

BIOPLASTIK DARI NATA DE COCO DENGAN METODE MELT INTERCALATION (KAJIAN PENGARUH JENIS FILLER DAN KONSENTRASI FILLER)

BIOPLASTIC FROM NATA DE COCO USING THE MELT INTERCALATION METHOD (STUDY OF THE EFFECT OF VARIATION FILLER TYPES AND CONCENTRATION FILLER)

Ani Melani¹⁾, Robiah²⁾, Ismi Manora Siahaan³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Palembang, Indonesia
Corresponding Author E-mail: superrobiah@gmail.com

Abstract: Bioplastic is a plastic that can be degraded in a faster time than conventional plastic which is difficult to degrade and pollutes the environment. In order for plastic to be easily degraded, plastic is made from natural materials such as starch and cellulose. Cellulose is a carbohydrate food reserve in plants. Nata de coco is a material that contains a lot of cellulose, which is 42,57% (Nur Arfa, 2017). Research on biodegradable plastic from nata de coco aims to determine the effect of adding the type of filler (Chitosan, ZnO) and filler concentration on the characteristics of bioplastic produced based on the Indonesian National Standard (SNI 7188-7:2017). In this research, the manufacture of bioplastic uses the melt intercalation method, namely the vase inversion technique with solvent evaporation after the molding process. The fixed variables in this study were Nata de coco as much as 10 grams with constant stirring time for 30 minutes and oven time for 5 hours at a temperature of 45°C and sorbitol as a plasticizer as much as 25% of the weight of nata de coco. While the independent variables are the type of filler Chitosan, ZnO and filler concentration (3%, 6%, 9%, 12%, and 15%). The results of the study were bioplastic sheets which were then analyzed for tensile strength, elongation and biodegradation. Based on the results of the analysis of bioplastic from nata de coco with the best variation and concentration at Zn O,3% in terms of tensile strength of 5,9524 MPa, elongation of 16% and biodegradation with analysis for 9 days of 64,4% residual weight and biodegradable plastic meets Indonesian National Standard (SNI 7188-7:2017).

Keywords: Bioplastic, Cellulose, Nata de coco, Filler, Plasticizer, Melt Intercalation Method.

Abstrak: Bioplastik merupakan plastik yang dapat terdegradasi dalam waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan plastik konvensional yang sulit terdegradasi sehingga mencemari lingkungan. Agar plastik mudah terdegradasi maka plastik terbuat dari bahan alami seperti pati dan selulosa. selulosa merupakan karbohidrat cadangan pangan pada tanaman. Bahan baku Nata de coco merupakan salah satu bahan yang banyak mengandung selulosa, yaitu 42,57 % (Nur Arfa, 2017). Penelitian Bioplastik dari nata de coco dengan Metode Melt Intercalation ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan jenis filler dan konsentrasi filler terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 7188-7:2017). Pada penelitian ini pembuatan bioplastik menggunakan metode melt intercalation yaitu teknik inversi fasa dengan penguapan pelarut setelah proses pencetakan. Variabel tetap pada penelitian ini adalah Nata de coco sebanyak 10 gram dengan kondisi waktu pengadukan konstan dengan menggunakan magnetic stirrer selama 30 menit dan waktu pengovenan selama 5 jam pada temperatur 45°C dan sorbitol sebagai plasticizer sebanyak 25% dari berat nata de coco. Sedangkan variabel bebas adalah jenis filler Kitosan dan ZnO dan konsentrasi filler (3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%). Hasil penelitian berupa lembaran bioplastik yang kemudian dianalisa kuat tarik, pemanjangan (elongation) dan biodegradasi. Berdasarkan hasil analisa bioplastik dari nata de coco dengan variasi dan konsentrasi terbaik adalah pada ZnO 3% ditinjau dari nilai kuat tarik 5,9524 MPa, Pemanjangan 16% dan biodegradasi dengan analisa selama 9 hari sebesar 64,4 % berat residual dan bioplastik memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 7188-7:2017).

Kata kunci: Bioplastik, Selulosa, Nata de coco, Filler, Plasticizer, Metode Melt Intercalation.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas menghadapi berbagai persoalan lingkungan, tidak dapat didaur ulang dan diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah, sehingga terjadi penumpukan sampah

plastik yang dapat menyebabkan pencemaran dan kerusakan bagi lingkungan. Bahan utama pembuat plastik konvensional berasal dari minyak bumi, yang keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Karena hal ini, maka diharapkan bahan alternatif

sebagai pengganti bahan dasar pembuatan kantong plastik.

Bioplastik merupakan plastik yang dibuat dari bahan-bahan alami seperti pati selulosa dan protein yang dapat diuraikan menggunakan mikroorganisme, sehingga lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan plastik komersial (Agustin dkk., 2016). Selulosa adalah salah satu bahan yang paling banyak dan luas terdapat di alam dan juga bahan yang mudah ditemukan, selulosa merupakan karbohidrat cadangan pangan pada tanaman. *Nata de coco* merupakan salah satu bahan yang banyak mengandung selulosa, yaitu 42,57 %. Pemanfaatan *nata de coco* sebagai alternatif bahan baku selulosa memiliki beberapa keuntungan yaitu pemanfaatan limbah buangan air kelapa (Nur Arfa, dkk., 2017).

