

## Pengaruh Bilangan Reynold pada Sintesis Bioplastik Berbasis Pati Sorgum dan Gelatin

Yuli Darni<sup>1)\*</sup>, Lia Lismeri<sup>2)</sup>, Muhammad Hanif<sup>3)</sup>, Niko Putra<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung  
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

\*Penulis Korespondensi. Telp: 081272345841

Email: [yuli.darni@eng.unila.ac.id](mailto:yuli.darni@eng.unila.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh bilangan Reynold dan formulasi pati sorgum-gelatin terhadap sifat mekanik dan fisik dalam pembuatan bioplastik. Pada penelitian ini konsentrasi plasticizer ditetapkan 30%, dan temperatur gelatinisasi pada 95°C. Bilangan Reynold hanya diwakilkan oleh kecepatan pengadukan dengan besaran masing-masing 252, 313 dan 375 rpm, serta variasi rasio massa antara pati dan gelatin yaitu 6:4, 7:3, 8:2, 9:1 dan 10:0 (gr/gr). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan pengadukan menghasilkan karakteristik mekanik dan fisik yang semakin tinggi. Karakteristik mekanik dan fisik produk bioplastik tertinggi diperoleh pada perbandingan massa pati-gelatin 9:1 gr/gr dengan kecepatan pengadukan 375 rpm atau bilangan Reynold 173,406 dengan kekuatan tarik sebesar 13,24 MPa, persen perpanjangan sebesar 25,36%. Modulus Young sebesar 52,214 MPa, dan air terserap sebesar 37%.

Kata kunci: bilangan Reynold, bioplastik, gelatin, sorgum

## ***Effect of Reynolds Number on the Synthesis of Bioplastics Based on Sorghum Starch and Gelatine***

**Yuli Darni<sup>1)\*</sup>, Lia Lismeri<sup>2)</sup>, Muhammad Hanif<sup>3)</sup>, Niko Putra<sup>4)</sup>**

<sup>1,2,3,4)</sup> Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung  
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

\*Corresponding author. Telp: 081272345841

Email: [yuli.darni@eng.unila.ac.id](mailto:yuli.darni@eng.unila.ac.id)

### ***ABSTRACT***

*This research aimed to study the effect of Reynolds number and formulations of sorghum starch and gelatine on the mechanical and physical properties of bioplastics produced. The bioplastics processing used 30% of plasticizer concentration and carried out on 95°C of gelatinization temperature. Stirring speeds which represented the Reynolds number were 252, 313 and 375 rpm, and the starch to gelatin ratio (on a weight percent) varied from 6:4, 7:3, 8:2, 9:1 and 10:0. The results showed that the increase in rotation speed improved the physical and mechanical properties of the products. For 9:1 starch to gelatin ratio (w/w) and 173,406 of Reynolds number (equal to 375 rpm), the bioplastics expressed to about 13,24 MPa of tensile strength, 25,36% of elongation, 52,214 MPa of Young's modulus, and 37% of water uptake.*

**Keywords:** *bioplastics, gelatine, Reynold number, sorghum*

## **PENDAHULUAN**

Plastik merupakan salah satu jenis polimer yang disintesis dari turunan minyak bumi yang jumlahnya terbatas dan tidak dapat diperbaharui. Plastik ini tidak dapat terurai oleh mikroorganisme karena tidak mampu mengubah dan mensintesis enzim yang khusus untuk menguraikan polimer ini. Polimer ini membutuhkan waktu 300-500 tahun agar dapat terurai seluruhnya (Pilla, 2011). Hal ini mengakibatkan plastik yang tertimbun dalam tanah akan menurunkan kualitas air tanah dan menghilangkan kandungan humus sehingga tanah menjadi tidak subur.

Dampak negatif dari plastik ini harus segera ditangani agar kerusakan lingkungan yang disebabkan dapat dikurangi. Oleh karena itu banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi penimbunan sampah plastik, diantaranya dengan daur ulang dan pembakaran (Kamsiati, 2017). Proses daur ulang membutuhkan dana yang sangat besar dan sampah plastik harus dipilah terlebih dahulu sehingga membutuhkan waktu yang lama. Pada dasarnya, teknologi daur ulang plastik yang kini banyak diaplikasikan hanyalah berfungsi untuk mengurangi pemakaian bahan baku. Hal ini dapat diartikan bahwa sampah-sampah yang bertumpuk atau yang akan dibuang ke alam, dikumpulkan, kemudian diolah untuk memproduksi berbagai macam barang plastik yang baru. Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknologi tersebut hanyalah suatu upaya untuk memperlambat makin banyaknya tumpukan plastik di alam. Plastik jika dibakar juga akan menghasilkan gas yang bersifat korosif dan toksik, seperti gas karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), Dioxin dan Furan (Suara Mahasiswa Pers Mahasiswa UI, 2012). Disamping itu bahan plastik dari kelompok poliolefin bila dibakar tidak akan terurai melainkan hanya meleleh dan setelah dingin memadat kembali.

