

PEMBUATAN BIOPLASTIK BERBASIS POLIVINIL ALKOHOL DAN GLUKOMANAN DENGAN METODE CASTING

Sari Purnavita*¹, Sri Sutanti²

¹Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe

Jl. Kampus Ronggolawe No. 1, Blora, Jawa Tengah, Indonesia

²Politeknik Katolik Mangunwijaya

Jl. Sriwijaya no 104 Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

E-mail: saripurnavita.2018@gmail.com

Abstract

This study focuses on the manufacture of bioplastics from a mixture of polyvinyl alcohol and glucomannan by film formation using the casting method. The purpose of the study was to determine the effect of the ratio of polyvinyl alcohol and glucomannan (90:10, 85:15, 80:20, 75:25, 70:30 %w/w) and mixing temperature (80°C and 85°C) on the characteristics of bioplastics including thickness, water resistance, elongation, tensile strength, and biodegradation. The process of making bioplastics consists of dissolving glucomannan into water, dissolving PVA into water, mixing the two solutions and glycerin plasticizer and heating using a hot plate magnetic stirrer. The results showed that the combination of temperature and glucomannan composition had a very significant effect on the thickness and water resistance of bioplastics. A polyvinyl alcohol:glucomannan ratio of 70:30% w/w and a temperature of 85°C produced the best bioplastic results, with a thickness of 0.188 mm, water resistance of 41.77%, elongation of 46.7092%, tensile strength of 0.589 (MPa), and degradation of 13%.

Keywords: bioplastic; glucomannan; polyvinyl alcohol

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada pembuatan bioplastik dari campuran polivinil alkohol dan glukomanan dengan pembentukan film menggunakan metode casting. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh rasio polivinil alkohol dan glukomanan (90:10, 85:15, 80:20, 75:25, 70:30 %b/b) dan suhu pencampuran (80°C dan 85°C) terhadap karakteristik bioplastik meliputi ketebalan, ketahanan air, elongasi, tensile strength, dan biodegradasi. Proses pembuatan bioplastik terdiri dari pelarutan glukomanan ke dalam air, pelarutan PVA ke dalam air, pencampuran kedua larutan tersebut dan plasticizer gliserin serta pemanasan menggunakan alat hot plate magnetic stirrer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi suhu dan komposisi glukomanan berpengaruh sangat nyata terhadap ketebalan dan ketahanan air bioplastik. Rasio polivinil alkohol:glukomanan sebesar 70:30%b/b dan suhu 85oC

memberikan hasil bioplastik terbaik yaitu nilai ketebalan 0,188 mm, ketahanan air 41,77%, nilai elongasi 46,7092%, nilai kuat tarik 0,589 (Mpa), dan terdegradasi sebesar 13%

Kata kunci: bioplastik; glukomanan; polivinil alkohol

1. Pendahuluan

Plastik merupakan bahan kemasan yang paling banyak digunakan oleh masyarakat karena kepraktisannya [1] [2]. Seiring dengan semakin berkembangnya penggunaan plastik ternyata memberikan dampak lingkungan yang sangat serius karena plastik yang beredar di masyarakat saat ini berbasis bahan sintetis dari minyak bumi yang terbatas jumlahnya, tidak dapat diperbaharui, dan berdampak pada pencemaran lingkungan [3]. Sehingga para peneliti terus berupaya menghasilkan bahan kemasan plastik yang ramah lingkungan. Beberapa peneliti menghasilkan teknologi pembuatan plastik dari bahan alami seperti pati, selulosa, dan lemak yang dapat terdegradasi dalam waktu singkat dan disebut sebagai plastik biodegradable atau bioplastik. Salah satu faktor yang membatasi aplikasi plastik degradable (bioplastik) saat ini adalah sifat mekanik yang belum memenuhi karakteristik plastik konvensional [4]. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan kelemahan tersebut dengan menggunakan bahan baku berbasis campuran antar polimer sintetis yang memiliki kekuatan mekanik tinggi dan ramah lingkungan dengan polimer alami.

