

PENGARUH KONSENTRASI PATI SAGU (*Metroxylon sago Rottb*) DAN KITOSAN TERHADAP KARAKTERISTIK BIODEGRADABLE FILM BERBASIS SABUT KELAPA MUDA

EFFECT OF SAGO STARCH (*Metroxylon sago Rottb*) AND CHITOSAN CONCENTRATION ON A CHARACTERISTICS BIODEGRADABLE FILM BASED ON YOUNG COCONUT FIR

Irkhamna Annisa, W.J.^{1*}, Zulferiyenni², Sri Hidayati, Otik Nawansih

¹ Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

* email korespondensi: zulferiyenni@gmail.com

Tanggal masuk: 10 Juli 2024

Tanggal diterima: 12 Agustus 2024

Abstract

Biodegradable films have the potential to be used as bioplastics that are easily degraded in nature made from various renewable materials (renewable sources). Young coconut fiber contains 43.4% cellulose. This research aims to determine the effect of sago starch and chitosan concentrations on the characteristics of *biodegradable* film from young coconut fiber cellulose, as well as determine the interaction of sago starch and chitosan concentrations with the best characteristics according to SNI 7818: 2014. This research arranged by using Design Random Group Complete (RAKL) with two factors and two replications. The first factor is the concentration of sago starch with code (P) which consists of four concentrations (0%, 1.5%, 3% and 4.5%) (w/v). The second factor is the chitosan concentration with the code (K) which consists of three concentrations (0%, 1% and 2%) (w/v). Based on the research results, it shows that there is a different influence on the characteristics of young coconut fiber cellulose-based *biodegradable* film. All characteristics, except the percent elongation value of the resulting *biodegradable* film which meets SNI 7818: 2014 standards, can be degraded for 3 weeks and has room temperature resistance for 3 weeks..

Keywords: biodegradable film, chitosan, sago starch, young coconut fiber, and cellulose

Abstrak

Biodegradable film berbasis selulosa memiliki potensi dijadikan bioplastik yang mudah terdegradasi di alam yang dibuat dari berbagai bahan terbarukan (renewable sources). Sabut kelapa muda mengandung selulosa sebesar 43,4%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pati sagu dan kitosan terhadap karakteristik *biodegradable* film dari selulosa sabut kelapa muda, serta mengetahui interaksi konsentrasi pati sagu dan kitosan dengan karakteristik terbaik sesuai SNI 7818 : 2014. Penelitian ini disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan dua faktor dan dua ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi pati sagu dengan kode (P) yang terdiri dari empat konsentrasi (0%, 1,5%, 3% dan 4,5%) (b/v). Faktor kedua adalah konsentrasi kitosan dengan kode (K) yang terdiri dari tiga konsentrasi (0%, 1% dan 2%) (b/v). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh yang berbeda terhadap karakteristik *biodegradable* film berbasis selulosa sabut kelapa muda. Semua karakteristik, kecuali nilai persen pemanjangan dari *biodegradable* film yang dihasilkan yang sudah memenuhi standar SNI 7818 : 2014, dapat terdegradasi selama 3 minggu dan memiliki ketahanan suhu ruang selama 3 minggu

Kata Kunci: *biodegradable* film, selulosa, sabut kelapa muda, pati sagu, dan kitosan.

PENDAHULUAN

Sampah plastik telah menjadi salah satu masalah lingkungan yang paling

mendesak, karena selalu terjadi peningkatan dalam jumlah yang dihasilkan setiap tahunnya. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional

(SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2022 grafik komposisi sampah berdasarkan sumber sampah menunjukkan bahwa sampah plastik di Indonesia menempati urutan kedua timbunan sampah yakni sebanyak 17,8% (SIPSN, 2022). Produksi sampah plastik di Indonesia telah mencapai 64 juta ton/tahun. Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukannya penanggulangan agar mengurangi limbah plastik, seperti mengganti plastik dengan plastik yang ramah lingkungan adalah *Biodegradable* film.