Bahaya plastik sintetik bagi lingkungan harus segera ditangani. Saat ini telah dikembangkan bioplastik yaitu plastik yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Bioplastik terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman, salah satunya dari pati (Kamsiati, 2017).

Plastik berbahan dasar pati aman bagi lingkungan. Bioplastik dapat terdekomposisi dengan cepat. Hasil degradasi plastik ini dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos dan jika terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Kualitas tanah akan meningkat dengan adanya plastik ini, karena hasil penguraian mikroorganisme berupa karbondioksida dan air akan meningkatkan unsur hara dalam tanah (Pilla, 2011).

Pemanfaatan pati sebagai bahan dasar sintesis plastik memiliki peluang yang besar karena di Indonesia terdapat berbagai tanaman penghasil pati seperti singkong, jagung, beras, kentang,

pisang, sorgum dan tanaman lainnya. Pada penelitian ini digunakan sorgum yang merupakan salah satu jenis tanaman serelia yang memiliki peluang yang besar untuk dikembangkan di Indonesia karena mempunyai daerah adaptasi yang luas. Tanaman sorgum tahan terhadap kekeringan dan genangan air, dapat berproduksi pada lahan marginal, serta relatif tahan terhadap gangguan hama/penyakit. Biji sorgum dapat digunakan sebagai bahan pangan, pakan ternak dan bahan baku industri. Harga sorgum yang relatif murah juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan plastik sehingga bernilai ekonomi tinggi. Biji sorgum juga dapat dibuat pati (*starch*) yang berwarna putih dengan komposisi pati mencapai 80,42% (Suarni, 2004). Penelitian sebelumnya dengan bahan baku sorgum pernah dilakukan oleh Darni dan Utami (2009). Pada penelitian tersebut belum dikaji kondisi optimum untuk kecepatan pengadukan dan *plasticizer* yang digunakan adalah sorbitol. Maka pada penelitian ini lebih difokuskan untuk memperbaiki variabel proses tersebut, dalam hal ini berkaitan dengan Bilangan Reynold yang diwakili oleh kecepatan pengadukan. Selain itu juga untuk memperbaiki sifat mekanik bioplastik digunakan gelatin dan *plasticizer* gliserol.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung. Adapun analisis hasil penelitian yang meliputi uji mekanik (kuat tarik dan perpanjangan) dan uji morfologi dengan *Scanning Electron Microscope (SEM)* dilakukan di Laboratorium Kimia, Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung.

### Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- Biji Sorgum yang diperoleh dari BPTP Sulusuban, Lampung Tengah. Biji Sorgum diolah menjadi tepung sorgum, tepung sorgum digunakan sebagai bahan utama pembuat bioplastik.
- Gelatin digunakan sebagai zat aditif untuk memperbaiki sifat-sifat bioplastik. Gelatin yang digunakan dari MERCK.
- Gliserol 85 % sebagai *plasticizer*. Gliserol yang digunakan dari MERCK.
- Aquades digunakan sebagai pelarut.

## Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain: Gelas ukur (500 ml, 200 ml, 100 ml, 50 ml, dan 10 ml), penangas air berpengaduk, *Oven*, timbangan digital (kapasitas maksimum : 220 gr, Akurasi : 0,001 gr), tempat penyimpanan sampel, pipet tetes, desikator, pengaduk kaca, cawan arloji. Sedangkan peralatan analisis adalah *Universal Testing Machine* merupakan alat uji kekuatan mekanik material. Dan *Scanning Electron Microscope (SEM)* untuk uji morfologi produk.

## Metode Penelitian

### a. Rancangan Percobaan

Variabel yang divariasikan pada penelitian ini yaitu: perbandingan massa pati sorgum terhadap gelatin; 6:4, 7:3, 8:2, 9:1 dan 10:0 gr/gr berdasarkan berat kering dari total campuran pati-gelatin yaitu 10 gram, dan kecepatan pengadukan 252 rpm, 313 rpm dan 375 rpm. Sedangkan variabel tetapnya adalah: temperatur gelatinisasi 95°C, konsentrasi gliserol 30% dari total berat kering campuran pati gelatin, waktu pengadukan 35 menit (Sari *et al.*, 2012), temperatur pengeringan dalam oven 60 °C selama 24 jam, total campuran antara pati sorgum terhadap gelatin adalah 10 gram.

### b. Pembuatan Pati Sorgum

Mula-mula sorgum dicuci, kemudian ditiriskan. Setelah itu dijemur hingga kering dan digiling dengan mesin penggiling. Kemudian sorgum yang telah halus dikeringkan kembali sampai berat konstan. Sorgum dan batang sorgum hasil gilingan diayak dengan ukuran 200 mesh dan dikemas dalam kantong plastik untuk mencegah adanya jamur ataupun kutu.