Pada penelitian ini, menggunakan bahan dasar selulosa bakteri *nata de coco* yang memiliki kelebihan dibanding selulosa tumbuhan. Kelebihannya antara lain memiliki kandungan selulosa dengan tingkat kemurnian yang tinggi karena bebas lignin dan juga dapat diproduksi dalam waktu relatif singkat serta selulosa yang dihasilkan sudah dalam bentuk lembaran. Selain itu, selulosa bakteri sangat baik diaplikasikan sebagai plastik yang tahan terhadap penguapan, karena selulosa dapat menyerap air dengan baik, namun selulosa sebagai bahan dasar bioplastik juga masih memiliki kekurangan sehingga dibutuhkan zat aditif untuk memperbaiki sifatnya, seperti *plasticizer* dan *filler* (Darni dkk, 2009). *Plasticizer* adalah senyawa yang memungkinkan plastik yang dihasilkan tidak mudah rapuh dan kaku, sehingga dapat meningkatkan elastisitas. Bahan perekat merupakan bahan pengisi (*filler*) sehingga dapat meningkatkan kekuatan tarik pada suatu material.

Dalam penelitian ini, bioplastik dari *nata de coco* dengan Metode Melt Intercalation menggunakan *plasticizer* sorbitol serta penambahan jenis *filler* (Kitosan, ZnO) dan jumlah konsentrasi *filler* (3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%) kemudian dianalisa karakteristik bioplastik (SNI 7188-7:2017).

Diharapkan data hasil penelitian bioplastik dari *nata de coco* dapat dijadikan bahan acuan dalam penelitian selanjutnya dan juga dapat mengembangkan pembuatan plastik dari bahan selulosa yang dapat terurai secara alami (*biodegradable*) sehingga mampu mengurangi pencemaran lingkungan.

2. TEORI DASAR

2.1 *Nata De Coco*

Nata de coco adalah selulosa bakteri atau disebut bioselulosa yang merupakan biopolimer yang dapat diperoleh dari hasil pertanian. polimer alam berupa zat karbohidrat (polisakarida) dengan rumus molekul ($C_6H_{10}O_5$). Polimer alam mempunyai sifat termoplastik yang memiliki potensi untuk dibentuk atau dicetak menjadi bioplastik. Polimer jenis ini memiliki keunggulan tersedia sepanjang tahun (*renewable*) dan mudah hancur secara alami (*biodegradable*). Di Indonesia penggunaan selulosa sebagai bahan baku untuk bioplastik mempunyai potensi besar karena banyak bahan baku selulosa, di antaranya serat nanas, kelapa, jerami rumput laut dan padi merupakan beberapa alternatif sumber selulosa. Selulosa bakteri dari substrat air kelapa (*nata de coco*) memiliki kelebihan dibandingkan selulosa tumbuhan, kandungan selulosanya dengan tingkat kemurnian yang tinggi karena bebas lignin, struktur jaringan yang sangat baik, kemampuan degradasi tinggi (Essa, dkk., 2017).

2.2 Plastik

Plastik merupakan bahan kimia sintetik yang bersifat ringan, kuat dan elastis. Produk plastik sintetik membutuhkan waktu lebih dari 100 tahun untuk terdegradasi dengan sempurna. Saat terurai atau terdegradasi partikel plastik akan mencemari air dan tanah. Jika dibakar akan menghasilkan asap beracun yang berbahaya bagi kesehatan, jika proses pembakarannya tidak sempurna plastik akan mengurai diudara sebagai dioksin (Anonim, 2007). Plastik adalah polimer rantai panjang atom mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau monomer. Plastik yang umum terdiri dari

polimer karbon saja atau dengan oksigen, nitrogen, chlorine atau belerang.

Berdasarkan bahan baku yang dipakai plastik dikelompokkan menjadi dua kelompok, yakni plastik dengan bahan dasar petrokimia (*non-renewable resources*) dengan bahan aditif, dan plastik dengan bahan dasar sumber daya alam terbarukan (*renewable resources*), seperti tanaman yang mengandung pati dan protein serta selulosa seperti ampas tebu, ampas tahu, kulit pisang, kulit nangka, umbi-umbian dan biji-bijian (Selpiana, dkk., 2016).

2.3 Bioplastik

Bioplastik merupakan plastik yang digunakan layaknya seperti plastik sintetik namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Bioplastik menunjukkan keadaan plastik yang terdegradasi sebagai hasil dari aktivitas alam yang melibatkan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan alga. Bioplastik dapat terdegradasi oleh lingkungan tertentu misalnya tanah, kompos, atau lingkungan perairan (Seigel, dkk., 2017).

Bioplastik berbahan dasar pati/selulosa dapat didegradasi oleh bakteri *pseudomonas* dan *bacillus* memutus rantai polimer menjadi monomer - monomernya. Senyawa - senyawa hasil degradasi bioplastik selain menghasilkan senyawa organik dan aldehyd sehingga plastik ini aman bagi lingkungan. Sebagai perbandingan, plastik sintetik membutuhkan waktu sekitar 100 tahun agar dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat. Hasil degradasi plastik ini dapat digunakan sebagai makanan ternak atau sebagai pupuk kompos. Bioplastik yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia yang berbahaya.

a. Metode *Melt Intercalation*

Berbagai metode pembuatan bioplastik diantaranya, yaitu eksfoliasi atau adsorpsi, polimerisasi in situ interkalatif, interkalasi larutan atau interkalasi prepolimer dari larutan. Pada penelitian ini digunakan metode *melt intercalation*. *Melt intercalation* merupakan metode yang ramah lingkungan karena tidak digunakannya pelarut organik yang nantinya dapat menjadi limbah, sementara metode

eksfoliasi, polimerisasi in situ interkalatif dan interkalasi larutan menggunakan pelarut.