Biodegradable film merupakan polimer yang mudah terdegradasi di alam yang dibuat dari berbagai bahan terbarukan (renewable sources) salah satunya adalah selulosa. Salah satu sumber selulosa yang dapat dijadikan bahan pembuatan *biodegradable* film adalah limbah sabut kelapa muda. Pemanfaatan sabut kelapa muda hingga kini masih sedikit, karena umumnya masyarakat hanya mengambil air dan daging buah dari buah kelapa muda, sehingga menghasilkan limbah sabut kelapa muda yang melimpah. Limbah sabut kelapa muda tersedia cukup melimpah karena setiap buah kelapa muda mengandung sekitar 35% sabut kelapa muda (Maulana et al., 2019). Hal ini menyebabkan ketersediaan limbah sabut kelapa muda sangat mudah diperoleh dimana-mana. Oleh karena itu limbah sabut kelapa muda perlu dimanfaatkan menjadi suatu produk yang bermanfaat, salah satunya adalah *biodegradable* film (Saputro dkk, 2023). Sabut kelapa muda mengandung selulosa 43,4% dan lignin 45,84% (Praputri dkk., 2022). Tingginya kandungan selulosa pada sabut kelapa muda memiliki potensi sebagai material *biodegradable* film karena selulosa mempunyai ciri yang

keras dan solid. Penelitian yang telah dilakukan oleh Permadi (2019) menggunakan bahan baku selulosa sabut kelapa muda dengan penambahan CMC dan gliserol memperoleh nilai kuat tarik yang belum memenuhi standar SNI, yaitu 24,7 - 302 MPa, selain itu masih ditemukan flok-flok pada permukaan film yang dihasilkan. Hal ini dapat diatasi dengan penambahan filler yang berfungsi untuk mengisi rongga film dan penambahan kitosan yang berfungsi meningkatkan kuat tarik pada *biodegradable* film yang dihasilkan.

Bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati sagu. Pati sagu merupakan salah satu filler yang dapat memperbaiki karakteristik *biodegradable* dengan kelebihanannya mudah tergelatinisasi pada suhu rendah, memiliki viskositas yang tinggi, mudah dicetak, dan sineresisnya rendah. Selain itu kelebihan pati sagu lainnya adalah harganya yang murah dan ketersediaannya yang melimpah karena sagu merupakan salah satu komoditi perkebunan yang memiliki prospek pengembangan yang cukup bagus di Indonesia (Syartiwidya, 2023). Berdasarkan data kementerian pertanian, produksi sagu di Indonesia mencapai 381.065 ton pada tahun 2021 dengan luas area lahan 206.150 Ha (Kemenperin, 2021).

Kitosan adalah hasil proses deasetilasi dari senyawa kitin yang banyak terdapat pada kulit luar hewan golongan Crustaceae seperti udang dan kepiting. Kitosan yang digunakan pada penelitian ini berasal dari cangkang udang. Penambahan kitosan memiliki keunggulan dapat membentuk film dengan sifat mekanik yang cukup baik yang dapat meningkatkan nilai kuat tarik, karena kitosan membentuk ikatan hidrogen antar

molekul yang membuat *biodegradable* film lebih padat, kuat, dan sulit dipecah (Fathanah et al., 2018) dan dapat meningkatkan lama waktu biodegradasi disebabkan oleh sifat anti mikroba yang dimiliki oleh kitosan, karena dapat menghambat bakteri patogen dan mikroorganisme pembusuk, termasuk jamur, bakteri gram- positif, dan bakteri gram negatif. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk menentukan variasi konsentrasi terbaik antara pati sagu dan kitosan yang dapat memperbaiki karakteristik *biodegradable* film sebagai pengemas bioplastik yang sesuai dengan SNI 7818 : 2014.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian *biodegradable film* ini adalah sabut kelapa muda yang diperoleh dari tempat penjual es kelapa muda di Bandar Lampung, pati sagu dan kitosan. Bahan lain yang digunakan antara lain adalah gliserol 0,5% (b/v), CMC, NaOH 2,5% (v/v), H₂O₂ 3% (v/v), NaCl 40% (b/v), aquades, *silica gel* dan tanah sebagai media pengurai.