### c. Sintesis Bioplastik

Pati dan aquades dengan volume 191,7 mL dicampurkan pada gelas ukur 500 mL. Gelatin sebagai aditif meningkatkan karakteristik mekanik bioplastik dilarutkan dengan aquades sebanyak 7,5 mL. Larutan gelatin dan pati lalu dicampurkan bersama-sama dengan gliserol sebagai pemlastis dengan volume 4,41 mL. Selanjutnya campuran dipanaskan menggunakan *water bath stirrer* pada temperatur 95°C sambil diaduk pada kecepatan 375 rpm selama 35 menit. Setelah itu campuran dibiarkan selama 5 menit, lalu dituangkan ke dalam cetakan sebanyak 50 mL. Selanjutnya dioven pada temperatur 60°C selama 24 jam, hingga diperoleh film bioplastik. Film bioplastik yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam *zip bag lock* dan disimpan dalam desikator. Langkah-langkah ini diulangi untuk formulasi pati-gelatin dan kecepatan pengadukan yang lain.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa film bioplastik dengan berbagai variasi formulasi campuran pati-gelatin dan kecepatan pengadukan. Bilangan Reynold adalah bilangan yang tak berdimensi yang merupakan rasio antara energi kinetik fluida dengan gaya viscous dan menggambarkan tingkat keturbulensian. Secara sistematis Bilangan Reynold dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Nre = \frac{Dp^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \dots\dots\dots (1)$$

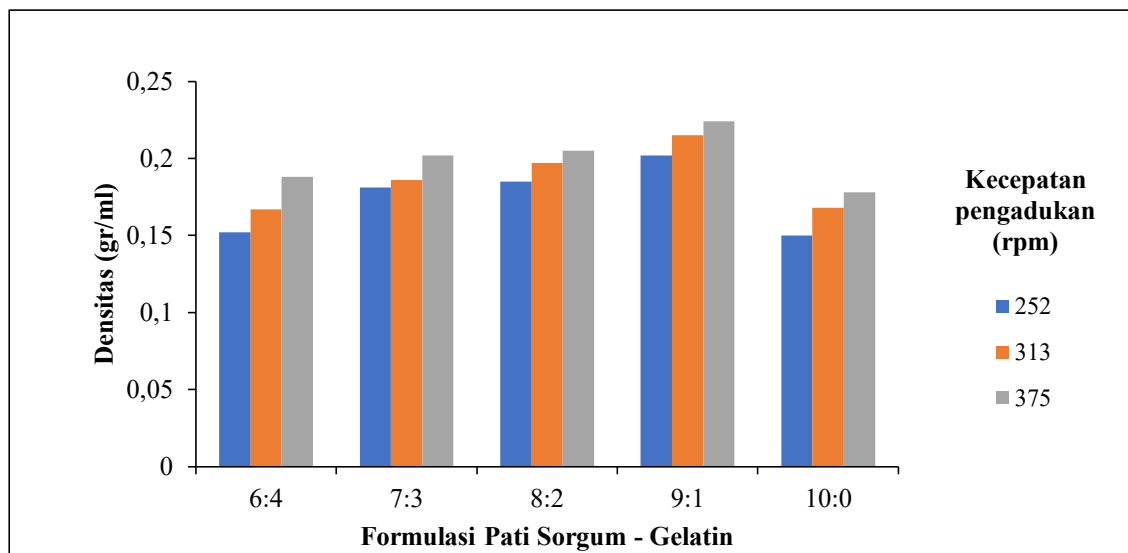
Dimana  $Dp$  = diameter impeller (m),  
 $N$  = kecepatan pengadukan (r/s),  
 $\rho$  = density fluida ( $\text{kg/m}^3$ ), dan  
 $\mu$  = viskositas fluida (Pa.s).

Pada penelitian ini digunakan impeller jenis turbin berdaun datar dengan diameter 5 cm. Impeller jenis ini digunakan karena cocok untuk proses pengadukan dengan kecepatan tinggi dan cukup efektif dengan jangkauan viskositas yang cukup luas hingga 1000 gr/cm.det, serta memberikan aliran radial yang baik, aliran ini membelah diri pada dinding dan membentuk pola aliran yang berbeda. Sebagian mengalir ke bawah disepanjang dinding dan menuju pusat pengaduk bagian bawah. Sedangkan sebagian lagi mengalir ke atas menuju permukaan dan kembali ke pengaduk dari atas. Hal ini menyebabkan proses pengadukan berjalan cukup baik. Selain itu pengadukan juga bertujuan untuk menghilangkan perbedaan konsentrasi dan perbedaan suhu.

### 1. Sifat Fisik Bioplastik

#### a. Densitas Bioplastik

Densitas (kerapatan) adalah salah satu propertis fisik sebuah polimer. Semakin besar densitas bahan maka semakin meningkatkan sifat mekaniknya. Gambar 1 menunjukkan pengaruh formulasi pati sorgum-gelatin terhadap nilai densitas bioplastik pada berbagai kecepatan pengadukan. Berdasarkan grafik tersebut terlihat nilai densitas bioplastik tertinggi pada formulasi 9:1 gr/gr pati sorgum-gelatin pada semua kecepatan pengadukan. Dari grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa densitas bioplastik semakin meningkat dengan berkurangnya kandungan gelatin.