Polivinil Alkohol (PVA) adalah salah satu jenis polimer sintetis yang memiliki sifat mekanik yang bagus dan ramah lingkungan karena dapat larut dalam air. PVA dapat diaplikasikan sebagai bahan baku plastik kemasan [5]. Daya sobek dan kuat tarik dari PVA lebih tinggi daripada plastik sintetis jenis polietilen (PE) maupun polivinil klorida (PVC) [6]. Penggunaan PVA mampu meningkatkan *kuat tarik* kemasan dengan nilai $29,47 \pm 1,70$ MPa, dan elongasinya $10,99 \pm 0,04$ [7]. Pembuatan bioplastik berbasis pati sagu dan PVA juga sudah pernah dilakukan dengan gliserol sebagai pemlastis dan hasilnya menunjukkan nilai kekuatan tarik sebesar 16.12 MPa, elongasi 142.05%, kekuatan sobek 12.729 kgf/mm, dan daya serap air 10.34% [8]. Sifat hidrofilik yang tinggi dari PVA maka menyebabkannya mudah sekali terurai jika terkena air [9]. Dalam perkembangannya bioplastik berbasis PVA membutuhkan kombinasi dari polimer lain untuk meningkatkan sifat mekaniknya [10].

Polimer alami yang memiliki kekuatan mekanik tinggi adalah glukomanan. Glukomanan adalah serat alami yang diekstrak dari tanaman umbi porang (iles-iles). Glukomanan merupakan polisakarida yang dapat larut dalam air dan bersifat istimewa yaitu dapat membentuk *film* yang tipis, transparan, dan elastis [11]. Berdasarkan kajian pustaka ditemukan bahwa penelitian tentang pemanfaatan glukomanan porang untuk produksi film bioplastik masih sangat terbatas.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan tentang pembuatan kemasan bioplastik berbasis glukomanan dari umbi porang berfokus pada fungsi *plasticizer*. Selain itu juga belum ada penelitian yang mempelajari tentang campuran bahan polimer PVA dan glukomanan porang untuk menghasilkan bioplastik yang berkualitas. Pencampuran PVA dengan glukomanan porang diharapkan dapat menghasilkan film

bioplastik yang menunjukkan peningkatan karakteristik mekanik maupun biodegradasinya.

2. Metode Penelitian

Bahan-dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah glukomanan curah yang dibeli dari *marketplace* dan PVA yang diperoleh dari Laboratorium Teknologi Polimer Politeknik Katolik Mangunwijaya. Bahan-bahan penunjang lain yang digunakan adalah gliserin dan aquades yang diperoleh dari Laboratorium Kimia Organik Politeknik Katolik Mangunwijaya.

Alat yang digunakan antara lain oven, termometer, erlenmeyer, corong kaca, beaker glass, plat plastik, ayakan, pipet tetes, gelas ukur, gelas arloji, *hot plate*, *magnetic stirrer*, pengaduk, mikrometer sekrup, dan neraca analitik.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Variabel bebas, variabel tetap, dan variabel terikat

Variabel Bebas			Variabel Tetap	Variabel Terikat
Konsentrasi PVA & Glukomanan				
Suhu	PVA	glukomanan		
80°C	90%	10%	Waktu pencampuran (30 menit)	1. Ketebalan
	85%	15%	Jumlah gliserin 5% (v/v)	2. Ketahanan air
	80%	20%	Jumlah aquades 150 ml	3. Tensile strength
	75%	25%	Suhu peneringan 60°C	4. Elongasi
	70%	30%		5. Biodegradasi
85°C	90%	10%		
	85%	15%		
	80%	20%		
	75%	25%		
	70%	30%		