Alat yang digunakan adalah timbangan digital, blender, baskom, kain saring, kain kasa, hot plate, stopwatch, batang pengaduk, thermometer, erlenmeyer, gelas beaker, cawan, pipet tetes, spatula, cawan petri, *Universal Testing Machine* (UTM) untuk menguji kuat tarik, dan persen pemanjangan, dan *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) untuk menguji permeabilitas uap air.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan secara faktorial menggunakan Rancangan Acak

Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari 2 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi pati sagu (P) dengan taraf 0% (b/v) (P0), 1,5% (b/v) (P1), 3% (b/v) (P2), dan 4,5% (b/v) (P3). Dan faktor kedua yaitu kitosan (K) pada taraf 0% (v/v) (K0), 1% (v/v) (K1), dan 2% (v/v) (K2). Kedua faktor kemudian dikombinasikan sehingga diperoleh perlakuan dengan masing – masing konsentrasi pati sagu dan kitosan yang berbeda dan secara keseluruhan menghasilkan 24 unit sampel dalam 2 kali ulangan dengan tiap ulangan menggunakan selulosa 300 gram dan aquades sebanyak 6L dan tiap unit lembar *biodegradable film* menggunakan selulosa 5 gram dan aquades sebanyak 100 mL.

Pengamatan yang dilakukan yaitu nilai kuat tarik, persen pemanjangan, permeabilitas uap air, biodegradabilitas, dan ketahanan terhadap suhu ruang. Hasil data pengamatan kuat tarik, persen pemanjangan, permeabilitas uap air, biodegradabilitas, dan ketahanan terhadap suhu ruang akan diuji analisis ragamnya dengan uji barlet dan kenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data akan dianalisis ragam untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perlakuan dan diolah lebih lanjut dengan uji polinomial ortogonal. Data untuk pengujian ketahanan *biodegradable film* pada suhu ruang dan uji biodegradabilitas disajikan dalam bentuk gambar dan dibahas secara deskriptif

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan 5 (lima) tahapan. Penelitian tahap pertama adalah pembuatan bubur sabut kelapa muda, Pembuatan bubur sabut kelapa muda merujuk kepada metode yang

digunakan oleh Zulferiyenni (2004) dengan modifikasi. Sabut buah kelapa yang digunakan diambil ± 1 cm dibawah lapisan luar (*epicarp*) sebanyak 10 gram. Sabut kelapa muda yang telah diambil kemudian dicuci dan dibersihkan, kemudian ditambahkan 20 mL air lalu diblender selama 3 menit hingga terbentuk bubur. Bubur sabut buah kelapa muda disaring untuk memisahkan air dan selulosa menggunakan saringan hingga didapatkan selulosa.

Penelitian tahap kedua adalah pemisahan selulosa sabut kelapa muda. Pemisahan selulosa merujuk kepada metode yang digunakan oleh Zulferiyenni dan Hidayati (2016) dengan modifikasi. Bubur sabut buah kelapa muda yang telah didapatkan dilanjutkan pada tahap pemisahan selulosa. Bubur sabut buah kelapa muda diberi perlakuan perendaman dengan NaOH 2,5% (b/v) selama 2 jam dengan suhu ruang 32°C. Bubur sabut buah kelapa muda dicuci dengan air hingga didapatkan pH netral. Setelah dicuci didapatkan selulosa.

Penelitian tahap ketiga adalah pemurnian selulosa sabut kelapa muda. Proses pemurnian selulosa sabut kelapa muda merujuk kepada metode yang digunakan oleh Zulferiyenni dan Hidayati (2016) dengan modifikasi. Selulosa sabut buah kelapa muda sebanyak 10 gram dihidrolisis dalam 20 mL larutan hidrogen peroksida 2% (v/v) selama 3 jam pada suhu 85°C dengan waterbath. Selulosa sabut buah kelapa muda dicuci dengan air hingga pH netral, kemudian disaring dengan kain saring sehingga diperoleh selulosa yang lebih murni.