**Gambar 1.** Pengaruh formulasi pati sorgum-gelatin terhadap densitas pada berbagai kecepatan pengadukan

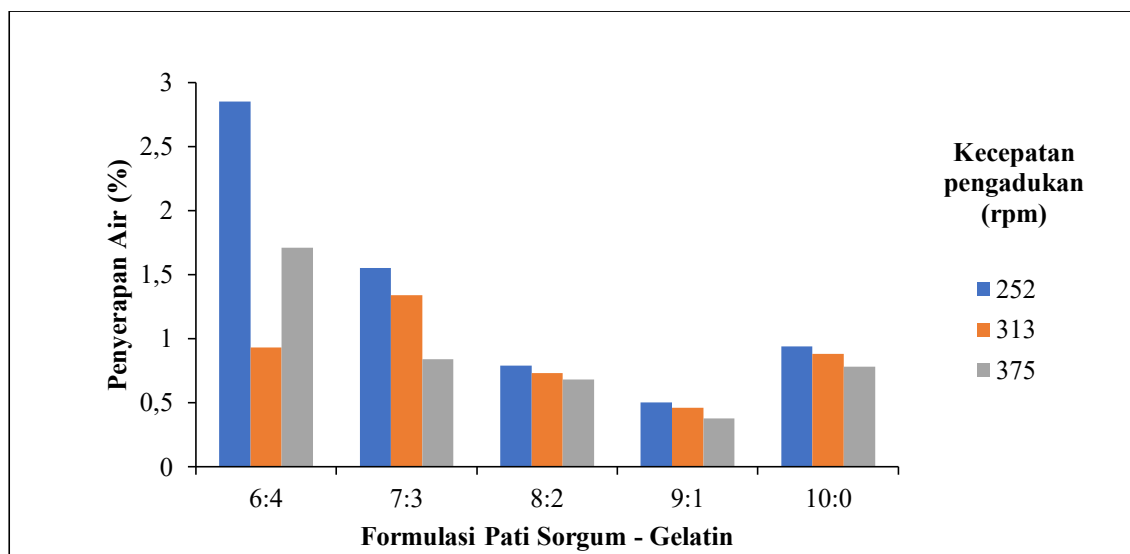
Pada formulasi 6:4 atau kandungan gelatin 40% nilai densitasnya sebesar 0,152 gr/ml dan semakin meningkat pada formulasi 7:3 gr/gr dan terus meningkat sampai pada formulasi 9:1 gr/gr. Namun pada formulasi 10:0 nilai densitas bioplastik mengalami penurunan, jadi dapat disimpulkan bahwa densitas bioplastik optimum pada formulasi 9:1 gr/gr.

Selain faktor formulasi pati:gelatin, kecepatan pengadukan juga mempengaruhi nilai densitas bioplastik. Seiring peningkatan kecepatan pengadukan, nilai densitas bioplastik yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1. Densitas bioplastik pada tiap formulasi pati sorgum-gelatin semakin tinggi dengan meningkatnya kecepatan pengadukan. Tentu saja ini disebabkan karena semakin besar kecepatan pengadukan, energi kinetik pada ujung pengaduk semakin besar, sehingga fluida terdispersi lebih sempurna dan mengakibatkan fluida akan semakin homogen (Genkoplis, 1993). Tingkat homogenitas fluida yang semakin tinggi menyebabkan kerapatan bioplastik semakin besar. Nilai densitas bioplastik optimum pada formulasi 9:1 gr/gr dengan kecepatan pengadukan 375 rpm atau Bilangan Reynold 173,406 sebesar 0,224 gr/mL dan akan semakin menurun dengan menurunnya kecepatan pengadukan. Nilai densitas bioplastik pada formulasi 9:1 gr/gr dengan kecepatan pengadukan 252 rpm atau Bilangan Reynold 116,416 sebesar 0,202 gr/mL.

## b. Penyerapan Air

Uji penyerapan air merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap suatu bahan terhadap air. Suatu bioplastik diharapkan menyerap air sekecil mungkin atau dengan kata lain daya serap bahan tersebut terhadap air harus rendah. Hasil uji penyerapan air pada bioplastik ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 2 memperlihatkan bahwa penyerapan air akan semakin rendah dengan meningkatnya Bilangan Reynold. Peristiwa ini disebabkan karena semakin tinggi kecepatan pengadukan, perpindahan massa yang terjadi semakin cepat, sehingga homogenitas produk yang dihasilkan semakin baik. Hal ini dapat diartikan bahwa permukaan bioplastik semakin halus dan pori-porinya semakin mengecil (lihat hasil SEM pada Gambar 6). Penyerapan air terendah diperoleh sebesar 37,5% pada kecepatan pengadukan 375 rpm dengan Bilangan Reynold sebesar 173,406 dan perbandingan pati sorgum-gelatin 9:1 gr/gr. Sedangkan nilai penyerapan air tertinggi terdapat pada kecepatan pengadukan 252 rpm dengan Bilangan Reynold sebesar 116,416 mencapai 285% dengan perbandingan pati sorgum- gelatin 6:4 gr/gr.

