

ANALISIS KARAKTERISTIK PERUBAHAN FISIK DAN MORFOLOGI KOMPOSIT BIOPLASTIK DARI KARAGENAN DAN TiO_2 AKIBAT PERUBAHAN SUHU

Emmidia Djonaedi¹, Endang Yuniarti², Rachmananda Kartika³, Kenanga Indah⁴,
Khairul Iman⁵

Prodi Teknik Grafika, Jurusan Teknik Grafika Penerbitan, Politeknik Negeri Jakarta
Jalan Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok – 16425
Email : Emmidia.djonaedi@grafika.pnj.ac.id

ABSTRAK

Plastik konvensional puluhan tahun belakangan ini menjadi salah satu komoditi yang banyak digunakan untuk cetak dan kemasan. Fenomena ini mendorong pengembangan jenis bioplastic yang bersumber dari berbagai tumbuhan yang mengandung selulosa sebagai salah satu pengganti plastic konvensional. salah satu bahan yang mengandung selulosa adalah karagenan yang merupakan salah satu hasil ekstraksi dari rumput laut merah. Penelitian ini memanfaatkan Karagenan untuk menjadi material bioplastic. Salah satu karakteristik yang harus dimiliki oleh plastic polimer adalah ketahanannya terhadap temperature tinggi dan struktur permukaan yang halus . Bioplastic terbuat dari karagenan yang dicampur dengan Polivinil Alkohol (PVA) dan variasi TiO_2 sebesar 1.25%, 1.88%, dan 2.5%. Hasil dari penelitian ini didapatkan penyusutan berat terbanyak adalah 14,08% yaitu pada bioplastic yang terbuat dari campuran karagenan dengan gliserol 10% tanpa TiO_2 dan campuran carrageenan dengan TiO_2 pada konsentrasi penambahan TiO_2 sebanyak 1.88% dan gliserol 10% mempunyai kehilangan berat yang paling kecil yaitu 8,24%. Penggunaan jumlah TiO_2 mempengaruhi persentase kehilangan beratnya akibat terpapar temperatur 105 °C, tetapi dari hasil morfologi semakin banyak TiO_2 permukaan bioplastic semakin tidak rata.

Kata kunci : TiO_2 , Karagenan, Ketahanan Panas, Bioplastik

ABSTRACT

In recent decades, Conventional plastic has become one of commodity that has been used as a printing and packaging material. This phenomena encourages the development of bioplastic from various plants that's containing cellulose as a substitute for conventional plastic. One of material that containing cellulose is carrageenan which one of the extraction product from red seaweed. This reseach utilizes carrageenan to be a bioplastic material. One of the characteristic that should be possessed by bioplastic is resistance to high temperature and smooth surface structure. In this research, Bioplastic was made from carrageenan mixed with Polyvynyl alcohol (PVA) and various TiO_2 (1.25%, 1.88%, dan 2.5%). Bioplastic with formula : carrageenan + PVA + 10% glyserol without TiO_2 has the highest weight lost that is 14,08%. carrageenan + 1.88% TiO_2 + 10% glyserol has the lowest weight lost, 8,24%. Quantity of TiO_2 affects weight lost percentages due to exposed by 105 °C temperature. Nevertheless, the more TiO_2 was added, the more rough bioplastic surface.

Keyword : TiO_2 , carrageenan, heat resistance, bioplastic

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai keragaman hayati yang cukup berlimpah, salah satu keragaman hayati Indonesia yang pemanfaatannya masih terbatas untuk industri pangan adalah rumput laut. Salah satu jenis rumput yang mempunyai gugus unit disakarida dan membentuk polimer adalah karaginan. [1].

Berlimpahnya sumber daya yang bersifat renewable dan mudah dibudidayakan ini, maka karaginan banyak di manfaat antara lain sebagai zat pengemulsi, penstabil, pelapis dalam industry kertas dan pupuk tanaman. Pemanfaatannya sebagai bahan baku material cetak yang terbarukan belum banyak dikembangkan. Karaginan bersumber dari bahan alami (tumbuhan laut) dan mempunyai karakteristik ikatan kimia polimer yang relative kurang stabil, maka akan menyebabkan mudah rusak dan terputus rantai polimernya.