Melt intercalation adalah teknik inversi fasa dengan penguapan pelarut setelah proses pencetakan yang dilakukan pada cawan petri, metode pembuatan bioplastik ini di dasarkan pada prinsip termodinamika larutan dimana keadaan awal larutan stabil kemudian mengalami ketidakstabilan pada tahap perubahan fasa (*demixing*) dari air menjadi padat, perubahan fasa diawali dengan perubahan satu lapisan larutan menjadi dua lapisan, salah satu lapisan yang berkonsentrasi tinggi (polimer) akan menjadi padat sedangkan lapisan yang berkonsentrasi rendah (pelarut) akan menguap (Arifin, dkk., 2017).

b. *Plasticizer*

Plasticizer adalah bahan tambahan atau aditif yang berfungsi untuk meningkatkan elastisitas dan mengurangi kekakuan dan juga mengurangi daya tarik antara rantai polimer untuk membuatnya lebih fleksibel. Semakin banyak penggunaan *plasticizer*, maka akan meningkatkan kelarutan. Begitu pula dengan penggunaan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik juga akan meningkatkan kelarutannya dalam air (Bourtoom dalam Rinaldi, dkk., 2017). Macam-macam *plasticizer* antara lain gliserol, sorbitol, poli vinil alkohol, propilen glikol (*American Society for Testing and Materials*).

Sorbitol adalah senyawa monosakarida *polyhidric alcohol*. Nama kimia lain dari sorbitol adalah hexitol atau glusitol dengan rumus kimia $C_6H_{14}O_6$ struktur molekul nya mirip dengan struktur molekul glukosa hanya yang berbeda gugus aldehyd pada glukosa diganti menjadi gugus alkohol. Zat ini berupa bubuk kristal berwarna putih yang higroskopis, tidak berbau dan berasa manis, sorbitol larut dalam air, gliserol, *propylene glycol*, serta sedikit larut dalam metanol, etanol, asam asetat, phenol dan acetamida. Namun tidak larut hampir dalam semua pelarut organik. (Othmer, 1960).

Pada pembuatan bioplastik, sorbitol berperan sebagai *plasticizer*. Penambahan *plasticizer* ini digunakan untuk meningkatkan sifat plastisitasnya, yaitu sifat mekanik yang lunak, ulet, dan kuat. *Plasticizer* dapat

menurunkan gaya intermolekul dan meningkatkan fleksibilitas plastik dengan memperlebar ruang kosong molekul dan melemahkan ikatan hidrogen rantai polimer, Akibatnya kelenturan, pelunakan dan pemanjangan resin akan bertambah. Oleh karena itu, plastisasi akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanisme bioplastik seperti kekuatan tarik, elastisitas, kekerasan dan sebagainya. (Yuniarti, 2019).

c. Filler

Bahan pengisi (*filler*) berfungsi untuk meningkatkan beberapa sifat fisik bioplastik seperti meningkatkan kekakuan pada bahan yang terlalu lentur dan meningkatkan kekuatan. *Filler* bekerja berdasarkan prinsip adesi, yaitu gaya tarik-menarik antara molekul - molekul dari jenis bahan yang berbeda. Pada penelitian ini menggunakan dua jenis *filler*, yaitu Kitosan, ZnO. Kitosan adalah turunan kitin yang pertama kali ditemukan oleh Hoppe Syler, 1984 dengan rumus kimia $C_6H_9NO_3$. Kitosan merupakan polimer kationik yang dapat mengalami biodegradasi dan juga memiliki kegunaan yang sangat luas dalam kehidupan sehari-hari misalnya sebagai absorben limbah logam berat, zat warna, pengawet dll, kitosan dapat aktif dan berinteraksi dengan sel enzim atau matrik polimer yang bermuatan negatif.

ZnO yang digunakan dalam bioplastik adalah sebagai penguat (*filler*), yang nantinya bahan ini akan mampu menguatkan bioplastik yang dihasilkan dalam menahan beban atau gaya pada saat dilakukan uji tarik. Partikel *filler* selama proses homogenisasi akan masuk dan berikatan dengan interlayer matriks polimer. Hal ini dikarenakan gugus-gugus pada ZnO akan menangkap elektron dari gugus hidroksil (OH) pada polimer polisakarida sehingga gugus tersebut dapat saling berikatan. *Zinc oxide* terbuat dari kombinasi *zinc* dan molekul oksigen yang sudah melalui tahap pemanasan. ZnO merupakan mineral berwarna putih berbentuk bubuk yang juga sering digunakan sebagai pelindung kulit dari paparan sinar matahari. Oleh karena itu, mineral *zinc* oksida banyak dimanfaatkan pada produk perawatan kuku,

losion bayi, perawatan make up, sabun mandi, senyawa ini banyak digunakan sebagai aditif dalam berbagai material dan produk termasuk karet, plastik, keramik, kaca, semen, pelumas, cat, dan baterai. Nama lain Seng oksida ialah Seng putih, calamine. Karena berfungsi sebagai penguat, penambahan logam zinc oxide ini mampu meningkatkan sifat mekanik dari bioplastik yang dihasilkan. Penambahan ZnO dalam pembuatan bioplastik mampu meningkatkan nilai kuat tarik dari bioplastik yang dihasilkan.

d. Karakteristik Bioplastik

Karakteristik suatu bioplastik terdiri dari:

1) Kuat tarik (*tensile strength*)

Dalam istilah umum, strength atau kekuatan dapat didefinisikan sebagai kemampuan suatu struktur untuk menahan beban tanpa mengalami kerusakan, kerusakan dapat terjadi oleh deformasi struktur.