Hubungan penyerapan air terhadap kandungan gelatin ( 0, 10, 20, 30 dan 40 %) diperlihatkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh formulasi pati gelatin terhadap ketahanan air pada berbagai kecepatan pengadukan.

Pada Gambar 2 juga terlihat bahwa penambahan kandungan gelatin pada 30 dan 40% tidak mampu menurunkan penyerapan air pada bioplastik dimana persen air yang diserap justru semakin meningkat dengan adanya kandungan gelatin yang semakin besar. Hal ini dapat disebabkan karena gelatin bersifat hidrofilik (suka terhadap air), sehingga dapat menyerap air 5 –10 kali bobotnya (Ban

*et al.*, 2006). Bioplastik dengan penyerapan air tertinggi adalah pada kandungan gelatin 40% dimana absorpsi air mencapai 285 %, sedangkan nilai penyerapan air terendah pada kandungan gelatin 10 % yakni 37,5%. Hasil penyerapan air dari penelitian ini masih lebih tinggi dibandingkan penelitian Darni (2010) dengan menggunakan kitosan sebagai aditif. Hal ini disebabkan karena sifat kitosan yang lebih hidrofobik masih lebih besar pengaruhnya dibandingkan gelatin.

## 2. Karakteristik Mekanik Bioplastik

Analisis mekanik yang dilakukan adalah kekuatan tarik (*tensile strength*) dan perpanjangan (*elongation at break*), dimana karakteristik mekanik ini dinyatakan dengan nilai Modulus Young. Hasil uji digunakan untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan dengan suatu standar spesifikasi.

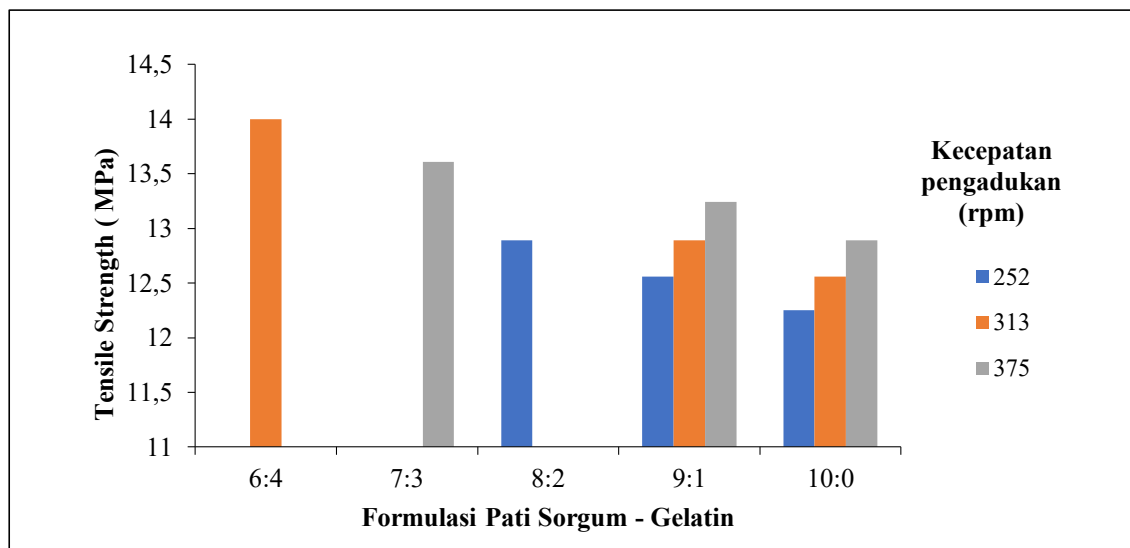
Karakteristik mekanik dipengaruhi oleh Bilangan Reynold dan besarnya kandungan komponen-komponen penyusun bioplastik, yaitu pati, gelatin dan gliserol sebagai *plasticizer*. Gliserol yang ditambahkan ke dalam campuran pati sorgum-gelatin akan memberikan efek plastis/elastis pada material bioplastik. Bioplastik berbahan pati saja bersifat kurang elastis serta memiliki nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) dan Modulus Young rendah. Dalam penelitian ini konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* dikostankan yakni 30% sehingga sifat mekanik film bioplastik hanya dipengaruhi oleh Bilangan Reynold dan formulasi pati dan gelatin.

Menurut Ban *et al.* (2005), faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik material bioplastik adalah affinitas antara komponen penyusunnya. Semakin besar affinitasnya, semakin banyak terjadi ikatan antar molekul. Ikatan kimia penyusun suatu material mempengaruhi kekuatannya. Ikatan kimia yang kuat juga tergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis ikatannya.

### a. Kuat tarik ( *Tensile Strength* )

Hasil analisis kekuatan tarik (*tensile strength*) pada bioplastik dari campuran sorgum-gelatin dengan *plasticizer* gliserol dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan efek kecepatan pengadukan dan formulasi pati-gelatin terhadap kuat tarik ( *tensile strength* ) bioplastik.



