebelum dan setelah dilakukan penambahan beban. Grafik analisa kuat tarik dapat dilihat pada gambar 3.

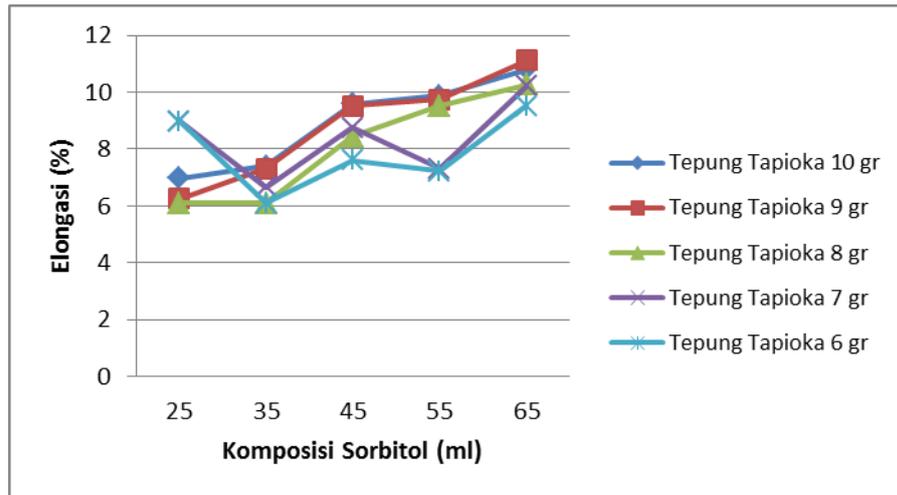


Gambar 3. Pengaruh Variasi Massa Tepung Tapioka Dan Sorbitol Terhadap Kuat Tarik

Berdasarkan grafik hasil kuat tarik diatas dapat dilihat komposisi nilai uji kuat tarik terbaik yaitu terdapat pada komposisi 5gr pati biji durian, 25 ml sorbitol, 4 gr CaCO_3 dan 10 gr tepung tapioka dengan nilai kekuatan tarik sebesar 0,03615 MPa dan nilai uji tarik terendah pada komposisi 5 gr pati biji durian, 65 ml sorbitol, 2 gr CaCO_3 dan 6 gr tepung tapioka sebesar 0,01102 Mpa. Pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan *plasticizer* gliserol didapatkan hasil jauh lebih baik yaitu pada sampel 5 gram pati, 25 % gliserol dan 1,5 gram CaCO_3 yang memiliki nilai kuat tarik sebesar 0,7 Mpa (Sri Haryati, dkk. 2017). Pada grafik Gambar 3. dapat dianalisa bahwa semakin banyak *plasticizer* yang dimasukkan akan semakin menurun nilai kuat tariknya. Hal ini disebabkan karena *plasticizer* dapat menurunkan energi yang diperlukan molekul untuk melancarkan pergerakan sehingga mengakibatkan kekakuan pada plastik akan menurun (Anugrah Dwi Putra dkk, 2017). Hardjono, 2016) mengatakan pada penelitiannya dimana nilai kuat tarik bioplastik akan berkurang dengan bertambahnya jumlah *plasticizer*.

• Uji % Pemanjangan (*Elongasi*) Pada Plastik *Biodegradable*

Uji *elongasi* adalah perubahan panjang maksimum plastik sebelum terputus. Pengujian uji *elongasi* ini bermaksud untuk memahami daya rentang putus pada plastik *biodegradable* yang diperoleh, karena semakin besar kemampuan rentang yang didapatkan semakin baik kualitas plastik *biodegradable*nya (Nurdianah Nahir, 2017). Grafik *elongasi* dapat dilihat pada Gambar 4.