Prosedur Penelitian

Membuat larutan PVA dengan melarutkan PVA sesuai variabel dengan aquades sebanyak 100 ml dan diaduk hingga larut atau homogen. Larutan kedua yaitu melarutkan glukomanan sesuai variabel dengan aquades 50 ml hingga homogen kemudian disaring. Setelah kedua larutan homogen pada tempat masing-masing, selanjutnya larutan PVA dimasukkan kedalam larutan glukomanan yang telah disaring dengan komposisi sesuai variabel (10%:90%, 15%:85%, 20%:80%, 25%:75%, 30%:70%) dan kemudian dilanjutkan pemanasan dan pengadukan menggunakan *hot plate magnetic stirrer* pada suhu sesuai variabel (80°C dan 85°C) dan waktu pencampuran selama 30 menit. Selama proses pengadukan, larutan ditambahkan dengan gliserin sebanyak 5% (v/v aquades). Setelah pengadukan selesai, pembuatan film bioplastik dilakukan dengan metode *casting* (larutan dituang ke dalam cetakan

yang berupa nampan plastik berbentuk persegi panjang), dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C.

Prosedur analisis

Uji Ketebalan Film

Ketebalan bioplastik diukur dengan alat micrometer (model digimetic Micrometer Mitutuyo). Langkah penguruan dengan cara menempatkan film bioplastik diantara rahang mikrometer dan diukur pada 5 tempat yang berbeda (atas, tengah, bawah, kanan, kiri), lalu dihitung nilai reratanya.

Uji Ketahanan Air

Ketahanan air bioplastik diuji dengan cara memotong sampel ukuran 2cm x 2cm, lalu ditimbang sebagai massa awal sampel (W_0), lalu dimasukkan ke dalam sebuah tempat yang berisi aquades dalam waktu 10 detik. Setelah itu, sampel yang telah tercelup dalam aquades diangkat dan dilap menggunakan tisu dan selanjutnya ditimbang. Prosedur perendaman dan penimbangan tersebut dilakukan beberapa kali hingga diperoleh berat yang konstan dan berta ini sebagai berat akhir (W). Selanjutnya air yang diserap oleh sampel dihitung melalui persamaan:

$$\% \text{ Ketahanan Air} = \frac{W - W_0}{W} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

W = massa bioplastik setelah dicelupkan ke dalam air (gram)

W_0 = massa bioplastik kering sebelum dicelupkan ke dalam air (gram)[12]

Uji Elongasi

Uji elongasi (*elongation at break*) digunakan untuk mengetahui kemampuan pemanjangan atau regangan bioplastik sebelum akhirnya putus. Berdasarkan standar industri pengemas makanan, nilai elongasi minimal adalah 70%.

Pertambahan nilai panjang diukur dengan alat *Lloyd Instrument* dan dihitung dengan rumus:

$$\text{Elongasi (Perpanjangan)} = \frac{\Delta \text{test speed}}{\text{panjang film awal}} \times 100\% \quad (2)$$

Uji Kuat Tarik

Kuat tarik (*tensile strength*) pada bioplastik adalah besarnya gaya maksimum per satuan luas yang dapat ditahan oleh material bioplastik sebelum putus saat ditarik. Nilai kuat tarik minimal berdasarkan standar industri pengemas makanan adalah 0,39 Mpa atau 4kgf/cm². Kuat tarik film diukur menggunakan *Lloyd Instrument*. Bioplastik yang akan diuji dipotong dengan bentuk persegi panjang dengan ukuran tertentu, kemudian memasangnya pada alat tersebut. Menekan tombol *start* hingga pada alat terbaca gaya yang diberikan sampai film bioplastik putus (sobek) serta ada penambahan panjang. Nilai kuat tarik dihitung dari gaya maksimal dibagi dengan luas penampang film.