Titanium dioxide atau TiO_2 merupakan bahan kimia anorganik yang mempunyai sifat tidak beracun, tidak reaktif dan bercahaya yang meningkatkan derajat putih dan kecerahan pada bahan, mempunyai warna opaque dan mempunyai kualitas reflective pada permukaan bahan yang diaplikasikan pada produk, transformasinya pada warna akan memberikan perlindungan degradasi terhadap sinar UV. TiO_2 sudah umum digunakan pada material kertas, tinta, cat, plastic, obat-obatan, tabir surya dan makanan. [2]

Karena bioplastik terbuat dari sumber selulosa alami, maka ia mempunyai potensi untuk menghasilkan ruang kosong karena ikatan polimernya yang kurang stabil. TiO_2 pada bioplastic berfungsi sebagai pencegah ruang kosong, lubang dan retak. Ruang kosong, lubang dan retak ini akan berpengaruh terhadap struktur permukaan, ketahanan panas dan kehilangan berat pada bioplastik. Karena penambahan TiO_2 menghasilkan interaksi elektrostatis antara rantai ikatan starch dengan TiO_2 . Berdasarkan penelitian sebelumnya, jumlah penggunaan TiO_2 sebagai salah satu bahan campuran bioplastik adalah sebesar 7% dari keseluruhan berat. [3]

Peran serta bahan lain seperti Polivinil Alkohol atau PVA juga turut membantu menghasilkan struktur polimer yang lebih baik. PVA merupakan polimer sintesis yang larut dalam air mempunyai ketahanan terhadap panas yang baik. Karena sifat pengikatnya memperkuat ikatan kovalen dari gugus hidroxil (-OH) dari pati dengan PVA sehingga mengurangi kelembaban. [4]

Pada banyak penelitian bioplastic, Penggunaan gliserol membantu kelenturan dan kelarutan dari bioplastic. [5]

Fokus tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perubahan berat karena kehilangan kadar air dan struktur morfologi bila bioplastik dari campuran karagenan dan TiO₂ yang di variasikan bila dipanaskan pada suhu 105 °C.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan baku karagenan yang diperoleh dari ekstraksi rumput laut merah sebagai sumber disakarida atau sumber selulosa, PVA, TiO₂(200 mesh) yang di modifikasi jumlah penggunaannya (1,25%, 1,88%, dan 2.5%), aquadest dan gliserol. Peralatan yang digunakan adalah neraca analitik merek Ohaus, hot plate stirer, termometer, oven mermet, mikroskop dengan perbesaran 12x, dan kamera smartphone samsung A30.