Penelitian tahap keempat adalah pembuatan larutan kitosan. Pembuatan larutan kitosan merujuk kepada metode yang digunakan oleh Hidayah dkk. (2015)

dengan modifikasi. Bubuk kitosan dilarutkan ke dalam asam asetat 1% sebanyak 50 mL kemudian diaduk hingga larut pada suhu 50°C selama 25 menit.

Penelitian tahap kelima adalah pembuatan *biodegradable film*. Proses pembuatan *biodegradable film* ini merujuk kepada metode yang digunakan oleh Budianto et al., (2019) dengan modifikasi. Pembuatan *biodegradable film* dilakukan dengan mencampurkan 100 mL aquades dengan CMC 2% b/v dan gliserol 0,5% b/v hingga larut dalam gelas beker. kemudian ditambahkan selulosa sabut kelapa muda sesuai perlakuan pati sagu 0%, 1,5%, 3%, dan 4,5% dan kitosan 0%, 1%, dan 2% dengan berat masing-masing kombinasi 5 gram dan dihomogenkan. Campuran tersebut kemudian dipanaskan pada suhu 60°C selama 30 menit. Selama pemanasan campuran diaduk untuk memastikan semua bahan homogen dan menghilangkan gelembung yang terbentuk. Kemudian dicetak di atas cawan petri dan dikeringkan selama 72 jam di suhu ruang. Kemudian *film* dilepaskan dari cetakan.

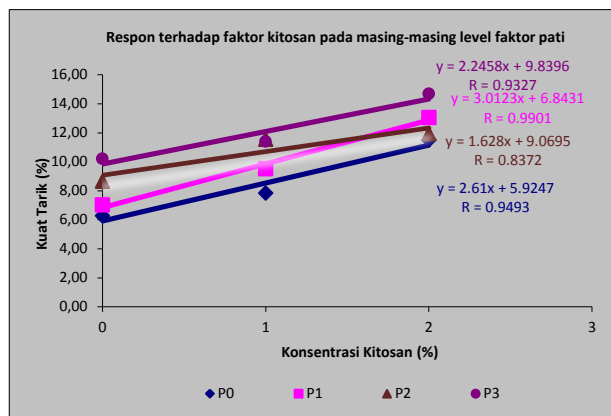
Biodegradable film yang diperoleh, selanjutnya dilakukan pengamatan meliputi pengamatan visual, kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, laju transmisi uap air, biodegradabilitas, dan ketahanan suhu ruang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tarik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan pati sagu dan kitosan berpengaruh nyata, serta interaksi antar keduanya berpengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik yang dihasilkan. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal, menunjukkan bahwa penambahan pati sagu dan kitosan berpengaruh secara linier dan terdapat

interaksi antara keduanya terhadap nilai kuat tarik *biodegradable film* dari selulosa sabut kelapa muda.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi pati sagu terhadap kuat tarik *biodegradable film* dari selulosa sabut kelapa muda pada masing-masing konsentrasi kitosan.

konsentrasi kitosan 0%, 1%, dan 2% terhadap nilai kuat tarik *biodegradable film* dari selulosa sabut kelapa muda yang dihasilkan meningkat secara linier (Gambar 9). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan yang ditambahkan maka nilai kuat tarik *biodegradable film* dari selulosa sabut kelapa muda meningkat secara linier pada seluruh konsentrasi pati sagu yang diterapkan, yakni pada konsentrasi 0%, 1,5%, 3%, dan 4,5%.

Penambahan kitosan pada pembuatan *biodegradable film* juga mempengaruhi nilai kuat tarik dari *film* yang dihasilkan. Menurut Dewi dkk (2015) kitosan akan membentuk ikatan hidrogen antar rantai sehingga membuat *biodegradable film* yang dihasilkan akan menjadi lebih rapat dan lebih sulit putus (Dewi dkk., 2015). Semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan akan menyebabkan ikatan hidrogen semakin banyak terbentuk di dalam *biodegradable film*, untuk

memutuskan ikatan yang terbentuk membutuhkan energi yang besar oleh karena itu nilai kuat tarik pada *biodegradable film* yang dihasilkan akan menjadi lebih besar (Ikhsan dkk., 2021).