Uji Degradabilitas

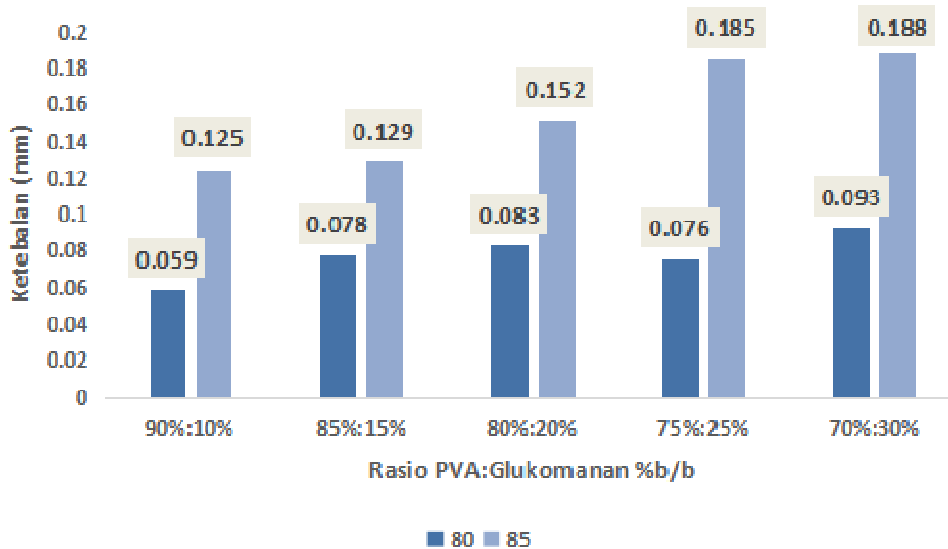
Waktu degradasi sempurna merupakan indikator yang menunjukkan kualitas plastik dapat digolongkan dalam plastik biodegradable atau non biodegradable. Uji degradabilitas dilakukan dengan memotong film bioplastik dengan ukuran 2 cm x 2

cm dan ditimbang terlebih dahulu sebelum perendaman (M_0). Perendaman sampel dalam Effective Microorganism 4 (EM4) sebanyak 10 ml selama 24 jam. Selanjutnya sampel bioplastik diambil dan dikeringkan kembali untuk mengetahui berat akhir (M_1).

$$\% \text{ Biodegradabilitas} = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100\% \quad [12] \quad (3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh rasio PVA:Glukomanan dan Suhu Pencampuran Terhadap Ketebalan Bioplastik

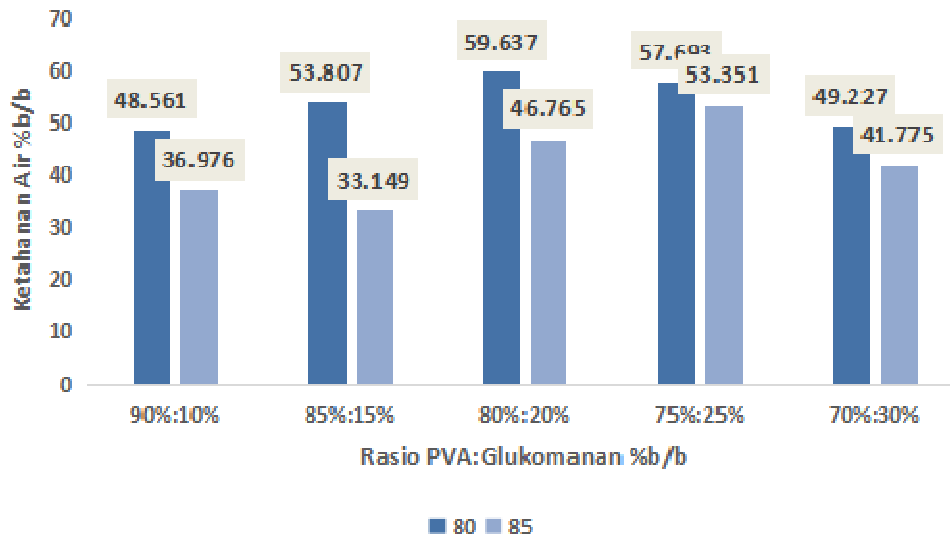


Gambar 1. Hubungan antara Ketebalan dengan Rasio PVA:Glukomanan pada berbagai Suhu Pencampuran