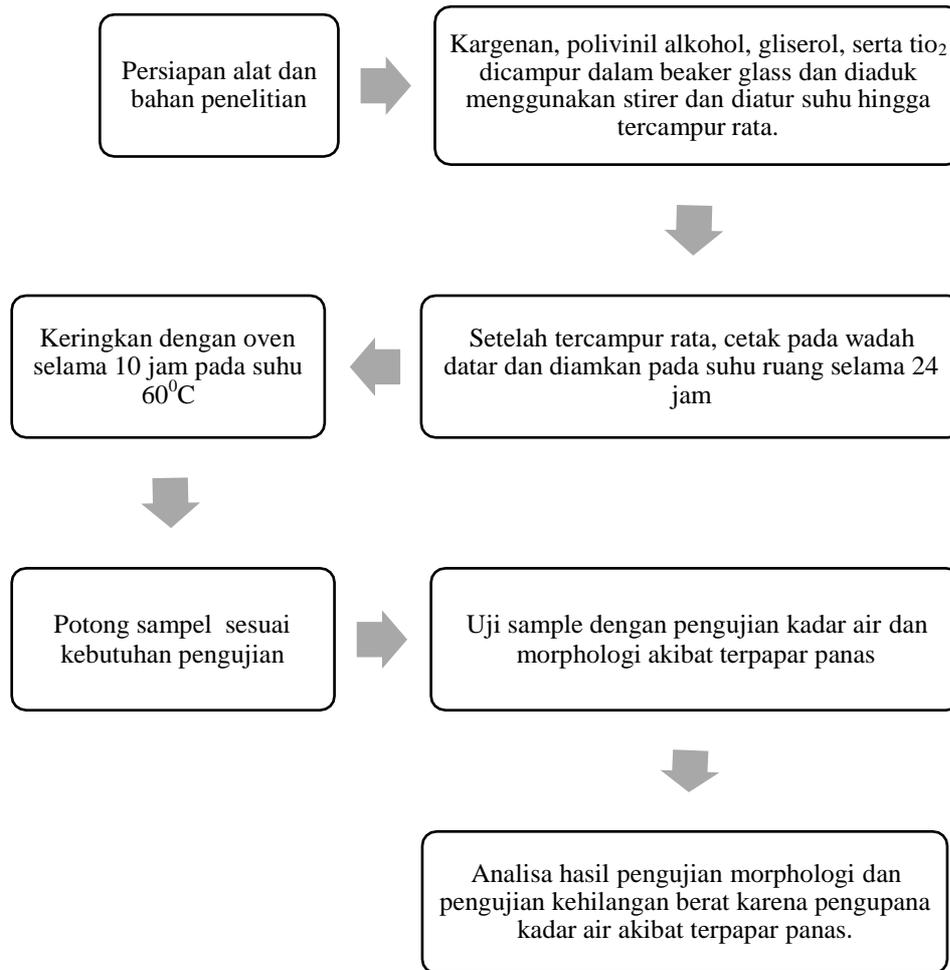
Prosedur Penelitian

Pembuatan bioplastik ini menggunakan metode pencampuran bertahap, dimana setiap bahan dilarutkan satu persatu terlebih dahulu dengan bahan pelarutnya sebelum melakukan pencampuran semua bahan. Tahapan pertama adalah melarutkan PVA dengan aquadest pada suhu 80 °C selama 20 menit. Setelah itu campur dengan karagenan dan bahan lainnya (TiO₂ yang divariasikan) dan aquadest sedikit demi sedikit hingga homogen. Naikkan suhu secara bertahap, masukkan gliserol dan putar stirer selama 10 menit, kemudian naikkan suhu lagi hingga 150 °C selama 10 menit sampai terbentuk gelatinisasi. Proses selanjutnya adalah cetak pada cawan petri ukuran 14,5 cm dan diamkan hingga dingin pada suhu ruang, kemudian masukkan ke dalam oven untuk pengeringan dengan oven selama 10 jam pada suhu 60 °C.

Setelah bioplastik dikeringkan, kemudian bioplastik ini dipotong dengan ukuran 2x2 cm untuk dilakukan uji kehilangan berat (kehilangan kadar air) karena panas (thermogravimetri). Pengujian ini dilakukan pada suhu 105 °C selama 1 jam dengan menggunakan oven mermet. Pengujian ini berdasarkan rujukan dari lab argoindustri Universitas Pendidikan Indonesia[6]. Sebelum pengujian panas sampel bioplastik ditimbang terlebih dahulu. Setelah pengujian panas sampel ditimbang lagi dan dihitung % kehilangan beratnya. Dengan rumus:

$$\frac{\text{berat sebelum dikeringkan} - \text{berat sesudah dikeringkan}}{\text{berat sebelum dikeringkan}} \times 100\%$$

Pengujian morfologi sample menggunakan mikroskop dengan perbesaran 24x diposisi permukaan.



Gambar 1. Metode Pengujian morphologi

HASIL dan PEMBAHASAN

Setelah pembuatan bioplastik, maka dilakukan pengujian kehilangan berat karena panas terhadap bioplastik tersebut. Hasil pengujian tersebut terlihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Hasil pengujian kehilangan berat akibat panas

No	Keterangan	Berat awal (gram)	berat akhir (gram)	selisih berat	% berat kehilangan
Bioplastik tanpa TiO₂					
	Gliserol 5%	0.0837	0.0728	0.0109	13.02%
	Gliserol 10%	0.1634	0.1404	0.0230	14.08%
Bioplastik dengan gliserol 5% dan TiO₂ berbagai variasi					
	TiO ₂ 1.25%	0.0809	0.0718	0.0091	11.25%
	TiO ₂ 1.88%	0.0873	0.0782	0.0091	10.42%
	TiO ₂ 2.5%	0.0988	0.0885	0.0103	10.43%
Bioplastik dengan gliserol 10% dan TiO₂ berbagai variasi					
	TiO ₂ 1.25%	0.0672	0.0593	0.0079	11.76%
	TiO ₂ 1.88%	0.0461	0.0423	0.0038	8.24%
	TiO ₂ 2.5%	0.0665	0.0605	0.0060	9.02%
Bioplastik dari pati singkong					
		0.017	0.0155	0.0015	8.82%