2) Persen pemanjangan (*elongation*)

Elongation atau proses pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel bioplastik terputus.

3) Biodegradabilitas

Biodegradabilitas atau kemampuan bioplastik dilakukan untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan oleh plastik untuk terurai di alam secara sempurna (Selpiana, dkk., 2017).

2.4 Standar Nasional Indonesia (SNI) pada Bioplastik

Penggunaan bioplastik diharapkan dapat mengurangi permasalahan lingkungan, dimana plastik konvensional sangat sulit terdegradasi.

Tabel 2.1 Standar Nasional Indonesia Plastik *Bioplastik* SNI 7188-7:2017

Karakteristik	Nilai
Kuat Tarik (MPa)	1-10 MPa
Persen Elongasi (%)	(%) 10-20%
Biodegradasi	100% dalam 60 hari

Sumber: Standar Nasional Indonesia No. 7188-7:2017

Kriteria ambang batas pada bioplastik juga diterapkan oleh Badan Standarisasi Nasional untuk menetapkan persyaratan lingkungan yang harus dipenuhi sebagai produk yang ramah lingkungan. Berikut ini data Standar Nasional Indonesia (SNI) pada bioplastik ditunjukkan pada tabel 2.1.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

a. Bahan yang digunakan

Nata de coco sebagai bahan baku utama, kitosan dan ZnO sebagai *filler* dan Sorbitol sebagai *plasticizer*, aquades.

b. Alat yang digunakan

Neraca analitik, cawan petri, oven, *beaker glass*, *hot plate*, *blender*, spatula, plat kaca, *magnetic stirrer*, *thermometer*, dan gelas ukur.

3.2 Variabel Penelitian

Beberapa variabel proses yaitu variabel bebas dalam penelitian ini adalah jumlah konsentrasi filler dan jenis filler dan plasticizer sorbitol adalah variabel tetap, berikut variabel tetap yang digunakan:

- Nata de coco* = 10 gram
- Aquadest* = 100 ml
- Sorbitol = 25%
- Waktu pengadukan = 30 menit
- Waktu pengeringan = 5 jam
- Temperatur pengeringan = 45 °C
- Temperatur pengadukan = 80 °C
- Berikut variabel bebas yang digunakan:
 - Konsentrasi filler (3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%) dari berat *nata de coco*
 - Jenis *filler* (Kitosan, ZnO)

3.3 Prosedur Penelitian

a. Pembuatan Bioplastik

- Menyiapkan *nata de coco* kemudian dihaluskan menggunakan blender.
- *Filler* ditimbang (Kitosan, ZnO) dengan variasi konsentrasi (3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%) dari berat *nata de coco*, disiapkan sebanyak 10 sampel.
- *Plasticizer* sorbitol ditimbang sebanyak 25% dari berat *nata de coco* dan disiapkan 10 sampel.

- *Plasticizer* sorbitol 25% dari berat *nata de coco* dimasukkan ke dalam beaker gelas berisi aquadest 100 ml.
- *Filler* ditambahkan dengan variasi konsentrasi (3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%) dari berat *nata de coco*. Dilakukan untuk setiap jenis filler (Kitosan, ZnO)
- Ditambahkan 10 gram *nata de coco* kemudian diaduk dan dipanaskan pada temperatur 80 °C selama 30 menit
- Larutan yang membentuk gel kemudian dicetak pada cawan petri ukuran 14 cm x 14 cm.
- Kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu $\pm 45^{\circ}\text{C}$ selama 5 jam.
- Cetakan dikeluarkan dari oven lalu biarkan dalam temperatur kamar

Bioplastik yang dihasilkan di uji hasil akhirnya dengan melakukan analisa uji kuat tarik, uji pemanjangan (*elongation*), dan uji biodegradasi.

b. Kuat tarik (*tensile strength*)

Menurut (Ramdani, 2019), perhitungan nilai uji tarik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana:

- σ = tegangan tarik (N/mm^2)
- F = gaya yang dihasilkan (N)
- A = luas alas (mm^2)

c. Pemanjangan (*%elongation*)

Menurut (Sri Anastasia, 2019) *elongation* dinyatakan dalam presentase, pengukuran elongasi dilakukan dengan rumus:

$$\text{Elongation (\%)} = \frac{I - I_0}{I_0} \times 100 \%$$

Dimana:

- I = panjang akhir (mm)
- I_0 = panjang awal (mm)

d. Biodegradasi (*Metode Soil Burial Test*)

Pada pengujian degradasi *biodegradable plastic* yang dihasilkan di uji hasil akhirnya dengan melakukan analisa uji kuat tarik, uji pemanjangan (*elongation*), dan uji biodegradasi bisa dilakukan dengan pengujian *soil burial test*. *soil burial test* yaitu penanaman bioplastik di dalam tanah untuk

mengetahui kemampuan degradasinya (Dinda Putri, 2017), persen kehilangan berat dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ berat residual} = 100\% - \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100\%$$

Dimana:

W1 = berat plastik sebelum di uji biodegradasi (gram)

W2 = berat plastik setelah di uji biodegradasi (gram)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