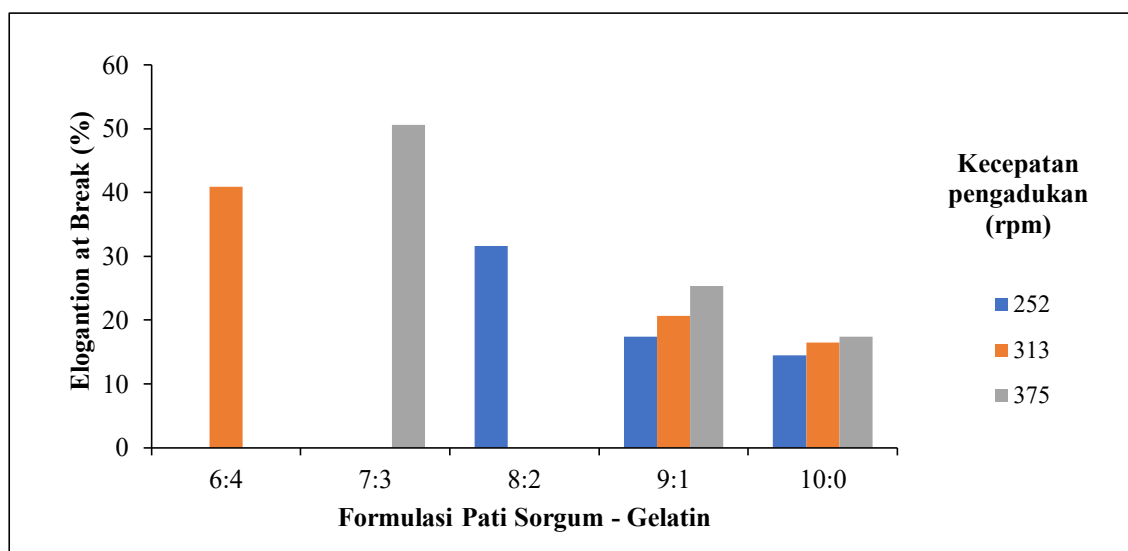
**Gambar 3.** Pengaruh formulasi pati gelatin terhadap *tensile strength* (kuat tarik) pada berbagai kecepatan pengadukan.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa pengaruh kecepatan pengadukan dan formulasi pati dan gelatin terhadap *tensile strength* (kuat tarik) cukup signifikan. Kuat tarik semakin besar dengan meningkatnya kecepatan pengadukan. Hal ini dapat terlihat pada formulasi 10:0 dan 9:1 gr/gr. Jika dihubungkan dengan Bilangan Reynold, maka kuat tarik bioplastik untuk formulasi 9:1 gr/gr dengan Bilangan Reynold sebesar 116,416 atau kecepatan pengadukan 252 rpm adalah 12,56 Mpa dan semakin besar dengan meningkatnya kecepatan pengadukan. Untuk Bilangan Reynold 173,406 atau kecepatan pengadukan sebesar 375 rpm menghasilkan kuat tarik sebesar 13,24 Mpa.

#### b. Persen Perpanjangan (*Elongation at break*)

Hasil uji persen perpanjangan (*elongation at break*) pada bioplastik dari campuran sorgum-gelatin dengan gliserol sebagai *plasticizer* diperlihatkan oleh Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan pengaruh Bilangan Reynold yang diwakili oleh kecepatan pengadukan dan formulasi pati-gelatin terhadap persen perpanjangan (*elongation at break*) bioplastik.

Sifat mekanik film bioplastik dipengaruhi oleh besarnya Bilangan Reynold. Karena besarnya kecepatan pengadukan akan menyebabkan pencampuran yang sempurna antara pati sorgum – gelatin dan *plasticizer* gliserol. Berdasarkan hasil uji mekanik dapat dilihat bahwa Bilangan Reynold mempengaruhi sifat mekanik dari film bioplastik tersebut.

