

PEMBUATAN BIOPLASTIK DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH NASI MENGGUNAKAN VARIASI KITOSAN DAN *PLASTICIZER GLISEROL*

Desti Lidya*¹, Adi Syakdani², Indah Purnamasari³, Siti Rahma Salsabilah⁴

^{1, 2, 3, 4} Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

Email: desti.lidya@polsri.ac.id

Abstract

Plastic is one of the biggest contributors to the problem as waste which is difficult to decompose naturally. Not only plastic waste, food waste in the form of rice as a staple food for Indonesian people is no less a contributor to food waste. This research aims to make bioplastics by utilizing rice waste with a mixture of chitosan and glycerol as a waste reduction solution. Bioplastics are made by mixing all the ingredients to make them homogeneous. Rice waste will be pretreated in the form of cleaning and drying to then be crushed and sifted into starch. Six samples were prepared with different variations of chitosan and glycerol (5:1, 1:0, 3:2, 2:1, 1:1, 2:3). The test consists of 4 tests: tensile strength test, elongation test, swelling power test and biodegradable test. The results showed that the optimal conditions for bioplastics were samples with a weight ratio of chitosan and glycerol 2:1 resulting in a tensile strength value of 6688.6 KPa, percent elongation of 6%, swelling power test of 6.57 and completely degraded within 3 days in the soil.

Keywords—Bioplastic, Chitosan, Rice Waste, Starch.

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, konsumsi bahan pangan beras menjadi kebutuhan primer yang sulit untuk digantikan oleh bahan pangan lain. Tercatat oleh Badan Pusat Statistik, pada tahun 2021 jumlah produksi beras untuk konsumsi penduduk mencapai sebesar 31,36 juta ton (BPS, 2021). *The Economist Intelligence Unit* mencatatkan Indonesia sebagai salah satu negara penghasil sampah makanan terbesar di dunia. Berdasarkan kajian Bappenas total produksi sampah makanan di Indonesia mencapai sebesar 23-48 juta ton/tahun dengan jenis sampah berupa nasi sebanyak 20 % (Bappenas. 2021).

Dengan adanya permasalahan sampah plastik dan sampah makanan berupa nasi, maka peneliti membuat Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah

karbon dan hydrogen (Surono, 2014). Bahan yang terbentuk dari bahan polimer ini dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk sesuai keinginan jika mengalami keadaan panas dan tekanan. Plastik dibentuk dengan kondensasi organik atau penambahan polimer juga dapat dibuat dengan zat lain untuk meningkatkan kualitas plastik. Ada beberapa polimer alam yang terindikasi sebagai plastik. Plastik dapat dicetak menjadi film dan serat sintetis. Plastik hadir dengan berbagai sifat yang memungkinkannya tahan terhadap panas, kuat, daya tahan tinggi, dan banyak lagi. Dikombinasikan dengan kemampuan beradaptasi, komposisi umum, dan bobotnya yang ringan, memastikan bahwa plastik digunakan di hampir semua sektor industri.

Adapun syarat mutu berdasarkan SNI 7818:2014 oleh Badan Standarisasi Nasional

(BSN) tentang kantong plastik mudah terurai atau bioplastik/*biodegradable* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Standar Mutu Plastik Mudah Terurai

No	Uraian	Satuan	Standar
1	Kuat Tarik	MPa	13,7
		Kg/cm ²	139,74
2	Elongasi	%	400-1120
3	Degradasi	%	100 (per 60 hari)

(Badan Standarisasi Nasional, 2014)

Kitosan merupakan biomaterial yang diperoleh dari deasetilasi kitin yang berasal dari kulit udang atau kepiting dengan natrium hidroksida. Kelimpahan kitosan di alam merupakan yang terbanyak kedua setelah selulosa, sehingga kitosan banyak digunakan sebagai bahan baku produk ramah lingkungan karena tidak beracun dan *biodegradable*. Penggunaan kitosan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik karena kitosan dapat membentuk lapisan yang bening, kuat, dan fleksibel. Proses degradasi bioplastik berbasis kitosan di lingkungan cenderung memakan waktu, sehingga perlu dilakukan penambahan pati sebagai aditif (Khantayanuwong, 2016). Kitosan yang ditambahkan ke bioplastik akan menciptakan struktur bioplastik dengan daya tahan yang lama. Film dan membran yang mudah terurai secara hayati dapat terdegradasi dan meningkatkan kualitas kertas, pulp dan tekstil (Masindi & Herdyastuti, 2017).