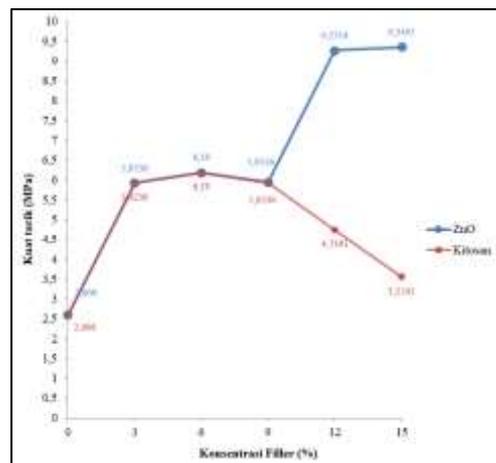
Penelitian Bioplastik dari *nata de coco* dengan metode *melt intercalation* dengan variasi konsentrasi filler 3% 6% 9% 12% 15% dan jenis filler (ZnO, Kitosan). Konsentrasi sorbitol sebagai plasticizer adalah 25%. *Nata de coco* yang digunakan pada setiap sampel adalah sebanyak 10 gram dengan kondisi waktu pengadukan konstan selama 30 menit dan waktu pengovenan selama 5 jam pada temperatur 45°C. Hasil penelitian berupa lembaran bioplastik yang kemudian dianalisa uji kuat tarik, pemanjangan (*elongation*) dan uji biodegradasi. Berikut hasil analisa kuat tarik, pemanjangan bioplastik, dan uji biodegradasi.

1. Kuat tarik (*tensile strength*)

Dalam istilah umum *strength* atau kekuatan adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik sebelum plastik putus. Kemampuan suatu struktur untuk menahan beban tanpa mengalami kerusakan. *Tensile* termasuk juga ketahanan material terhadap kuat tekan atau tegangan. Hasil penelitian mengenai kuat tarik pada sampel bioplastik dari *nata de coco*, dilakukan dengan alat Universal Testing Machine (UTM). Uji kuat tarik dilakukan dengan memotong bioplastik menjadi ukuran 10 cm x 2 cm, lalu ujung plastik dijepit pada alat UTM dan dilakukan uji kuat tarik sampai plastik terputus, berikut ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Pada Gambar 4.1. dapat terlihat pengaruh penambahan konsentrasi filler (0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%) terhadap kuat tarik bioplastik dari *nata de coco*. Pada saat penambahan kitosan, konsentrasi 0% nilai kuat

tarik, yaitu 2,606 MPa dan kitosan 3% nilai kuat tarik naik sebesar 5,9236 MPa, kitosan 6% nilai kuat tarik naik menjadi 6,190 MPa, pada kitosan 9%,12%, dan 15% nilai kuat tarik cenderung turun, kitosan 9% sebesar 5,9236 MPa, kitosan 12% sebesar 4,7391 MPa dan kitosan 15% sebesar 3,5534 MPa. Pada saat penambahan ZnO, konsentrasi 0% nilai kuat tarik yaitu 2,606 Mpa dan ZnO 3% nilai kuat tarik menjadi 5,9254 MPa pada saat ZnO 6% nilai kuat tarik naik 6,190 MPa kemudian pada konsentrasi 9% nilai kuat tarik turun sebesar 5,9526 dan 12% didapat nilai kuat tarik cukup besar sebesar 9,2413 MPa dan pada 15% naik menjadi 9,3495 MPa. Dengan demikian pada analisa kuat tarik konsentrasi kitosan 6% sebesar 6,190 Mpa, merupakan konsentrasi variasi kitosan terbaik dan konsentrasi ZnO 15% sebesar 9,3495 Mpa merupakan konsentrasi variasi ZnO terbaik pada penelitian ini.



Gambar 4.1 Pengaruh Konsentrasi *Filler* (%) terhadap Kuat Tarik (MPa) Bioplastik pada Berbagai Variasi *Filler*

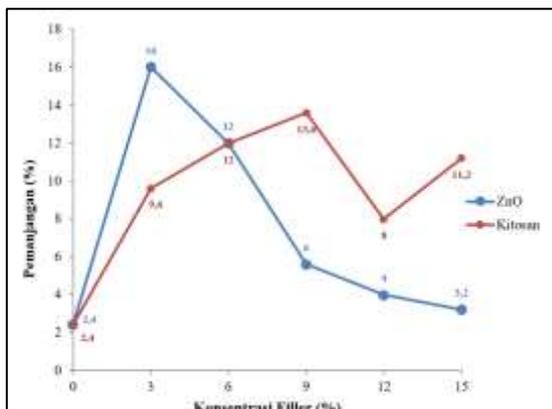
Pengaruh turun naiknya kuat tarik pada *filler* kitosan dipengaruhi oleh jumlah konsentrasi *filler*, mampu mengisi ruang pori-pori pada bioplastik sehingga di dapatkan bioplastik yang memiliki kekuatan tarik yang baik, dengan penambahan konsentrasi *filler* yang tepat maka akan terisi sesuai yang di butuhkan pori-pori pada bioplastik sehingga gaya tarik menarik antar molekulnya akan semakin kuat dan nilai kuat tarik pun akan

meningkat.

Pengaruh turun naiknya kuat tarik pada *filler* ZnO karena dengan semakin bertambahnya konsentrasi ZnO dapat menyebabkan nilai kuat tarik dari bioplastik menjadi meningkat dan ZnO sebagai *filler* yang menjadi penghubung dan pengisi (*filler*) ikatan hidrogen intramolekul dan intermolekul yang hilang saat sudah di tambahkan selulosa dan sorbitol. Kekuatan tarik juga sangat dipengaruhi oleh kerapatan suatu bahan. Hal ini didukung oleh penelitian Afdalsufi, 2019 yang menyatakan kerapatan suatu bahan berpengaruh terhadap sifat mekanik bahan tersebut, semakin rapat suatu bahan maka semakin meningkatkan sifat mekaniknya, dalam penelitian Amni, *et.al.*, 2016 juga menyatakan semakin banyak ditambah pengisi ZnO maka nilai kuat tarik semakin meningkat sehingga bioplastik yang dihasilkan mempunyai kekuatan tarik yang baik.