Salah satu karakteristik bioplastik yang sangat penting adalah ketebalan, hal ini dikarenakan nilai ketebalan bioplastik yang diatas standar akan mempengaruhi organoleptik produk, namun apabila lebih rendah dari standar menyebabkan bioplastik tersebut mudah sobek. Berdasarkan standar industri pengemas makanan, nilai ketebalan maksimal film bioplastik yaitu 0,25 mm. Ketebalan bioplastik juga dapat mempengaruhi permeabilitas gas. Semakin tebal bioplastik maka permeabilitas gas akan semakin kecil dan melindungi produk dengan lebih baik. Ketebalan juga dapat mempengaruhi sifat mekanik bioplastik seperti *tensile strength* dan elongasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi PVA:Glukomanan sebesar 70%:30% dan suhu 85°C memberikan nilai ketebalan tertinggi (0,188 mm), namun hasil uji statistik (Anova) menunjukkan bahwa komposisi PVA:Glukomanan 80%:20%, 75%:25%, dan 70%:30% dengan suhu 85°C tidak berbeda nyata. Nilai ketebalan bioplastik memenuhi standar kurang dari 0,25 mm. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian tentang pembuatan edible film dari pektin kulit buah kopi robusta dan glukomanan yaitu 0,02 - 0,16 mm [10]. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian [13] menyatakan bahwa semakin besar penambahan PVA maka ketebalan film semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan peningkatan konsentrasi bahan akan meningkatkan ketebalan film. Penyebab lain adalah adanya ikatan hidrogen yang terbentuk karena adanya interaksi antara gugus hidroksil dan amilosa glukomanan dan gugus hidroksil PVA yang menyebabkan kedua bahan tersebut berikatan secara

kuat dan membentuk padatan yang tebal saat terjadinya perubahan menjadi film. Terlihat bahwa ketebalan film meningkat seiring dengan penambahan massa Glukomanan. Penelitian sebelumnya tentang pembuatan *edible film* dari komposit tapioka dan glukomanan menunjukkan hasil bahwa semakin tebal *edible* plastik, nilai kuat tariknya semakin tinggi, hal ini dikarenakan ketebalan berhubungan dengan berat molekul.

3.2. Pengaruh rasio PVA:Glukomanan dan Suhu Pencampuran Terhadap Ketahanan Air Bioplastik

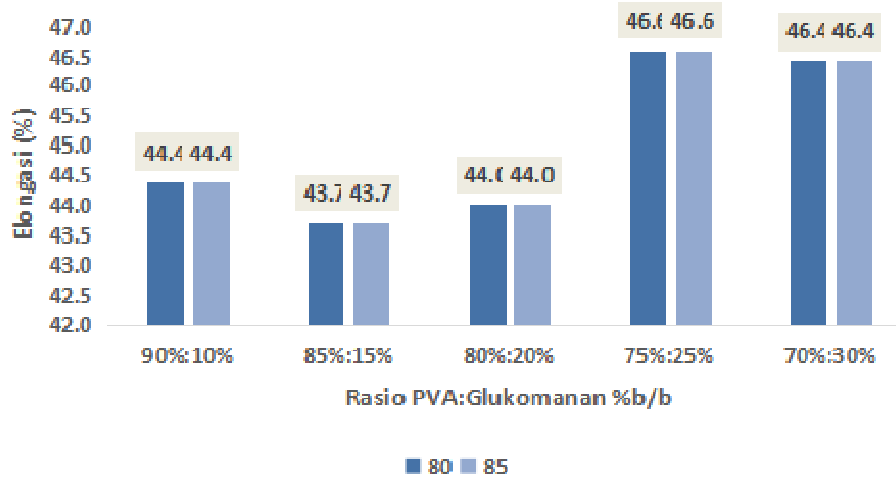


Gambar 2. Hubungan antara Ketahanan Air dengan Rasio PVA:Glukomanan pada berbagai Suhu Pencampuran