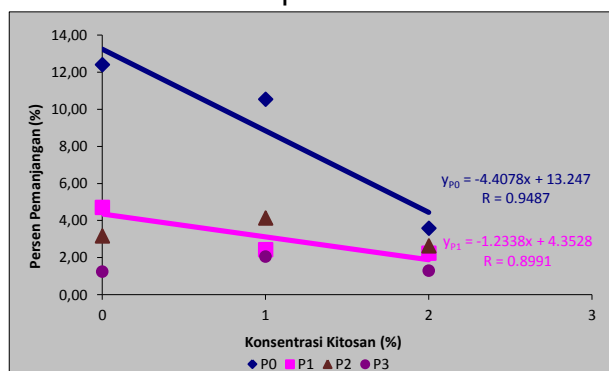
Penambahan pati sagu pada pembuatan *biodegradable film* mempengaruhi nilai kuat tarik dari *film* yang dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi pati sagu yang ditambahkan maka nilai kuat tarik pada *biodegradable film* yang dihasilkan semakin tinggi. Menurut Warkoyo (2014) penambahan pati yang semakin banyak, akan menyebabkan matriks yang terbentuk semakin banyak dan struktur matriks *film* semakin kokoh sehingga kekuatan yang diberikan untuk menyangga beban dari luar semakin besar. Kuat tarik yang semakin besar menunjukkan ketahanan terhadap kerusakan akibat peregangan dan tekanan semakin besar, sehingga kualitas fisik yang dihasilkan semakin baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tarik *biodegradable film* dari selulosa sabut kelapa muda dengan penambahan pati sagu dan kitosan berkisar antara 6,273 MPa sampai 14,680 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kuat tarik yang dihasilkan sudah memenuhi standar SNI, yaitu minimal 13,7 MPa dan juga standar industri Jepang JIS (*Japanese Industrial Standart*), minimal sebesar 3,92 MPa (Setyaningrum, 2017).

Interaksi antara pati sagu dan kitosan dapat mempengaruhi nilai kuat tarik dari *biodegradable film* yang dihasilkan. Semakin tinggi penambahan konsentrasi pati sagu dan kitosan yang digunakan maka ikatan hidrogen yang terbentuk akan semakin banyak. Pati sagu dan kitosan dapat membentuk jaringan matriks yang lebih kuat dan lebih stabil melalui

ikatan hidrogen yang terbentuk. Gugus amino positif yang dimiliki oleh kitosan akan berinteraksi dengan gugus hidroksil negatif yang dimiliki oleh pati, oleh karena itu akan terbentuk struktur matriks yang rapat sehingga akan meningkatkan kuat tarik biodegradable film (Afif dkk., 2018).

Persen Pemanjangan

Berdasarkan hasil analisis ragam, konsentrasi pati sagu dan konsentrasi kitosan, serta interaksi keduanya berpengaruh nyata. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa penambahan kitosan berpengaruh secara linier dan terdapat interaksi antara keduanya terhadap nilai persen pemanjangan *biodegradable film* dari selulosa sabut kelapa muda.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap persen pemanjangan *biodegradable film* dari selulosa sabut kelapa muda pada masing-masing konsentrasi pati.

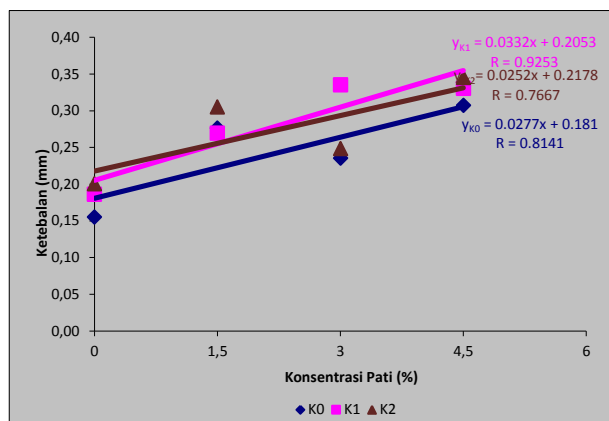
Konsentrasi pati sagu 0 % dan 1,5 % dapat menyebabkan nilai persen pemanjangan menurun secara linier, semakin tinggi konsentrasi kitosan maka persentase pemanjangan *biodegradable film* menurun secara linier (Gambar 10). Slope persen pemanjangan setiap peningkatan 1% kitosan akan mengalami penurunan. Pada konsentrasi pati sagu 0 %