2. Pemanjangan (%*elongation*)

Persen pemanjangan (*elongation*) adalah suatu sifat mekanik yang erat hubungannya dengan sifat fisik bioplastik. *Elongation* atau proses pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel bioplastik terputus. Hasil penelitian mengenai pemanjangan pada sample bioplastik dari *nata de coco*, dilakukan dengan alat *Universal Testing Machine* (UTM). pemanjangan dilakukan dengan memotong bioplastik menjadi ukuran 10 cm x 2 cm, lalu ujung plastik dijepit pada alat UTM dan dilakukan pemanjangan sampai plastik terlihat putus, berikut ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Pengaruh Konsentrasi *Filler* terhadap Pemanjangan (%*elongasi*) Bioplastik pada Berbagai Variasi *Filler*

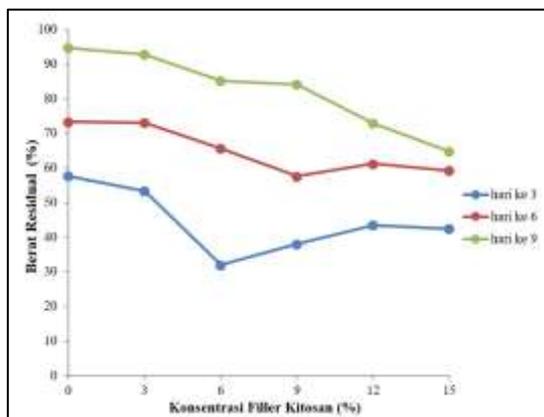
Pada Gambar 4.2 dapat terlihat pengaruh penambahan konsentrasi ZnO (0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%) terhadap pemanjangan bioplastik dari *nata de coco*. Pada saat konsentrasi ZnO 0% didapat nilai pemanjangan cenderung rendah yaitu 2,4% namun pada ZnO 3% didapat nilai pemanjangan menjadi 16%. Kemudian pada ZnO 6%, 9%, 12%, dan 15% nilai pemanjangan cenderung turun ZnO 6% didapat nilai pemanjangan 12%, ZnO 9% pemanjangan 6%, ZnO 12% sebesar 4% dan ZnO 15% nilai pemanjangan berada pada tingkat terendah yaitu 3%. Pada saat konsentrasi kitosan 0% didapat nilai pemanjangan cenderung rendah yaitu 2,4% namun pada kitosan 3 % nilai pemanjangan menjadi 9,6%, kitosan 6% pemanjangan sebesar 6%, kitosan 9% nilai pemanjangan berada pada tingkat terendah sebesar 5,6% dan kitosan 12% pemanjangan yaitu 8% kemudian pada kitosan 15% didapat nilai pemanjangan cukup baik sebesar 11,2%.

Analisa pemanjangan bioplastik dengan filler kitosan pada konsentrasi 15% nilai pemanjangan sebesar 11,2 % merupakan konsentrasi variasi kitosan terbaik sedangkan pada filler ZnO pada konsentrasi 3% nilai pemanjangan, yaitu 16% merupakan konsentrasi ZnO terbaik pada penelitian ini. Pengaruh naik turunnya nilai pemanjangan pada *filler* kitosan dan ZnO terjadi karena lamanya waktu pengeringan, suhu pengeringan yang tidak konstan, pencampuran bahan yang kurang homogen. dan juga pengaruh semakin besar konsentrasi Kitosan dan ZnO yang digunakan akan membuat semakin sulitnya bahan akan tercampur sehingga mempengaruhi pemanjangan dari bioplastik yang dihasilkan, hal ini juga di dukung oleh penelitian Widodo, dkk. 2019 yang menyatakan bahwa semakin meningkatnya konsentrasi ZnO yang ditambahkan maka akan mengakibatkan semakin rendahnya nilai pemanjangan dari bioplastik. Hal ini dikarenakan ZnO dapat

membentuk ikatan hidrogen antar rantai polimer sehingga bioplastik menjadi lebih rapat.

3. Uji biodegradasi

Untuk mengetahui biodegradasi dari bioplastik maka dilakukan uji biodegradasi dengan tujuan untuk mengetahui laju degradasi sampel dengan berbagai variasi sehingga bisa diketahui berapa lama sampel tersebut akan terurai oleh mikroorganisme dalam tanah. Pada metode ini dilakukan dengan mengubur sampel di dalam tanah kemudian menghitung % berat residual dari sampel dalam tiap satuan waktu (gram/day).

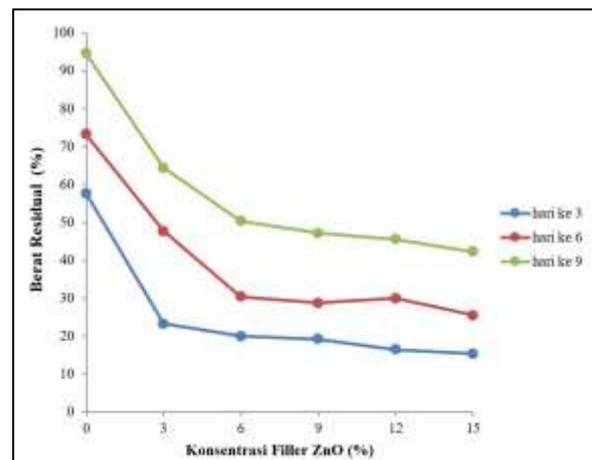


Gambar 4.3 Pengaruh Konsentrasi *Filler* (%) terhadap % Berat Residual dengan Variasi Waktu Biodegradasi Bioplastik