Karakteristik ketahanan bioplastik terhadap air diukur dengan memakai uji *swelling* yaitu berdasarkan persentase pengembangan plastik oleh adanya air. Dari hasil penelitian diketahui bahwa nilai persentase ketahanan tertinggi diperoleh pada perlakuan komposisi PVA:Glukomanan (80%:20%) dan suhu 80°C, selain itu komposisi PVA:Glukomanan (75%:25%) dan suhu 85°C juga memberikan ketahanan air urutan ketiga terbaik. PVA lebih memiliki ketahanan terhadap air dibanding glukomanan karena PVA tidak larut air dingin dan larut pada air suhu 90°C, sedangkan glukomanan dapat larut dalam air dingin sehingga komposisi PVA:Glukomanan (80%:20%) dengan suhu 80°C yang memiliki ketahanan air tertinggi (59,6%) dan lebih tinggi dari penelitian [12] tentang bioplastik berbasis glukomanan saja (42,9%). PVA mempunyai kelarutan di dalam air yang tinggi, hal ini dikarenakan adanya kandungan gugus hidroksil bebas pada susunan matriks polimer PVA yang memudahkan senyawa PVA berikatan dengan air dan terurai didalam air [14].

3.3. Pengaruh rasio PVA:Glukomanan dan Suhu Pencampuran Terhadap Elongasi Bioplastik

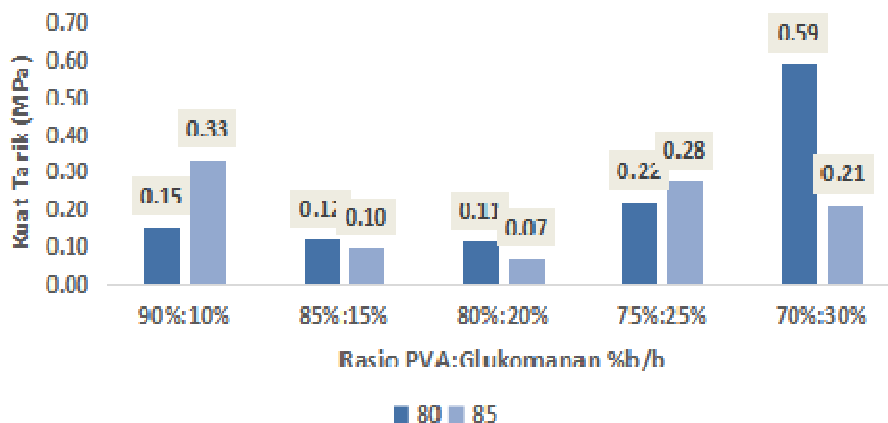
Nilai elongasi yang tinggi mengindikasikan film bioplastik bersifat tidak mudah putus karena mampu menahan beban dan gaya tarik yang diberikan, sebaliknya nilai elongasi yang rendah maka akan semakin mudah rapuh.



Gambar 3. Hubungan antara Elongasi dengan Rasio PVA:Glukomanan pada berbagai Suhu Pencampuran

Elongasi pada bioplastik yang dihasilkan dari berbagai variabel dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil elongasi pada bioplastik yang terbaik pada suhu pencampuran 85°C dan komposisi PVA:Glukomanan (70%:30%) yaitu nilai elongasi 46,7092%. Pada penelitian pembuatan *edible film* menunjukkan bahwa penggunaan glukomanan dalam jumlah besar menyebabkan kemampuan mengikat air dengan lebih baik, sehingga menghasilkan matriks gel yang dapat meningkatkan presentase elongasi dari *film* tersebut. Nilai elongasi hasil penelitian ini yang berbahan komposit PVA dan Glukomanan menunjukkan hasil yang lebih tinggi daripada bioplastik berbasis komposit maizena dan glukomanan. Berdasarkan SNI, bioplastik minimal memiliki nilai % elongasi sebesar 21-220%, sehingga hasil penelitian ini telah memenuhi standar.