Penelitian produksi plastik *biodegradable* berkembang pesat dan salah satu bahan yang digunakan adalah polimer alam (Harimbi et al, 2020). Plastik *biodegradable* dapat dibuat dari pati. Pati adalah jenis karbohidrat yang ditemukan dalam polimer glukosa yang terdiri dari amilosa dan amilopektin. Pati yang terkandung dalam limbah beras dapat

digunakan sebagai bahan baku plastik *biodegradable*.

Plastik yang berbahan dasar pati umumnya dikenal dengan istilah BPS (*Bioplastic Starch*). *Bio-plastic Starch* didefinisikan sebagai suatu bahan polimer amorf (tak berbentuk) atau semi-kristal yang terdiri dari monomer-monomer pati yang telah tergelatinisasi atau terdestrukturisasi dan telah ditambahkan satu atau beberapa jenis *plasticizer* (bahan tambahan untuk mendukung sifat plastis dari plastik) (Metha et al, 2014). Penelitian menggunakan campuran tepung tapioka dan tepung nasi aking secara fisik kurang tahan terhadap beban mekanik, tetapi cukup fleksibel untuk digunakan (Kumoro & Purbasari, 2014). Kandungan amilose dalam pati akan membentuk tekstur dan permukaan yang teratur, serta meningkatkan elastisitas dan kelekatan pada produk berbasis pati. Pati yang mempunyai kadar amilose yang tinggi akan membentuk gel yang lebih keras dan padat. Kadar air yang cukup tinggi dalam tepung limbah nasi dapat memberi efek *plasticizer* dengan menurunkan ketahanan mekanik dan meningkatkan fleksibilitas dari bahan plastic *biodegradable* yang dihasilkan.

Dari penelitian menyimpulkan bahwa penggunaan tepung nasi aking sebagai bahan awal untuk produksi bioplastik, semakin banyak gliserin yang ditambahkan ke bahan plastik, semakin banyak bioplastik dengan kekuatan tarik yang lebih rendah, elongasi yang lebih tinggi, ketahanan air yang lebih rendah, dan lebih rentan terhadap degradasi. Sebaliknya, semakin banyak kitosan yang ditambahkan pada bahan plastik, kekuatan tariknya akan semakin tinggi, pemanjangannya akan semakin rendah, ketahanan airnya akan semakin tinggi, dan proses degadasinya akan semakin lama (Riyanti et al, 2018).

Mempelajari cara pembuatan bioplastik dari komposit tepung beras dan tepung tapioka menggunakan proses ekstrusi ulir kembar dan

pencetakan kompresi tanpa penambahan *plasticizer* (Lopattananon et al, 2016). Penelitian telah menyimpulkan bahwa semua bubuk dan komposisinya dapat dicampur secara merata. Selain itu, kekuatan sobek bioplastik yang terbuat dari tepung beras lebih tinggi dari tepung tapioka, tetapi fleksibilitasnya lebih rendah, meningkat seiring dengan peningkatan komposisi. Di sisi lain, penelitian menemukan bahwa penambahan sorbitol sebagai *plasticizer* dapat menghasilkan biofilm yang baik dari pati singkong dan tepung beras. Mereka menghasilkan kekuatan tarik tertinggi bioplastik 19,4 kgf dari komposit yang mengandung 70:30 pati singkong: tepung beras dan 30% b/b sorbitol sebagai *plasticizer* (Rachtanaput et al, 2014).