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat pengaruh penambahan konsentrasi kitosan (3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%) % biodegradasi bioplastik dari nata de coco. Pada saat konsentrasi kitosan 15% di hari ke- 3 nilai biodegradasi berada pada tingkat terendah sebesar 42,4% hari ke- 6 sebesar 59,2% dan di hari ke- 9 naik menjadi 64,8%, nilai biodegradasi konsentrasi kitosan 12%, 9%, 6%, 3% terus naik kitosan 12% hari ke- 3 sebesar 43,5% hari ke- 6 sebesar 61,2% dan dihari ke 9 72,9%, kitosan 9% hari ke- 3 sebesar 38% hari ke 6 sebesar 57,6% dan di hari ke 9 sebesar 84,2%, kitosan 6% hari ke- 3 sebesar 32% hari ke- 6 65,6% dan di hari ke 9 sebesar 85,2%, kitosan 3% hari ke- 3 sebesar 53% hari ke 6 73,3% dan di hari ke- 9 mencapai 92,7% dan pada kitosan 0% biodegradasi mencapai 94,6% dihari ke 9.

Hasil biodegradasi terhadap % berat residual konsentrasi kitosan 0% merupakan konsentrasi variasi kitosan terbaik pada penelitian ini karena semakin banyak *filler* yang digunakan akan semakin lama tingkat degradasi terjadi sebab penambahan *filler* akan mempersulit mikroorganisme mendekomposisi tanah.

Pada Gambar 4.4. dapat terlihat pengaruh penambahan konsentrasi kitosan (0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%) % biodegradasi bioplastik dari *nata de coco*.

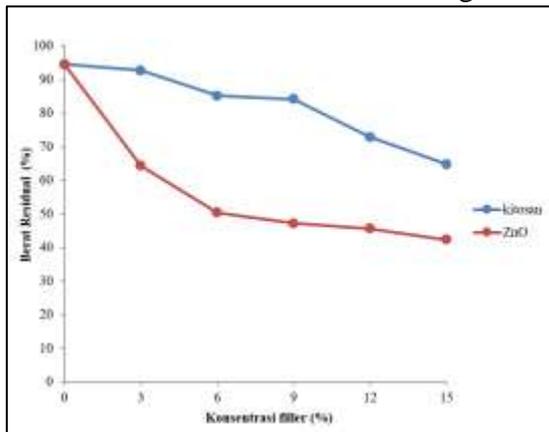


Gambar 4.4 Pengaruh Konsentrasi *Filler* (%) terhadap % Berat Residual dengan Variasi Waktu Bioplastik

Pada saat konsentrasi ZnO 15% di hari ke 3 nilai biodegradasi berada pada tingkat terendah yaitu 15,4% hari ke- 6 naik menjadi 25,5% dan di hari ke 9 sebesar 42,3% nilai biodegradasi ZnO 12%, 9%, 6%, 3% terus naik pada ZnO 12% hari ke- 3 sebesar 16,5% hari ke- 6 sebesar 30% dan dihari ke- 9 sebesar 45,6%, ZnO 9% hari ke- 3 sebesar 19,2% hari ke- 6 sebesar 28,8% dan di hari ke- 9 sebesar 47,2%, ZnO 6% hari ke- 3 sebesar 20%, hari ke- 6 sebesar 30,4% dan di hari ke- 9 sebesar 50,4%, ZnO 3% hari ke- 3 sebesar 23,3%, hari ke- 6 sebesar 47,7% dan di hari ke- 9 mencapai 64,4% dan pada ZnO 0% biodegradasi mencapai 94,6% di hari ke- 9. Hasil biodegradasi terhadap % berat residual konsentrasi ZnO 0% merupakan konsentrasi variasi ZnO terbaik pada penelitian ini karena semakin banyak *filler* yang digunakan akan semakin lama tingkat degradasi terjadi sebab penambahan *filler* akan

mempersulit mikroorganismen mendekomposisi tanah.

Pada Gambar 4.5 dapat terlihat pengaruh penambahan konsentrasi filler ZnO dan kitosan terhadap bioplastik dari *nata de coco* di hari ke 9, pada konsentrasi kitosan 0% biodegradasi mencapai 94,6% dan konsentrasi 3% biodegradasi menjadi 92,7% dan ZnO 0% juga biodegradasi mencapai 94,6% kemudian konsentrasi 3% biodegradasi menjadi 64,4% namun pada konsentrasi 6%, 9%, 12%, dan 15% untuk % berat residual cenderung turun.



Gambar 4.5. Pengaruh Konsentrasi *Filler* (%) terhadap % Berat Residual dengan Variasi Konsentrasi *Filler* pada Hari ke- 9

Untuk konsentrasi 6%, Kitosan biodegradasi 85,2% dan ZnO biodegradasi 50,4%. Konsentrasi 9%, Kitosan biodegradasi 84,2% dan ZnO biodegradasi 47,2%. Pada Konsentrasi 12% biodegradasi 72,9%, ZnO 45,6%. Konsentrasi 15%, Kitosan biodegradasi 64,8% dan ZnO 15% sebesar 42,3%. Semakin banyak konsentrasi *filler* yang digunakan maka akan semakin lama tingkat degradasi terjadi sebab penambahan konsentrasi *filler* akan mempersulit mikroorganismen mendekomposisi tanah.