3.4. Pengaruh rasio PVA:Glukomanan dan Suhu Pencampuran Terhadap Kuat Tarik Bioplastik

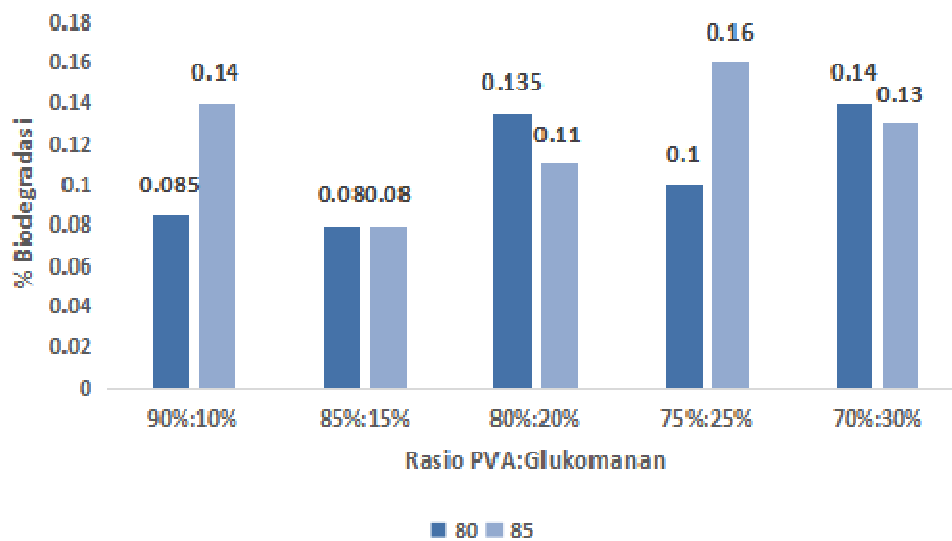


Gambar 4. Hubungan antara Kuat Tarik dengan Rasio PVA:Glukomanan pada berbagai Suhu Pencampuran

Kuat tarik pada bioplastik yang dihasilkan dari berbagai variabel dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil kuat tarik pada bioplastik yang terbaik pada suhu pencampuran 80°C dan komposisi PVA:Glukomanan (70%:30), yaitu nilai kuat tarik sebesar 0,589 (Mpa). Semakin tinggi komposisi glukomanan yang ditambahkan, nilai kekuatan tarik film juga semakin meningkat, hal ini dikarenakan adanya interaksi antar polimer glukomanan yang semakin kuat. Nilai kuat tarik minimal berdasarkan *Japanese Industrial Standart* adalah 0,3 Mpa [11]. Nilai kuat tarik hasil penelitian ini telah memenuhi standar.

3.5. Pengaruh rasio PVA:Glukomanan dan Suhu Pencampuran Terhadap Biodegradasi Bioplastik

Data rerata analisis biodegradasi bioplastik disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan antara % Biodegradasi dengan Rasio PVA:Glukomanan pada berbagai Suhu Pencampuran

Data analisis degradasi pada bioplastik dengan menggunakan EM4 sebagai bakteri starter selama 24 jam disajikan pada Gambar 5. Proses degradasi terjadi karena selama proses perendaman telah terjadi reaksi degradasi pada matriks polimer yang dikarenakan adanya aktivitas hidrolisis air atau mikroorganisme. Bioplastik berbasis PVA dan limbah kulit kopi terdegradasi dalam kisaran 5,23% hingga 7,36% [5]. Penelitian bioplastik PVA dan Glukomanan mampu terdegradasi dengan lebih baik karena nilai persen degradasinya lebih besar yaitu 8% hingga 16%. Persen degradasi tertinggi diperoleh pada komposisi PVA:Glukomanan (70%:30%) dan suhu 85°C.

4. Kesimpulan

Komposisi PVA:Glukomanan sebesar 70%:30% dan suhu 85°C memberikan hasil bioplastik terbaik yaitu nilai ketebalan 0,188 mm, ketahanan air 41,77%, nilai elongasi 46,7092%, nilai kuat tarik 0,589 (Mpa), dan terdegradasi sebesar 13%.