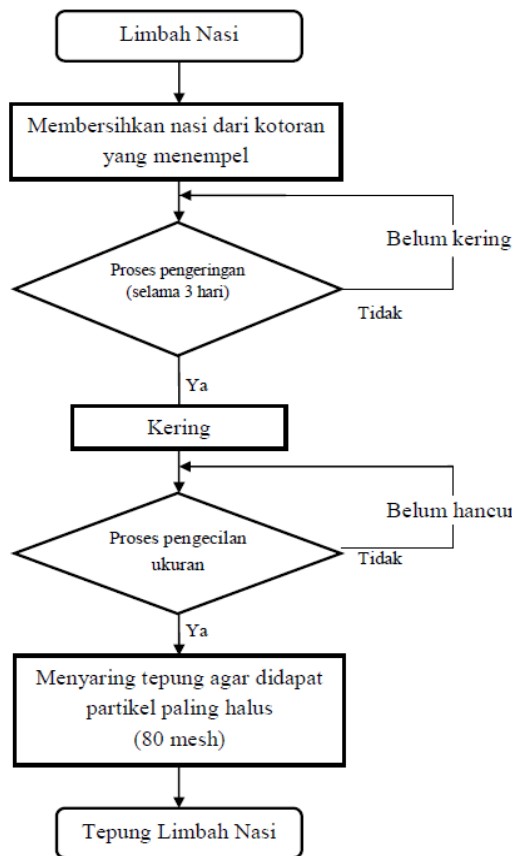
Bioplastik terbuat dari pati, selulosa, kitosan, dan protein yang diekstraksi dari biomassa terbarukan. Plastik ini memberikan dampak positif bagi masyarakat dan lingkungan sekitar. Penelitian bioplastik dengan menggunakan campuran antara pati tepung kulit pisang dan nasi aking. Hasil optimum diperoleh pada perbandingan pati 12:8 dengan nilai kuat tarik 2,4 MPa, nilai elongasi 14,87% dan nilai biodegradasi 66,89% (Herawati, R., dan Yustinah. 2021). Pada penelitian menggunakan rumput laut yang dicampur dengan masing-masing komposit pati tepung biji buah nangka, durian dan alpukat. Hasilnya komposit biji durian memiliki keunggulan paling optimal dengan nilai kuat tarik sebesar 4,69 Mpa, nilai uji tahan air 68,84 % dan nilai uji biodegradasi 87,43% dalam 14 hari. Sifat tarik pada pati akan sangat cocok untuk produksi bahan kemasan, dan gliserol ditambahkan ke dalam pati sebagai *plasticizer*. Karakteristik bioplastik yang diperlukan dicapai dengan menyesuaikan jumlah aditif yang digunakan (Yusmaniar, et al 2019).

2. METODE PENELITIAN

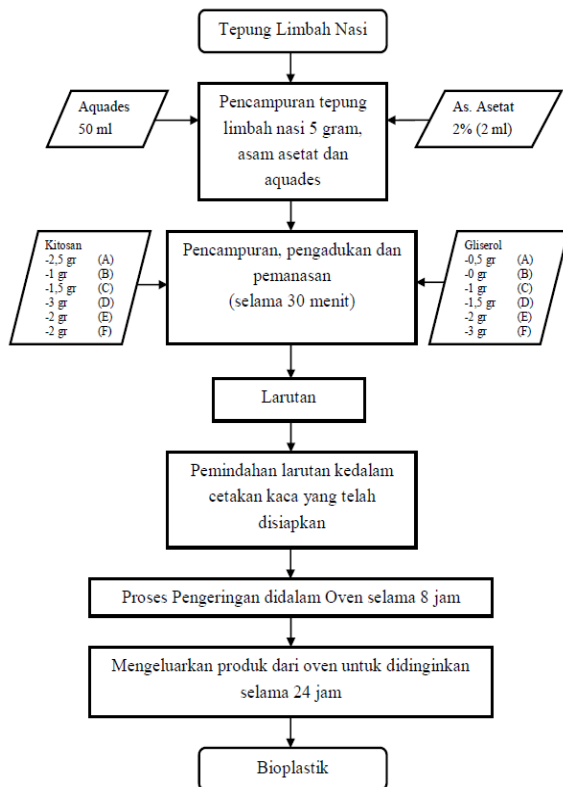
Penelitian ini akan berfokus pada pati tepung limbah nasi sebagai bahan dasar utama dan memvariasikan zat aditif berupa kitosan sebagai filler dan gliserol sebagai *plasticizer* untuk menentukan formulasi yang paling tepat dan optimal dalam pembuatan bioplastik dari pati tepung limbah nasi. Percobaan ini terdiri dari 4 tahap utama yaitu: proses *pretreatment* limbah nasi menjadi tepung, proses pembuatan bioplastik, proses pencetakan dan pengeringan bioplastik serta proses pengujian mutu produk yang dihasilkan.