Filler kitosan pada biodegradasi hari ke-9 lebih cepat terdegradasi dibanding *filler* ZnO dikarenakan kitosan merupakan senyawa kimia yang berasal dari bahan hayati kitin yang diperoleh dari kulit udang sehingga cepat untuk terdegradasi sedangkan pada *filler* ZnO biodegradasi lebih rendah karena partikel ZnO bertindak sebagai penghalang laju difusi air ke dalam polimer. Partikel ZnO sebagai

penyerang mikroorganismen sehingga pada konsentrasi ZnO yang lebih besar frekuensi penyerang mikroorganismen lebih tinggi. Oleh karena itu, biodegradasi dengan *filler* ZnO mempunyai kecenderungan lebih lambat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Bioplastik dari *Nata De Coco* dengan Metode *Melt Intercalation* (Kajian Pengaruh Jenis *Filler* dan Konsentrasi *Filler*), dapat disimpulkan bahwa hasil analisa bioplastik dari *nata de coco* dengan konsentrasi sorbitol sebagai *plasticizer* adalah 25%. *Nata de coco* yang digunakan pada setiap sampel adalah sebanyak 10 gram dengan kondisi waktu pengadukan konstan selama 30 menit dan waktu pengovenan selama 5 jam pada temperatur 45°C. Variasi konsentrasi dan jenis *filler* terbaik adalah kitosan 6% nilai kuat tariknya 6,190 Mpa, pemanjangan (elongasi) 12% dan biodegradasi dengan analisa selama 9 hari sebesar 85,2% yang terurai, maka bioplastik memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 7188-7:2017)

5.2 Saran

Dari pembahasan tersebut, maka dapat disarankan:

1. Pengadukan saat pembuatan sampel harus secara merata dan suhu dijaga konstan.
2. Temperatur pengeringan harus dijaga konstan untuk menghindari terjadinya kerusakan sampel bioplastik.
3. Penelitian ini dapat dilakukan pengembangan dengan berbagai variasi jenis dan konsentrasi *plasticizer*.

DAFTAR PUSTAKA

Agustin Yuana Elly, dkk.. 2016. *Plastik Biodegradable*. Jurusan teknik kimia Universitas Surabaya.

Aripin, dkk.. 2017. *Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Bhayangkara Jakarta: Jakarta.

Anonim. 2007. *Bahaya Bahan Plastik*. Mojokerto: Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup.

Rinaldi, dkk. 2017. *Sifat plasticizer*. Skripsi Universitas Indonesia.

Chemical Science. 2016. *Sintesis Plastik Biodegradable dengan Plasticizer Gliserol*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang.

Dinda Putri. 2017. *Sintesis Bioplastik Dari Pati Kulit Pisang Raja dengan Berbagai Bahan Perekat*. Skripsi Universitas Muhammadiyah Palembang.

Darni, dkk.. 2009. *Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum*. Jurusan Teknik Kimia FT Kimia Unila: Lampung.

Essa, dkk.. 2017. *Alternatif Sumber Selulosa Sebagai Bahan Plastik Biodegradable*. Universitas Lampung.

Fajri Kurniawan. 2017 *Bioplastik Pati Umbi Talas Melalui Proses Melt Intercalation*. Universitas Muhammadiyah Palembang.

Handbook, Perry. 1950. *Sifat Kimia dan Fisik Plasticizer Gliserol Sorbitol*

Keshk. 2021. *Formulasi Plastik Biodegradable Yang Berbahan Baku Selulosa Dengan Plasticizer Sorbitol dan Gliserol*. Skripsi Universitas Sebelas Maret.

Lisberth Tampubolon. 2008. *Sifat Selulosa Bakteri dari Nata de Coco*. Jurusan Teknik Kimia USU: Medan.

Lipi. 2017. *Komponen Selulosa dan Monomer Penyusunnya*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Leonard G. Krauskopf, Allen Godwin. *Handbook Plasticizer Chapter 978-1-56990-379-7*.

Nur Arfa, dkk.. 2017. *Potensi Nata De Coco Sebagai Bahan Baku Plastik*. Jurnal Biologi Universitas Negeri Makasar.

Sari Permata Diah. 2018. *Sorbitol sebagai plasticizer*. Program Studi kimia UIN Sunan Kali Jaga. Yogyakarta.

Phong, dkk. 2017. *Pemanfaatan Nata de Coco*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Semarang.

Sri Haryati, Anggie Septia, Yuni Safitri. 2017. *Plastik Biodegradable Dengan Plasticizer Gliserol dan Bahan Pengisi*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

Seigel, dkk. 2017. *Sintesa Plastik Biodegradable Dari*. Program Studi Pendidikan Kimia UNS: Sukarta.

Selpiana, dkk.. 2016. *Pengaruh Penambahan Kitosan dan Gliserol Pada Pembuatan Bioplastik Dari Ampas Tebu dan Ampas Tahu*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya: Palembang.

Sri Anastasia. 2019. *Pemanjangan % Elongation Plastik Biodegradable*. Fakultas Teknik Universitas Wahis Hasyim: Semarang.

Utomo Arief, dkk.. 2016. *Faktor yang Mempengaruhi Biodegradabilitas Plastik*. Teknik kimia Universitas Surakarta.

Yuniarti. 2019. *Plastik Biodegradable Sebagai Bahan Plastik Ramah Lingkungan*, Skripsi Universitas Negeri Semarang.

<https://www.ilmukimia.org/2013/03/polimerisasi-kondensasi.html>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Glycerol>

<https://sni.bsn.go.id> (Badan Standar Nasional, BSN, 2016. *Kriteria, Ambang Batas dan*

Metode Uji / Verifikasi SNI. Standar Nasional Indonesia Plastik Biodegradable.