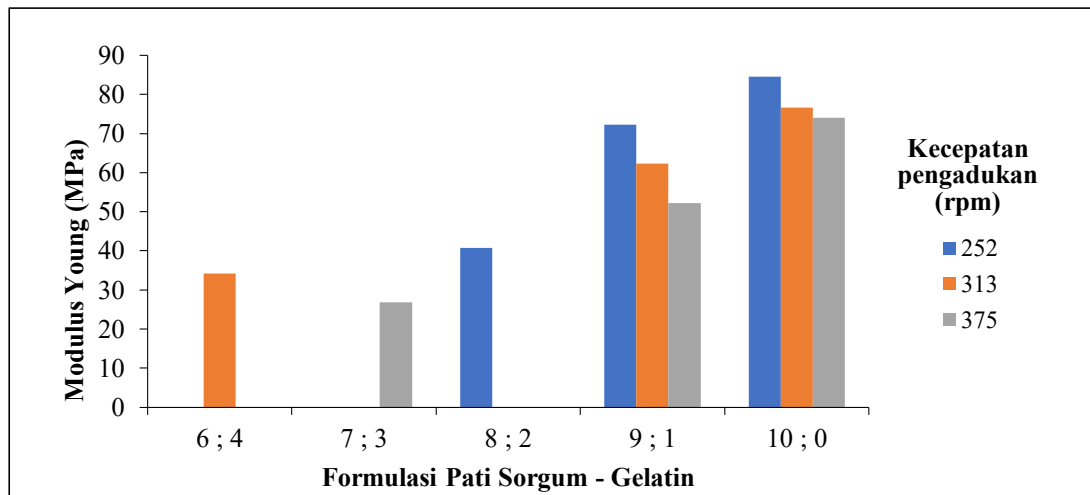


**Gambar 4.** Pengaruh formulasi pati gelatin terhadap *elongation at break* pada berbagai kecepatan pengadukan.

Bilangan Reynold berbanding lurus dengan nilai perpanjangan (*elongation at break*), semakin besar Bilangan Reynold maka akan menghasilkan nilai perpanjangan yang besar juga. Hal ini dapat terlihat pada formulasi 10:0 dan 9:1 dengan meningkatnya Bilangan Reynold maka nilai perpanjangan (*elongation at break*) bioplastik akan semakin meningkat. Persen perpanjangan tertinggi didapat pada kecepatan pengadukan 375 rpm dengan Bilangan Reynold sebesar 173,406, dengan persen perpanjangan 50,6%, sedangkan nilai perpanjangan terkecil pada kecepatan pengadukan 252 rpm dengan Bilangan Reynold sebesar 116,416, dengan persen perpanjangan 14,50%.

### c. Modulus Young

Hubungan Modulus Young pada bioplastik dari campuran sorgum-gelatin dengan kecepatan pengadukan dapat dilihat pada Gambar 5. Berbeda halnya dengan kuat tarik (*tensile strength*) dan perpanjangan (*elongation at break*), nilai Modulus Young berbanding terbalik dengan Bilangan Reynold, semakin besar Bilangan Reynold menghasilkan Modulus Young semakin kecil. Dari Gambar 5 diperoleh nilai Modulus Young terbesar terdapat pada kecepatan pengadukan 252 rpm dengan Bilangan Reynold sebesar 116,416. Sedangkan nilai Modulus Young terkecil pada kecepatan pengadukan 375 rpm dengan Bilangan Reynold sebesar 173,406. Hal ini disebabkan karena Modulus Young merupakan ukuran kekakuan bahan, jika perpanjangan semakin besar, maka nilai kekakuan akan menurun.



**Gambar 5.** Pengaruh formulasi pati – gelatin dan Modulus Young pada berbagai kecepatan pengadukan

Plastik berbahan pati harus memiliki kesamaan karakteristik mekanik dengan plastik sintetik (polipropilena ataupun polietilen) agar dapat menggantikannya. Karakteristik mekanik dari polietilen (LDPE) yang dibandingkan dengan plastik berbahan pati dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa material bioplastik dari campuran pati sorgum-gelatin memiliki nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) yang memenuhi standar plastik kemasan atau LDPE, namun untuk sifat mekanik lainnya seperti persen perpanjangan (*elongation at break*) dan Modulus Young masih harus diperbaiki karena bioplastik yang dihasilkan masih sangat getas hal ini terlihat dari persen perpanjangan yang masih jauh dari standar plastik kemasan atau LDPE. Sedangkan jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Darni dan Utami (2009). Bioplastik yang dihasilkan pada penelitian ini telah dapat diperbaiki karakteristik mekaniknya. Sifat mekanik bioplastik yang dihasilkan sudah mengalami peningkatan baik dari kuat tarik (*tensile strength*), persen perpanjangan (*elongation at break*) dan Modulus Young serta nilai densitas yang dihasilkan juga sudah lebih baik.

**Tabel 1.** Perbandingan Karakteristik fisik dan mekanik dari LDPE dengan plastik berbahan baku pati sorgum

Karakteristik Plastik	LDPE*	Bioplastik**	Bioplastik***
Kuat Tarik (Mpa)	12.4-15.2	6.971	13,24
Perpanjangan (%)	600	16.48	25,36
Modulus Young (Mpa)	166	42.48	52,214
Densitas (g/ml)	0.912-0.94	0.117	0,224

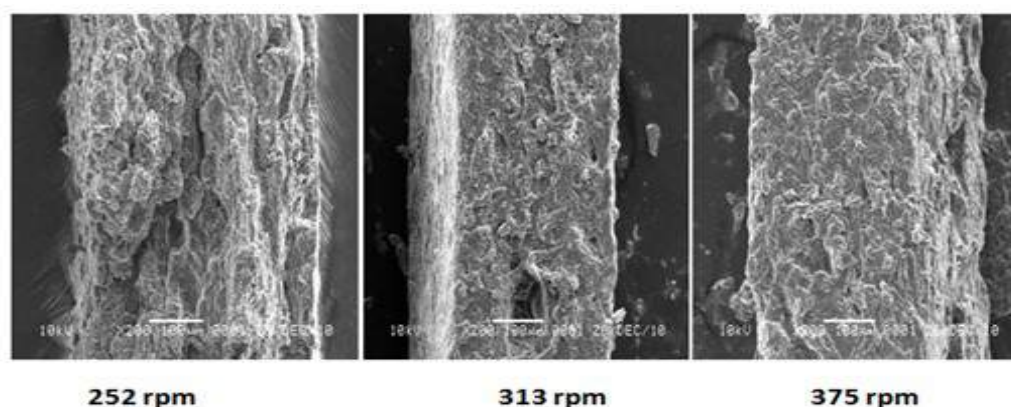
\* Meyer (2004)