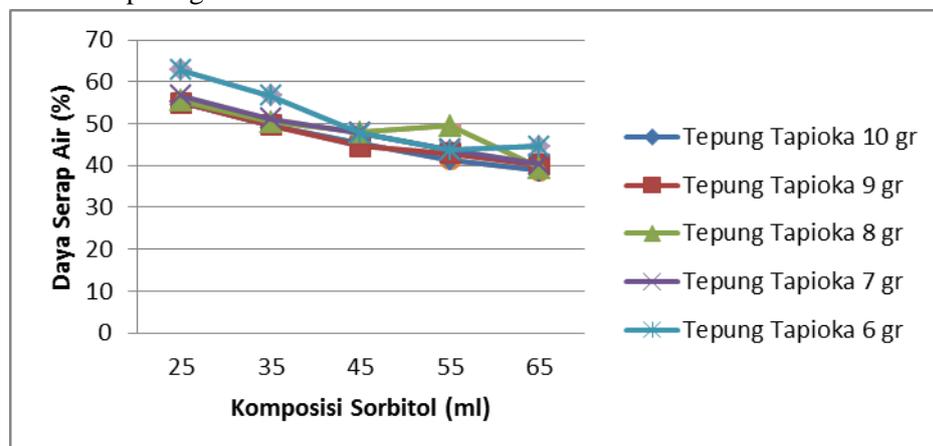


Gambar 4. Pengaruh Variasi Massa Tepung Tapioka Dan Sorbitol Terhadap % Elongasi

Pada gambar 4 dapat dianalisa bahwa sampel dengan menggunakan *plasticizer* sorbitol didapat nilai *elongasi* terbaik dengan komposisi 5 gram pati, 3,5 gram CaCO_3 , 9 gram tepung tapioka dan 65 ml sorbitol yaitu sebesar 11,11%, Sedangkan nilai *elongasi* terendah pada komposisi 5 gr pati biji durian, 25 ml sorbitol, 2 gr CaCO_3 dan 6 gr tepung tapioka., Pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan *plasticizer* gliserol didapat nilai *elongasi* lebih baik dari pada menggunakan sorbitol yaitu sebesar 16,3% pada komposisi bahan 5 gram pati, 55% gliserol tanpa penambahan CaCO_3 (Sri Haryanti, dkk. 2017). Hal ini disebabkan, karena gliserol memiliki energi aktivasi yang lebih besar yang akan menyebabkan pergerakan molekul semakin berkurang. Dapat dianalisa bahwa semakin menurunnya aktivitas gerak molekul dapat menghasilkan daya elastis dari plastik yang tinggi.

• **Uji Daya Serap Air (*Swelling*) Pada Plastik Biodegradable**

Uji daya serap air ini bertujuan untuk mengetahui terjadinya hubungan pada polymer serta keseimbangan ikatan pada polimer yang dapat ditentukan melalui presentase penambahan berat plastik setelah mengalami pengembangan (Isna Safitri, 2016). Uji daya serap air dilakukan dengan cara memasukkan sampel pada masing-masing wadah yang berisi air dengan suhu ruang 30°C selama 10 detik, lalu menimbang berat sampel (W) sebelum dan setelah sampel direndam pada wadah. Daya Serap Air dapat dianalisa pada grafik Gambar 5 berikut:

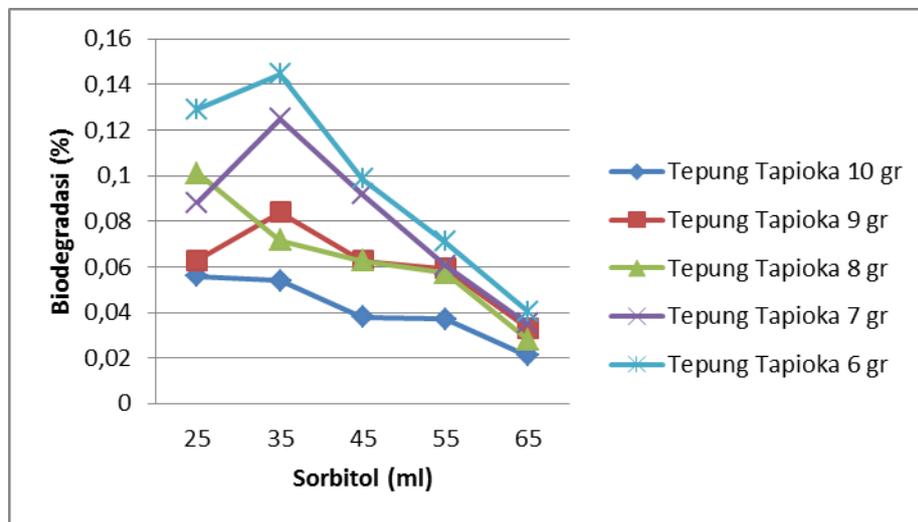


Gambar 5. Pengaruh Variasi Massa Tepung Tapioka Dan Sorbitol Terhadap % Daya Serap Air

Dari data analisa diatas menunjukkan bahwa sampel 5 gr pati, 25 ml sorbitol, 2 gr CaCO_3 , dan 6 gr tepung tapioka menunjukkan % daya serap air tertinggi yaitu sebesar 55,06 %. Sedangkan, untuk nilai daya serap air terendah terdapat pada sampel dengan komposisi 5 gr pati, 65 ml sorbitol, 4 gr CaCO_3 dan 10 gr tepung tapioka yaitu sebesar 38,83 %. Pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan *plasticizer* sorbitol sebanyak 1 ml sorbitol dan tanpa menggunakan kitosan CaCO_3 didapatkan nilai uji serap air sebesar 55,18% (Fenny Putri, 2015). Kedua penelitian ini memiliki persamaan dimana semakin banyak *plasticizer* yang ditambahkan, akan semakin menurun nilai uji serap airnya. Hal ini disebabkan, karena sorbitol dapat membuat pori-pori plastik semakin rapat sehingga akan mempersulit air untuk masuk dan menyerap plastik (Fenny Putri, 2015).

• Uji Biodegradasi Plastik *Biodegradable*

Biodegradasi merupakan proses penguraian yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme pada tanah sehingga terjadi perubahan fisik pada plastik. Proses degradasi terjadi disebabkan karena adanya senyawa yang dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi oleh pertumbuhannya. Biodegradasi dapat dianalisa pada grafik 6 sebagai berikut:



Gambar 6. Pengaruh Variasi Massa Tepung Tapioka Dan Sorbitol Terhadap % Biodegradasi

Uji laju biodegradasi dapat dilihat dari perlakuan terhadap sampel, semua sample dikubur didalam tanah dan diamati oleh peneliti selama 4 hari (Fenny Putri, 2015). Dapat dilihat dari grafik Gambar 6 diatas pada sampel pertama yaitu 5 gr pati, 35 ml sorbitol, 2 gr CaCO_3 dan 6 gr tepung tapioka dengan kekuatan degradasi tertinggi yaitu senilai 0,1445 gram/hari. Sedangkan, didapat nilai terendah sampel pada 5 gr pati, 65 ml, 4 gr CaCO_3 dan 10 gr tepung tapioka sebesar 0,0210 gram/hari. Pada penelitian sebelumnya tanpa menggunakan kitosan CaCO_3 dan dengan komposisi sorbitol sebanyak 5 ml didapatkan hasil terbaik yaitu 0,0027 gram/hari (Fenny Putri, 2015). Dari perbandingan hasil tersebut dapat dianalisa bahwa penelitian menggunakan kitosan CaCO_3 dapat menghasilkan nilai biodegradasi lebih baik dan cepat. Hal ini disebabkan, karena penambahan CaCO_3 dapat membuat plastik lebih padat dan berisi, sehingga membuat plastik memiliki banyak rongga-rongga untuk memudahkan mikroba masuk dan mengabsorpsi plastik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik *Biodegradable*” dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Proses pembuatan Plastik *biodegradable* berbahan baku pati biji durian,