Referensi

- [1] Muller, C.; Neves, L.E.; Gomes, L.; Guimarães, M.; Ghesti, G.(2020). “ Processes for alcohol-free beer production”. *Food Sci. Technol*, 40: 273–281.
- [2] Zhao, X.; Cornish, K.; Vodovotz, Y.(2020). “ Narrowing the Gap for Bioplastic Use in Food Packaging: An Update”. *Environ. Sci. Technol*, 54: 4712–4732.
- [3] Basnal, S., Behera, A.R., Singhal, P. (2024). “Impact of Bioplastics Toward Sustainable Environment”. *RSYN Chemical Sciences*, 1(1): 10-22.
- [4] Dewi, R., Zulnazri, Sylvia, N., Riza, M. (2024). “Pengaruh *Compatibilizer Polyvinyl Alcohol-graft-Maleic Anhydride* (PVA-g-MAH) terhadap Karakteristik Plastik *Degradable* Berbasis Pati Sagu dan Pati Biji Nangka”. *Jurnal Riset Kimia*, 15(2): 47-64.
- [5] Kusumah, A.M., Christian¹, W., Siregar. T.M., Cornelia, M., Natania, K. (2023). “Pembuatan Kemasan Biokomposit Berbasis PVA (Polyvinyl Alcohol) dan Limbah Kulit Kopi”. *TEKNOTAN*, 17(3): 235-242.
- [5] Liu, B., Zhang, J., & Guo, H. (2022). “Research Progress of Polyvinyl Alcohol Water-Resistant Film Materials”. *Journal Membrans*, 2(341): 1-13.
- [7] Limbong, S. F., Harsojuwono, B. A., & Hartiati, A. (2022). “Pengaruh Pengaruh Konsentrasi Polivinil Alkohol dan Lama Pengadukan pada Proses Pemanasan Terhadap Karakteristik Komposit Biotermoplastik Maizena dan Glukomanan”. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 7(1).
- [8] Lusiana, S. W., Putri, D., Nurazizah, I. Z. & Bahruddin., (2019). “Bioplastic Properties of SagoPVA Starch with Glycerol and Sorbitol Plasticizers”. *J. Phys. Conf. Ser.*, 1351(1).
- [9] Czibulya, Z., Csík, A., Tóth, F., Pál, P., Csarnovics, I., Zelkó, R., & Hegedűs, C. (2021). “The Effect of the PVA/Chitosan/Citric Acid Ratio on The Hydrophilicity of Electrospun Nanofiber Meshes”. *Polymers*, 13(20).
- [10] Purnavita, S. & Dewi, V.C. (2021). “Kajian Ketahanan Bioplastik Pati Jagung dengan Variasi Berat dan Suhu Pelarutan Polivinil Alkohol”, *Journal of Chemical Engineering*, 2(1): 14-22.
- [11] Dea, F.I., Purbowati, I.S.M., Wibowo, C. (2025). “Karakteristik *edible film* yang dihasilkan dengan bahan dasar pektin kulit buah kopi robusta dan glukomanan”. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian (AGROINTEK)*, 16(3): 439-449.
- [12] Falah, Z.K., Suryati, Sylvia, N. (2021). “Pemanfaatan Tepung Glukomanan dari Pati Umbi Porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan *Edible Film*”. *Chemical Engineering Journal Storage*, 1(3): 50-62.
- [13] Satriadi, H. & Widayat. Bernike Vemmialia Jonfita, Nabilla Salma Listyawijayanti. (2025). “Characterization of Edible Film Made from Glucomannan Konjac Flour Modified Polyvinyl Alcohol (PVA) & Sorbitol as Plasticizer”. *Journal of Bioresources and Environmental Sciences*, 4(1): 46-54.

[14] Jiang, S., Qiao, C., Liu, R., Liu, Q., Xu, J., & Yao, J. (2023). "Structure and properties of citric acid cross-linked chitosan/poly(vinyl alcohol) composite films for food packaging applications". *Carbohydrate Polymers*, 312,