Gambar 1 menunjukkan tahapan limbah nasi menjadi tepung/pati sebagai bahan dasar utama pembuatan bioplastik, selanjutnya gambar 2 menunjukkan tahapan pembuatan bioplastik dengan memvariasikan 6 sample A, B, C, D, E, F dengan perbandingan kitosan dan gliserol yaitu sample A = 5:1, sample B = 1:0, sample C = 3:2, sample D = 2:1, sample E = 1:1, dan sample F = 2:3.

Proses uji mutu produk bioplastik dilakukan dengan beberapa pengujian yaitu uji kuat tarik, uji elongasi, uji *swelling power* serta uji biodegradasi.



Gambar 1 Diagram Alir *Pretreatment* Limbah Nasi menjadi Tepung

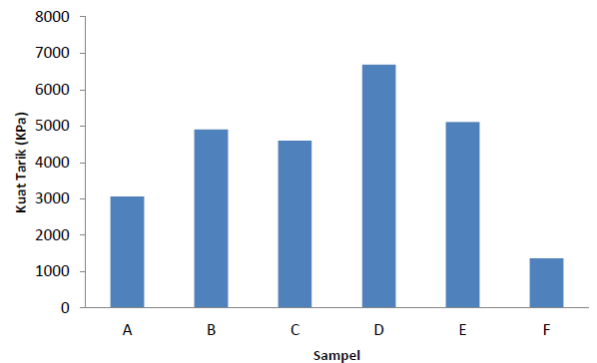


Gambar 2 Diagram Alir Pembuatan Bioplastik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Jumlah Kitosan dan Gliserol terhadap Uji Kuat Tarik

Kuat tarik (*tensile strength*) adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh plastik selama waktu pengukuran berlangsung. Kuat tarik dipengaruhi oleh jenis bahan pemlastis yang ditambahkan dalam proses pembuatan plastik tersebut (Harimbi et al, 2020). Nilai kuat tarik akan semakin tinggi jika adanya penambahan zat amilosa yang dapat menyebabkan jaringan polimer dalam bioplastik semakin padat. Struktur amilosa pada pati tepung limbah nasi akan bereaksi dengan kitosan yang merupakan salah satu struktur polisakarida yang menyerupai selulosa untuk membentuk sebuah ikatan homogen dan menghasilkan struktur plastik yang lebih rapat dan kuat (Herawati & Yustinah, 2021).



Gambar 3 Pengaruh Jumlah Kitosan dan Gliserol terhadap Nilai Kuat Tarik

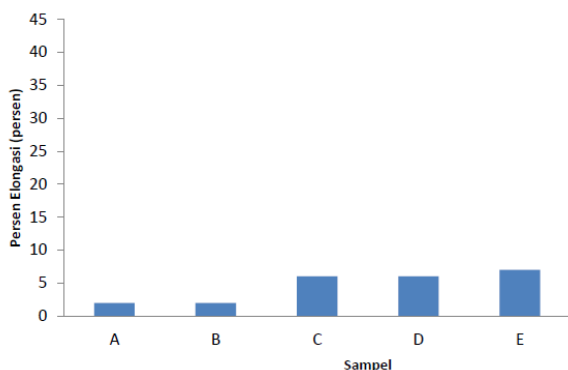
Gambar 3 memberikan informasi bahwa terjadi kenaikan dan penurunan pada nilai kuat tarik bioplastik akibat pengaruh jumlah kitosan dan gliserol dalam bioplastik yang dihasilkan. Pada sampel A dengan jumlah kitosan 2,5 gr dan gliserol 0,5 gr (perbandingan berat 5:1) didapat nilai kuat tarik yang dihasilkan adalah 3065,6 KPa. Sampel B

dengan jumlah kitosan 1 gr dan gliserol 0 gr (perbandingan berat 1:0) mendapat nilai kuat tarik sebesar 4905 KPa. Untuk sampel C dengan campuran kitosan 1,5 gr dan gliserol 1 gr (perbandingan berat 3:2) didapatkan nilai kuat tarik sebesar 4598,4 KPa. Pada sampel D dengan campuran kitosan 3 gr dan gliserol 1,5 gr (perbandingan berat 2:1) nilai kuat tarik yang dihasilkan adalah 6688,6 KPa. Untuk sampel E campuran kitosan 2 gr dan gliserol 2gr (perbandingan berat 1:1) mendapat nilai kuat tarik 5109,3 KPa. Untuk sampel F dengan campuran kitosan 2 gr dan gliserol 3 gr (perbandingan berat 2:3) didapatkan nilai kuat tarik sebesar 1362,5 KPa.

Pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa semakin tinggi jumlah kitosan yang ditambahkan kedalam bioplastik maka akan semakin tinggi nilai kuat tariknya, sebaliknya semakin banyak jumlah gliserol dalam bioplastik maka semakin rendah nilai kuat tariknya.

3.2. Pengaruh Jumlah Kitosan dan Gliserol terhadap Uji Elongasi

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan pengaruh variasi jumlah kitosan dan gliserol terhadap hasil uji elongasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Pengaruh Jumlah Kitosan dan Gliserol terhadap Uji Elongasi

Gambar 4 memberikan informasi bahwa terjadi kenaikan pada persen elongasi bioplastik akibat pengaruh jumlah kitosan dan gliserol dalam bioplastik yang dihasilkan. Persen elongasi memiliki sifat yang berkebalikan dengan nilai kuat tarik. Sampel yang memiliki nilai kuat tarik yang besar cenderung menghasilkan persen elongasi yang rendah dan sebaliknya. Pada sampel A dengan jumlah kitosan 2,5 gr dan gliserol 0,5 gr (perbandingan berat 5:1) didapat persen elongasi yang dihasilkan adalah 2 persen. Sampel B dengan jumlah kitosan 1 gr dan gliserol 0 gr (perbandingan berat 1:0) mendapat persen elongasi sebesar 2 persen. Untuk sampel C dengan campuran kitosan 1,5 gr dan gliserol 1 gr (perbandingan berat 3:2) didapatkan persen elongasi sebesar 6 persen. Pada sampel D dengan campuran kitosan 3 gr dan gliserol 1,5 gr (perbandingan berat 2:1) persen elongasi yang dihasilkan adalah 6 persen. Untuk sampel E campuran kitosan 2 gr dan gliserol 2gr (perbandingan berat 1:1) mendapat persen elongasi 7 persen. Untuk sampel F dengan campuran kitosan 2 gr dan gliserol 3 gr (perbandingan berat 2:3) didapatkan nilai persen elongasi sebesar 42 persen.

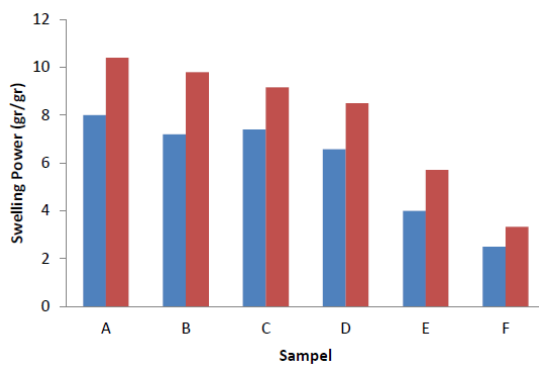
Pada Gambar 4 memberikan informasi bahwa terjadi peningkatan persen elongasi dari sampel A sampai F. Sampel A dan B yang memiliki persen elongasi yang sama yaitu 2 persen dengan jumlah gliserol sebanyak 0,5 gr dan 0 gr. Dengan minimalnya kadar gliserol dalam campuran bioplastik sampel A dan B memberikan tingkat kelenturan yang paling rendah karena struktur bioplastik yang dihasilkan memiliki sifat yang keras dan kuat. Pada sampel C dan D yang memiliki persen elongasi sedikit lebih besar dari sampel A dan B yaitu 6 persen.

Dalam sampel C dan D jumlah gliserol dalam campuran adalah 1 gr dan 1,5 gr. Penambahan kadar gliserol memberikan tingkat kelenturan yang sedikit meningkat dari

sebelumnya. Sampel E dengan jumlah gliserol sebanyak 2 gr menghasilkan persen elongasi 7 persen, 1 persen lebih tinggi dari sampel C dan D.