CaCO₃ dan tepung tapioka sebagai kitosan dan sorbitol sebagai plasticizer dapat dibuat melalui tahapan proses, yaitu pembuatan pati biji durian, pemanasan pati biji durian dan aquades, penyaringan, penambahan bahan kitosan dan sorbitol sesuai komposisi yang ditentukan, pemanasan hingga 80°C serta pencetakan pada kaca yang telah disediakan. Penambahan komposisi *plasticizer* sorbitol menyebabkan terjadinya penurunan terhadap nilai uji karakteristik yang dilakukan yaitu pada uji kuat tarik, daya serap air dan elongasi. Sedangkan, pada penambahan CaCO₃ dapat menyebabkan penurunan pada uji daya serap air dan biodegradasi, namun sebaliknya akan meningkatkan nilai uji kuat tarik dan elongasinya. Karakteristik plastik *biodegradable* yang dihasilkan yaitu hasil uji kuat tarik terbaik sebesar 0,03615 Mpa pada penambahan sorbitol 25 ml, uji elongasi terbaik sebesar 10,81 % pada penambahan 65 ml sorbitol, uji daya serap air terbaik sebesar 62,79 % pada penambahan 25 ml sorbitol dan uji biodegradasi terbaik yaitu sebesar 0,1445 gram/hari pada penambahan 35 ml sorbitol.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreany, Shinta. (2020). Aspek Penting Sukses Budidaya Durian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian: Kalimantan Selatan.
- Anita, Z. F. Akbar, H. Harahap,. 2013. Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi dari Kulit Singkong. Jurnal Teknik Kimia USU. 2(2):37-41.
- Dwi Putra, Anugrah. Vonny Setiries dan Raswen Efendi. 2017. Penambahan Sorbitol Sebagai *Plasticizer* dalam Pembuatan Edible Film Pati Sukun. Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Dwi Putri, Nanda. (2015) . Pemanfaatan Biji Durian Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik *Biodegradable* dengan *Plasticizer* (Sorbitol) dan Tepung Tapioka. Skripsi. Program Studi Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Hardjono, dkk. (2016). Pengaruh Penambahan Asam Sitrat terhadap Karakteristik Film Plastik *Biodegradable* dari Pati Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata* Balbisiana Colla). Jurnal Bahan Alam Terbarukan. Teknik Kimia. Politeknik Negeri Malang: Malang, 5(1):22-28.
- Haryati, Sri., & dkk. (2017). Pemanfaatan Biji Durian sebagai Bahan Baku Plastik *Biodegradable* dengan *Plasticizer Gliserol* dan Bahan Pengisi *CaCO₃*. Jurnal Teknik Kimia, Vol 23 (1), 1-8.
- Kusumasuti dkk. (2010). *Plastik Biodegradable* Sebagai Kemasan Makanan. Universitas Jember. Jawa Timur.
- Mustafa, Arnida., (2015). *Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa*. ARGOINTEK, Vol 9 (2), 127-133.
- Nahir, Nurdiniah. 2017. Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Asam. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Alauddin Makassar. Makassar.
- Putri, Fenny. 2015. Pengaruh Massa Tepung Maizena dan *Plasticizer Sorbitol* Terhadap Kualitas *Plastik Biodegradable*. Fakultas Teknik Kimia. Polteknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Perdana, Y.A. (2016). Perbandingan penambahan plastilizer gliserol-sorbitol terhadap biodegradasi dan karakteristik pectin kulit Jeruk Bali (*Citrus Maxima*)-pati onggok singkong. Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Safitri, I., Riza, M., dan Syaubari. 2016. Uji Mekanik Plastik Biodegradable dari Pati Sagu dan Grifting Poly (NIPAM)-Kitosan dengan Penambahan Minyak Kayu Manis (*Cinnsmomum Burmannii*) sebagai Antioksidan. Jurnal Litbang Industri. 6(2):107-116.