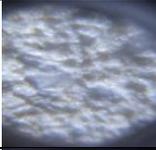
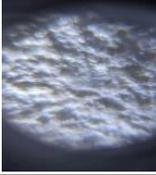
Dari tabel 1. Diatas, diketahui bahwa bioplastik tanpa TiO₂ mempunyai kehilangan berat yang lebih besar akibat menguapnya air bebas dan air terikat yang ada pada sample bioplastik dibanding dengan bioplastik yang sudah di campur dengan TiO₂ dan menjadi komposit. Hal ini terjadi karena sifat TiO₂ yang dapat mengisi ruang-ruang kosong dari rantai polimer yang terbentuk pada bioplastik yang terisi dengan gugus hidroksil [3]. Dari table 1 juga ditemukan bahwa semakin sedikit penggunaan TiO₂ maka jumlah kadar air yang hilang juga semakin besar, persentase perubahan kadar gliserol tidak signifikan mempengaruhi jumlah terjadinya kehilangan berat pada sampel. Bioplastik komposit dengan penambahan TiO₂ yang lebih banyak menghasilkan persentase kehilangan berat akibat panas yang mendekati dengan bioplastik dari pati singkong yang dijual dipasaran yaitu 8,82%.

Pengujian morfologi dilakukan untuk melihat bagaimana perbandingan karakteristik bioplastik yang tidak menggunakan TiO₂ dan bioplastik komposit yang menggunakan TiO₂. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sampel yang telah dipanaskan pada suhu 105 °C selama 1 jam. Pengujian secara kulitatif ini menggunakan mikroskop dengan perbesaran 24x. permukaan sampel yang di uji adalah bagian atas dari sample.

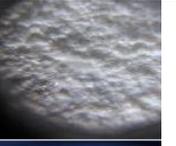
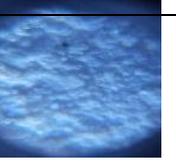
Tabel 2. *Bioplastik tanpa TiO₂*

Keterangan	Foto
Gliserol 5% ,	
Gliserol 10% ,	

Tabel 3. *Bioplastik dengan 5% gliserol dan variasi TiO2*

Keterangan	Foto
5% Gliserol ; 1.25%,TiO2	
5% Gliserol ; 1.88%, TiO2	
5% Gliserol ; 2.5% TiO2	

Tabel 4. Bioplastik dengan 10% gliserol dan variasi TiO2

Keterangan	Foto
10% Gliserol ; 1.25%,TiO2	
10% Gliserol ; 1.88%,TiO2	
10% Gliserol ; 2.5% TiO2	

Tabel 5. Bioplastik pati singkong yang ada dipasaran

No	keterangan	sample
	Bioplastik pasaran	

Dari hasil foto pada tabel 2 hingga 5 tidak terlalu terlihat permukaan bioplastik yang kurang rata, tetapi pada hasil fisiknya bioplastik tanpa penambahan TiO2 berwarna lebih bening dibanding dengan bioplastik dengan TiO2. Semakin banyak konsentrasi penambahan TiO2 , maka bioplastik semakin tebal, semakin putih dan teksturenya semakin kasar pada permukaan atas, hal ini terjadi karena TiO2 yang digunakan adalah berbentuk bubuk berwarna putih yang bisa larut dalam air pada suhu diatas 20 °C [7]. Bioplastik komposit terlihat menjadi lebih *fluffy* seiring dengan jumlah penambahan TiO2 karena TiO2 tidak larut dalam air dan butirannya bervariasi ukuran.

Permukaan yang tidak rata juga disebabkan karena pada saat pembuatan sampel tidak dilakukan penekanan pada bagian atas, sehingga bahan tidak terdistribusi dengan baik dan rata terlihat pada tabel 2 hingga 4. Pada tabel 5 , bioplastik dari pati singkong yang dijual dipasaran permukaannya bagian atas dan bawah adalah rata, karena pada proses pembuatan plastik lembaran menggunakan rol penekan pada bagian atas dan bawah untuk membuat ketebalan dan permukaan plastik rata (terlihat pada gambar di Tabel 5).