3.3 Pengaruh Jumlah Kitosan dan Gliserol terhadap Uji *Swelling Power*

Berdasarkan data analisa yang dilakukan dengan variasi jumlah kitosan dan gliserol dapat dilihat pengaruhnya terhadap nilai *swelling power* pada Gambar 5.



Gambar 5 Pengaruh Jumlah Kitosan dan Gliserol terhadap Uji *Swelling Power*

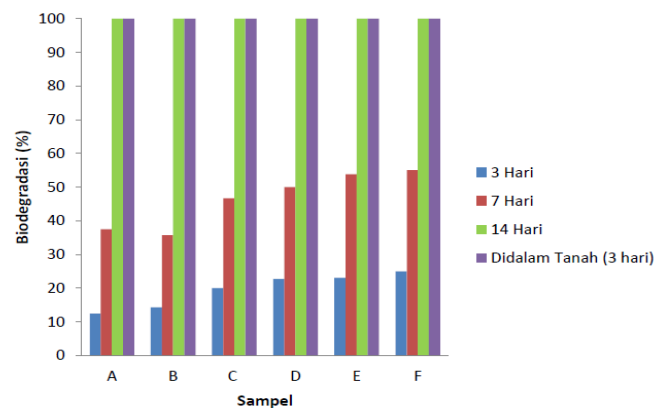
Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa bioplastik yang memiliki jumlah gliserol paling tinggi dan jumlah kitosan yang paling rendah akan menghasilkan *swelling power* paling kecil. Pada sampel A dengan jumlah kitosan 2,5 gr dan gliserol 0,5 gr (perbandingan berat 5:1) didapat *swelling power* 8 pada perendaman 1 menit dan 10,4 pada perendaman 2 menit. Sampel B dengan jumlah kitosan 1 gr dan gliserol 0 gr (perbandingan berat 1:0) mendapat nilai *swelling power* 7,2 untuk 1 menit perendaman dan 9,8 untuk 2 menit perendaman. Untuk sampel C dengan campuran kitosan 1,5 gr dan gliserol 1 gr (perbandingan berat 3:2) didapatkan *swelling power* 7,4 dalam 1 menit rendaman dan 9,16 dalam 2 menit rendaman. Pada sampel D dengan campuran kitosan 3 gr dan gliserol 1,5 gr (perbandingan berat 2:1) nilai *swelling power* didapat 6,57 untuk 1 menit perendaman dan 8,5 untuk 2

menit perendaman. Untuk sampel E campuran kitosan 2 gr dan gliserol 2gr (perbandingan berat 1:1) mendapat *swelling power* sebesar 4 dalam 1 menit perendaman dan 5,71 dalam 2 menit perendaman. Untuk sampel F dengan campuran kitosan 2 gr dan gliserol 3 gr (perbandingan berat 2:3) didapatkan *swelling power* dengan nilai 2,5 dalam 1 menit perendaman dan 3,33 dalam 2 menit perendaman. bahwa semakin lama perendaman terjadi maka kuantitas penyerapan air dalam bioplastik juga akan berkurang. Pada sampel A dengan nilai *swelling power* pada rendaman 1 menit ialah 8 dan 10,4 pada rendaman menit ke-2.

Penyerapan air memiliki jumlah air yang cukup banyak dalam bioplastik, namun pada menit kedua *swelling power* hanya naik dari 8 hingga 10,4. Kondisi ini menyatakan bahwa bioplastik pati tepung limbah nasi memiliki *limit* daya serap yang terbatas. Hal ini berlaku juga terhadap seluruh sampel bioplastik yang daya penyerapan airnya menurun pada menit ke-2.

3.4 Pengaruh Jumlah Kitosan dan Gliserol terhadap Uji Biodegradasi

Berikut hasil analisa yang telah dilakukan pada pengaruh jumlah kitosan dan gliserol terhadap nilai uji biodegradasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Pengaruh Jumlah Kitosan dan Gliserol terhadap Uji Biodegradasi

Gambar 6 menunjukkan bahwa berat plastik mengalami proses degradasi secara simultan. Dalam uji biodegradasi dilakukan 2 jenis perlakuan yaitu dengan peletakan bioplastik diatas permukaan tanah dan penimbunan bioplastik didalam tanah. Perlakuan ini bertujuan untuk mengamati perlakuan terhadap bioplastik mana yang paling cepat mengalami degradasi. Pada Gambar 6 merupakan grafik hasil biodegradasi terhadap bioplastik dengan menunjukkan persentase kehilangan berat bioplastik selama periode waktu 3 hari, 7 hari dan 14 hari untuk perlakuan penimbunan bioplastik diatas permukaan tanah.