dengan penambahan kitosan 1% menghasilkan nilai persen pemanjangan menurun menjadi 10,54 %, lalu terus cenderung menurun secara linier menjadi 3,58 % pada penambahan kitosan 2%. Pada konsentrasi pati sagu 1,5 % dengan penambahan konsentrasi kitosan 1% menurun menjadi 2,43 % pada konsentrasi kitosan 1 %, lalu kembali menurun menjadi 2,23 % pada penambahan konsentrasi kitosan 2 %. Hal ini diduga karena penambahan konsentrasi kitosan yang terlalu tinggi dan telah melewati titik jenuh sehingga akan menyebabkan jarak ikatan antar molekul semakin dekat dan rapat sehingga persen pemanjangan dari *biodegradable film* yang dihasilkan akan menurun (Yustinah dkk., 2023).

Penambahan pati sagu juga dapat mempengaruhi persen pemanjangan yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Warkoyo dkk. (2014) bahwa penambahan pati yang semakin meningkat mengakibatkan sifat plastis *film* semakin rendah dan persen pemanjangan semakin turun dikarenakan terjadinya berbagai modifikasi struktur dalam jaringan pati, matriks *film* berubah menjadi kurang rapat, rantai polimer bergerak dan fleksibilitas *film* meningkat. Menurut Zulferiyenni dkk. (2014) semakin besar konsentrasi pati yang ditambahkan akan menyebabkan *biodegradable film* yang dihasilkan menjadi semakin getas dan rapuh sehingga menyebabkan nilai persen pemanjangan menjadi rendah. Hasil pada penelitian diperoleh data bahwa persen pemanjang berkisar antar 1,2 % sampai 12,4 %. Adapun standar persen pemanjangan *biodegradable film* menurut SNI 7818 : 2014 adalah 21-220 %, artinya penelitian ini belum memenuhi standar SNI 7818 : 2014

Ketebalan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi pati dan konsentrasi kitosan berpengaruh nyata terhadap ketebalan, tetapi tidak dengan interaksi antara keduanya. Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa konsentrasi pati dan konsentrasi kitosan berpengaruh secara linier terhadap ketebalan tetapi interaksi antara keduanya tidak. Berdasarkan hasil uji polinomial ortogonal, konsentrasi pati berpengaruh secara linier pada masing-masing konsentrasi kitosan.

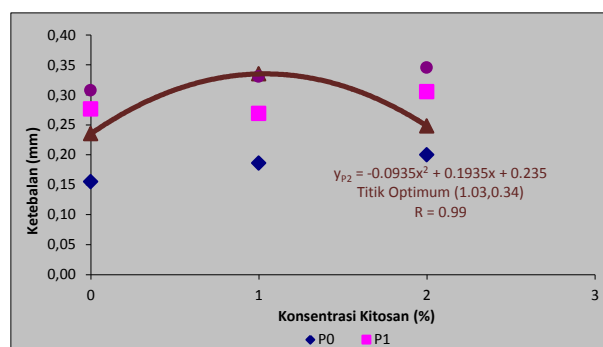


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi pati terhadap ketebalan *biodegradable* film dari selulosa sabut kelapa muda pada masing-masing konsentrasi kitosan.