Dari hasil perbesaran gambar pada tabel 2 hingga tabel 4, tidak terlihat adanya perubahan yang signifikan secara morfologi pada bioplastik akibat terpapar panas suhu 105 °C selama 1 jam. Hal ini terjadi dikarenakan TiO₂ yang telah bercampur dengan karagenan dan PVA memberikan sifat baru pada bioplastik komposit, yaitu sebagai bahan yang tahan panas karena TiO₂ bertahan pada strukturnya sebelum melebur hingga 1.855 °C[8].

Perubahan fisik terlihat secara kasat mata bila konsentrasi penambahan TiO₂ semakin banyak maka permukaan bioplastik komposit semakin tidak rata. Jumlah penggunaan gliserol lebih banyak juga menghasilkan bioplastik komposit yang lebih licin atau lembab setelah didiamkan disuhu ruang walaupun sebelumnya sudah di panaskan dengan oven dengan suhu 105 °C selama 1 jam hal ini karena gliserol bersifat hidrophilic.

SIMPULAN

Bioplastik komposit dari campuran karagenan, PVA dan TiO₂ menghasilkan sampel bioplastic yang memiliki persentase kehilangan berat yang lebih sedikit dibandingkan dengan bioplastic tanpa tambahan TiO₂. Karena TiO₂ yang telah bercampur homogen menjadi bioplastic komposit membentuk interaksi elektrostatis antara rantai polimer dari disakarida pada karagenan dengan TiO₂ sehingga membuat bioplastic komposit lebih tahan terhadap panas. Semakin banyak konsentrasi TiO₂ juga membuat permukaan bioplastic komposit mempunyai tekstur yang lebih tidak beraturan/kasar dan lebih putih dibanding dengan yang konsentrasinya lebih sedikit. Perubahan atau kerusakan struktur akibat pemanasan hingga suhu 105 °C tidak terlihat dengan perbesaran gambar menggunakan mikroskop 24x.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada POLITEKNIK NEGERI JAKARTA sebagai pemberi dana penelitian, rekan – rekan dosen dan mahasiswa yang membantu proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Eri, "Karakterisasi Bioplastik Dari karaginan Dari Rumput Laut Merah Asal Kabupaten Biak Yang Dibuat Dengan Metode Blending Menggunakan Pemlastis Sorbitol," *Avogadro Jurnal Kimia*, vol. 2, pp. 1-9, 2018.
- [2] Y. Xing, "Effect of TiO₂ nanoparticles on the antibacterial and physical properties of Polyethylene-based film," vol. 73, 2012.
- [3] M. R. Amin, "Characterization and performance analysis of composite bioplastics," vol. 5, 2019.
- [4] A. S. More, "Development of Starch-Polyvinyl Alcohol (PVA) Biodegradable Film: Effect of Cross-Linking Agent and Antimicrobials on Film Characteristics," vol. 9, no. 3, 2017.
- [5] J. Yaradoddi1, "BIODEGRADABLE PLASTIC PRODUCTION FROM FRUIT WASTE MATERIAL AND ITS SUSTAINABLE USE FOR GREEN APPLICATIONS," vol. 5, no. 4, 2016.
- [6] L. AGROINDUSTRI, "<http://labvirtual.agroindustri.upi.edu/analisis-kadar-air>," [Online]. Available: <http://labvirtual.agroindustri.upi.edu/analisis-kadar-air>. [Accessed 11 9 2021].
- [7] smartlab.co.id, "http://smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS_TITANIUM_DIOXIDE.pdf," 5 3 2019. [Online]. Available: http://smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS_TITANIUM_DIOXIDE.pdf. [Accessed 12 9 2021].
- [8] S. I. K. Nasional, "<http://ik.pom.go.id/v2016/katalog/Titanium%20Dioksida.pdf>," Pusat Infomrasi Obat dan Makanan, Badan POM RI, 2012. [Online]. Available: <http://ik.pom.go.id/v2016/katalog/Titanium%20Dioksida.pdf>. [Accessed 12 9 2021].
- [9] Winarno, *Kimia Pangan dan Gizi*, Jakarta: Gramedia Pustaka, 2004.