Dari grafik diketahui pada perlakuan-1 (bioplastik diatas tanah) mengalami degradasi 100 persen dalam kurung waktu 14 hari. Pada hari ke-3 pengurangan berat film bioplastik sampel A sebesar 12,5 persen dan meningkat pada sampel B sebesar 14,28 persen. Sampel C, D dan E mengalami pengurangan berat film bioplastik sebesar 20 persen, 22,72 persen dan 23,07 persen. Dari hasil data analisa hari ke-3, didapat persen kehilangan berat paling tinggi terjadi pada sampel F sebesar 25 persen. Pada sampel F memiliki kadar gliserol paling tinggi dengan jumlah 3 gr dan kitosan 2 gr, jumlah gliserol yang meningkat pada bioplastik sampel F memberikan daya degradasi yang lebih cepat dari sampel lain.

Pada hari ke-7 pengurangan berat film bioplastik mengalami peningkatan lebih dari 50persen dari pengurangan berat hari ke-3. Sampel A mengalami pengurangan berat sebesar 37,5 persen. Pada sampel B, C, D dan E juga mengalami peningkatan penyusutan bioplastik menjadi 35,71 persen, 46,66 persen, 50 persen dan 53,84 persen. Sampel F mengalami pengurangan berat sebesar 55

persen, hingga pada hari ke-14 bioplastik telah mengalami degradasi sebesar 100 persen. Berdasarkan peningkatan persen kehilangan berat, sampel F menjadi variasi paling baik dalam degradasi.

Pada perlakuan ke-2 bioplastik yang di posisikan didalam tanah dimana bioplastik akan diletakkan diatas tanah lalu dilakukan penimbunan kembali oleh tanah. Pada perlakuan ini hasil biodegradasi yang didapatkan adalah seluruh sampel bioplastik terdegradasi 100 persen dalam kurung waktu 3 hari. Berbeda halnya dengan perlakuan ke-1 dengan peletakan bioplastik dipermukaan tanah yang memerlukan waktu 14 hari untuk terdegradasi 100 persen, perlakuan ke-2 menghasilkan daya degradasi yang sangat cepat pada prosesnya. Proses biodegradasi yang cepat pada perlakuan ke-2 (didalam tanah) terjadi akibat kontak langsung yang terjadi antara dua sisi bioplastik sehingga meningkatkan penyebaran mikroorganisme dalam tanah lebih tinggi. Bioplastik yang ditimbun didalam tanah secara langsung akan berkontak dengan unsur air didalam tanah serta struktur biopolimer akan mudah terurai dan terdekomposisi saat penimbunan terjadi. Pada perlakuan ke-1 bioplastik hanya berkontak pada satu sisi dengan tanah. Sehingga mikroorganisme dan unsur air dalam tanah memerlukan waktu untuk menguraikan polimer-polimer bioplastik. Bioplastik yang diletakkan diatas tanah juga akan berkontak langsung dengan udara sehingga akan memungkinkan tanah sulit untuk memecah struktur bioplastik yang dihasilkan.

4. SIMPULAN

1. Kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian ini adalah cmgdm hasil pengujian yang memiliki kondisi optimal bioplastik adalah sampel dengan perbandingan berat kitosan dan gliserol 2:1, sampel D, yang menghasilkan nilai kuat tarik 6688,6 KPa, persen elongasi 6 %, uji swelling power sebesar 6,57 dan terdegradasi sempurna dalam waktu 3 hari didalam tanah.
2. Variasi konsentrasi kitosan dan *plasticizer* yang paling optimal untuk pembuatan bioplastik dari pati tepung limbah nasi

ditinjau dari nilai kuat tariknya adalah sampel D dengan perbandingan berat kitosan dan gliserol 2:1 dihasilkan nilai kuat tarik 6688,6 KPa, persen elongasi 6 persen, nilai *swelling power* sebesar 6,57 dan terdegradasi sebesar 50 persen dalam 7 hari di atas permukaan tanah. Ditinjau dari persen terdegradasi, perlakuan pada bioplastik dengan penimbunan didalam tanah mengalami degradasi paling baik karena seluruh sampel dapat terdegradasi sempurna dalam waktu 3 hari.