\*\* penelitian terdahulu dengan komposisi pati sorgum:kitosan 7:3 dengan kecepatan pengadukan 375 rpm (Darni dan Utami, 2009)

\*\*\* penelitian yang dilakukan dengan formulasi pati sorgum:gelatin 9:1 dengan kecepatan pengadukan 375 rpm

### 3. Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Uji SEM dilakukan untuk mengamati struktur mikro, topografi, morfologi, fraktografi sampel padatan dari material logam, polimer atau keramik. Struktur penampang bioplastik ditunjukkan pada Gambar 6. Dari Gambar 6 dapat dilihat struktur bioplastik dengan 200 kali pembesaran. Bilangan Reynold atau kecepatan pengadukan mempengaruhi struktur bioplastik yang dihasilkan. Peningkatan Bilangan Reynold menyebabkan struktur bioplastik yang dihasilkan semakin homogen. Hal ini diakibatkan karena campuran bahan juga semakin homogen seiring dengan meningkatnya kecepatan pengadukan. Di samping itu juga menyebabkan pori atau celah pada bioplastik semakin mengecil. Hal ini mengakibatkan air yang terserap akan semakin sedikit, sehingga penyerapan air akan semakin rendah. Untuk kecepatan pengadukan 252 rpm menghasilkan struktur bioplastik dengan celah atau pori yang cukup besar (Gambar 6). Di sini jelas terlihat pada kecepatan pengadukan sebesar 375 rpm menghasilkan struktur pori atau celah bioplastik yang semakin mengecil.



**Gambar 6.** Struktur bioplastik dengan formulasi pati sorgum-gelatin 9:1 dengan 200 kali pembesaran

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi Bilangan Reynold atau kecepatan pengadukan menghasilkan karakteristik bioplastik yang semakin baik. Kecepatan pengadukan tertinggi pada penelitian ini adalah 375 rpm dengan Bilangan Reynold 173,406 menghasilkan bioplastik dengan nilai densitas 0,224 gr/ml, penyerapan air 37%, kuat tarik (*tensile strength*) 13,24 MPa, perpanjangan (*elongation at break*) 25,36% dan Modulus young sebesar 52,214 MPa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami haturkan kepada Badan Pengkajian Teknologi Pati (BPTP) Sulusuban yang telah membantu kami dalam pengadaan bahan baku biji Sorgum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ban, Weiping. Song, Jiaguo, S. Dimitri. (2005). Improving The Physical and Chemical Functionally of Starch – Derived Films With Biopolymers. *Journal of Applied Polymer Science*, 100, page 2542-2548.
- Ban, Weiping., Song, Jiaguo, S. Dimitri. (2006). Influence of Natural Biomaterials on the Elastic Properties of Starch-Derived Films: An Optimization Study. *Journal of Applied Polymer Science*, 100, page 627-633.
- Darni, Yuli. Utami, Herti. (2009). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Sorgum, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Unsyiah*, 7(4), 185-191.
- Darni, Yuli. (2010). Plastik Hijau dari Sorgum. Dalam *Seminar Sains dan Teknologi III*, 18-19 Oktober 2010, LPPM Universitas Lampung. 491-498.
- Geankoplis, Christy J. (1993). *Transport Processes and Unit Operations* (3<sup>rd</sup> ed), Mc. Graw Hill, New Jersey, Amerika Serikat.
- Kamsiati, Elmi. (2017). Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu dan Ubi Kayu di Indonesia, *Jurnal Litbang Pertanian*, 36(2), hal. 67-76. DOI: 10.21082/jp3.v36n2.2017.
- Meyer, Thierry dan Keurentjes. (2004). *Handbook of Polymer Reaction Engineering*. Wiley-VCH: Germany.
- Pilla, Srikanth. (2011). *Handbook of Bioplastics and Biocomposites Engineering Applications*. University of Wisconsin, Wiley: USA.
- Sari, Listya. Sari, Anggita. Darni, Yuli. (2012). Optimasi Bilangan Reynold dan Waktu Pengadukan terhadap Sifat Mekanik Bioplastik. Dalam *Seminar Nasional Avoe ke-4*, Palembang, 28-29 November 2012. 299-309.
- Suarni. (2004). Pemanfaatan Tepung Sorgum untuk Produk Olahan, Balai Penelitian Tanaman Serelia, *Jurnal Litbang Pertanian*, 23 (4), hal. 143-151.
- Suara Mahasiswa Pers Mahasiswa Universitas Indonesia, (2012). Jangan Membakar Sampah Plastik, diakses tanggal 30 September 2018.