Ketebalan pada perlakuan konsentrasi pati dan konsentrasi kitosan menaik secara linier. Semakin tinggi konsentrasi pati yang digunakan maka nilai slope atau ketebalan yang dihasilkan akan semakin meningkat. Pada konsentrasi pati 0 % dengan konsentrasi kitosan 0 % tertipis, yakni 0,16 mm, sedangkan yang tertebal pada konsentrasi pati 4.5 % dengan konsentrasi kitosan 2 %, yakni 0.35 mm. Ketebalan *biodegradable film* meningkat dengan

bertambahnya konsentrasi pati umbi kimpul. Hal ini terjadi karena penambahan pati dalam pembuatan *biodegradable film* menyebabkan pati dan selulosa berinteraksi sehingga akan meningkatkan ketebalan dari *film* yang dihasilkan (Maladi, 2019).

Adapun uji polinomial ortogonal pada pengaruh konsentrasi kitosan terhadap ketebalan pada masing-masing jenjang konsentrasi pati berbeda-beda. Konsentrasi kitosan tidak berpengaruh terhadap ketebalan pada konsentrasi pati 0%, 1.5 %, dan 4.5 %. Konsentrasi kitosan hanya berpengaruh secara kuadratik pada konsentrasi pati 3 %.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap ketebalan *biodegradable* film dari selulosa sabut kelapa muda pada masing-masing konsentrasi pati.

Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa konsentrasi kitosan pada konsentrasi pati 3 % berpengaruh nyata secara kuadratik terhadap ketebalan. Gambar 12 memperlihatkan ketebalan pada konsentrasi kitosan 0 % dengan konsentrasi pati 0 % menghasilkan ketebalan 0,24 mm, lalu pada konsentrasi kitosan 2 % dengan konsentrasi pati 3 % meningkat dan menghasilkan ketebalan 0.34 mm. Penggunaan konsentrasi kitosan yang

jumlahnya semakin banyak akan menghasilkan total padatan pada larutan, sehingga rendemen padatan sebagai bahan pembentuk *biodegradable film* akan semakin banyak dan menyebabkan ketebalan *biodegradable film* yang dihasilkan semakin bertambah (Mustapa, et. al. 2017).

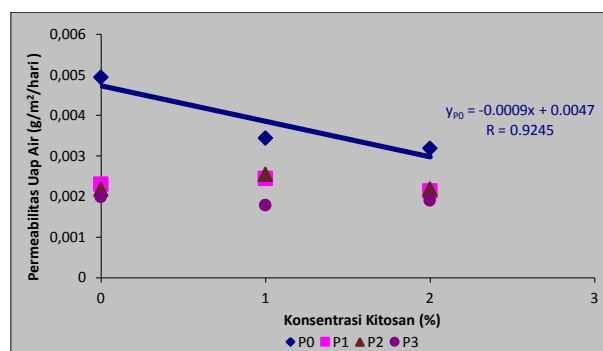
Penggunaan kitosan dengan 2% mengalami penurunan pada nilai ketebalan yang dihasilkan. Pada beberapa kasus penambahan kitosan dengan konsentrasi yang terlalu tinggi kitosan bisa menyebabkan *biodegradable film* yang dihasilkan menjadi terlalu tipis atau tidak merata karena peningkatan viskositas dan kesulitan dalam berikatan dengan molekul lain. Menurut Beni dkk. (2019) kitosan memiliki sifat polielektrolit, berbentuk padatan amorf yang dimana struktur amorf memiliki struktur yang tidak beraturan yang bercabang sehingga *biodegradable film* dengan penambahan konsentrasi kitosan yang terlalu tinggi akan banyak menghasilkan struktur yang bercabang atau kurang rapat sehingga ketebalan yang dihasilkan akan menurun

Hasil ini juga sesuai seperti penelitian Rosalina (2015) tentang pembuatan *biodegradable film* dari kitosan dengan penambahan pati ubi kayu yang mendapatkan hasil ketebalan yang semakin meningkat seiring meningkatnya konsentrasi kitosan yang ditambahkan. Konsentrasi kitosan 2 % dengan konsentrasi pati 4.5 % menghasilkan ketebalan cenderung menipis menjadi 0.25 mm. Hal ini dikarenakan penambahan kitosan dengan konsentrasi 2% telah melewati titik optimum. Konsentrasi kitosan untuk mencapai titik optimum yaitu pada konsentrasi kitosan

1.03 % yang menghasilkan ketebalan 0.34 mm.