3. Berdasarkan SNI 7818:2014 oleh Badan Standarisasi Nasional tentang bioplastik dengan syarat mutu minimal kuat tarik adalah 13,7 Mpa atau setara dengan 13700 KPa, kemuluran minimal 400 persen dan terdegradasi sempurna dalam 60 hari. Nilai yang paling optimal pada uji kuat tarik yang dihasilkan adalah 6688,6 KPa, persen elongasi tertinggi sebesar 42 persen dan nilai *swelling power* tertinggi sebesar 8. Nilai kuat tarik dan elongasi yang dihasilkan belum mencukupi syarat minimal dalam SNI 7818:2014 sementara degradasi plastiknya telah memenuhi syarat dengan terdegradasi sempurna di dalam tanah dalam waktu 3 hari.

5. REFERENSI

- Bappenas. 2021. *Food loss and waste di Indonesia*. Laporan Kajian. Indonesia Green Growth Program. Diakses pada 22 Agustus 2023.
- BPS. (2021). *Konsumsi padi-padian dan umbi-umbian per kapita per minggu*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. Indonesia
- Harimbi, S., Satria, Y., Zamroni, B.F.A, Dwi, A.A., dan Muyassaroh. 2020. Optimalisasi pemanfaatan nasi aking menjadi plastik biodegradable untuk mengembangkan budaya eco green pada masyarakat di kelurahan Mojolangu kota Malang. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, Vol 6(2): 18-23.
- Herawati, R., dan Yustinah. 2021. Pengaruh perbandingan tepung nasi aking dan tepung kulit pisang dalam pembuatan plastik biodegradable. *Konversi: Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta*, Vol 10(2): 1-6.
- Khantayanuwong, S., Khemarom, C., dan Salaemae, S. 2016. Effects of shrimp chitosan on the physical properties of handsheets. *Elsevier Journal*, Vol.51(1): 53-56.
- Kumoro, A.C., dan Purbasari, A. 2014. Sifat mekanik dan morfologi plastic biodegradable dari limbah tepung nasi aking dan tepung tapioca menggunakan pemlastik gliserol. *Teknik: Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Kerekayasaan Universitas Diponegoro*, Vol.35(1): 8-16.
- Lopattananon, N., Thongpin, C., dan Sombabsompop, N. 2016. Bioplastic from blend of cassava and rice flours: the effect of blend composition. *Journal of International Polymer Processing*, Vol.27(3): 334-340.
- Masindi, T., dan Herdyastuti, N. 2017. Karakterisasi kitosan dari cangkang kerang Dara (Anadara granosa). *Unesa Journal of Chemistry*, Vol.6(3): 137-142.
- Metha, V., Darshan, M. dan Nishith, D. 2014. Can a starch based plastic be an option of environmental friendly plastic? *Journal of Global Biosciences*, Vol.3(3): 681-685.
- Rachtanapun, P., Luangkamin, S., Tanprasert, K., dan Suriyatem, R. 2014. Carboxymethyl cellulose film from durian rind. *Food Science and Technology Journal*, Vol.48: 52-58.
- Riyanti, N., Restiandika, F., dan Lestari, R.A.S. 2018. Plastik biodegradable limbah nasi. *Seminar Nasional Teknik Kimia Ecosmart*, Vol.1(1): 203-211.
- Surono, U.B. 2014. Berbagai metode konversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. *Jurnal Teknik*, Vol.3(1): 32-40.
- Yusmaniar, Y., D I Syafei, M Arum, E Handoko, C Kurniawan, and M R Asali. 2019. Preparation and characterization of Seaweed based Bioplastic Blended with Polysaccharides derived from various seeds of Avocado, Jackfruit and Durian. *Journal of Physics: Conference Series*, Vol 1402, Issue 5. DOI 10.1088/1742-6596/1402/5/055097