Permeabilitas Uap Air

Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa konsentrasi pati sagu dan konsentrasi kitosan masing masing berpengaruh nyata, demikian pula halnya dengan interaksi diantara kedua faktor perlakuan tersebut (Lampiran, Tabel 17). Hasil uji lanjut polinomial ortogonal menunjukkan bahwa konsentrasi pati sagu 0% berpengaruh nyata secara linier terhadap permeabilitas uap air *biodegradable film* dari selulosa sabut kelapa muda.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap permeabilitas uap air *biodegradable film* dari selulosa sabut kelapa muda pada masing-masing konsentrasi pati.

Penambahan konsentrasi kitosan sebesar 1% akan menurunkan permeabilitas uap air sebesar 0,0009 g/m²/hari (Gambar 13). Penambahan kitosan akan membuat laju transmisi uap air *biodegradable film* yang dihasilkan menurun. Kitosan dapat membentuk ikatan hidrogen antar rantai sehingga *biodegradable* yang dihasilkan menjadi lebih rapat, permukaan *film* yang rapat akan sulit untuk dilalui oleh udara ataupun uap air sehingga akan menyebabkan nilai

laju transmisi uap airnya menurun (Dewi dkk., 2015).

Menurut Indriyanto dkk.(2014), kitosan memiliki sifat hidrofobik sehingga tidak mengikat air dan mempengaruhi gaya antarmolekul, kitosan akan menyisip diantara polimer plastic dan menutupi permukaan bioplastik sehingga *film* tidak mudah dilalui oleh air atau udara. Menurut Rahim dkk. (2010), menurunnya transmisi uap air juga bisa disebabkan oleh tingginya konsentrasi pati yang digunakan sehingga kadar amilosa bertambah yang bisa meningkatkan jumlah ikatan antar molekul pati sehingga menurunkan permeabilitas tersebut.

Hal ini juga diduga karena kuatnya ikatan antar rantai polimer sehingga permeabilitas uap airnya jadi menurun. Meningkatnya daya ikat antar polimer akan menurunkan transmisi uap air *biodegradable film* terhadap gas, uap dan porositasnya, sehingga fungsi *biodegradable film* sebagai penghalang masuknya uap air akan meningkat (Pramadita dan Citraning, 2011). Selanjutnya Amaliya dan Putri (2014) menjelaskan, terbentuknya ikatan hidrogen maka akan meningkatkan jumlah matriks *film* yang terbentuk sehingga menurunkan laju transmisi uap air pada *biodegradable film*. Hasil penelitian diperoleh data permeabilitas uap air rata-rata berkisar 0,0018 g/m²/hari sampai 0,0049 g/m²/hari. Nilai ini masih lebih kecil daripada standar yang ditetapkan JIS (*Japanesse Industrial Standard*) maksimal 10 g/m²/hari (Setyaningrum, 2017).

Ketahanan Pada Suhu Ruang

Pengamatan ketahanan suhu ruang *biodegradable film* dilakukan dengan cara memotong lembaran *film* kemudian disimpan di ruang yang tertutup lalu

diamati keadaan visualnya hingga mengalami perubahan. Pengamatan dilakukan selama seminggu sekali dengan mengamati penampakan visual dari *biodegradable film* meliputi keutuhan, kondisi permukaan *film*, dan warna (Fransisca, et al. 2013). Pengamatan penampakan visual dan tekstur *biodegradable film* dilakukan selama 3 minggu.

Pada minggu pertama dan minggu kedua, penampakan fisik *biodegradable film* belum mengalami perubahan. Namun pada minggu ke-3 *biodegradable film* mulai terjadi perubahan visual yang ditandai dengan adanya jamur yang muncul pada permukaan *film*. Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa *biodegradable film* berbasis serat kelapa muda hanya memiliki masa simpan selama 3 minggu pada suhu ruang. Kondisi lingkungan yang lembab menyebabkan jamur tumbuh pada lapisan *film*.

Jamur adalah organisme yang hidup dan menyukai suatu bahan yang memiliki nutrisi. Biodegradable film dapat menyerap kelembaban dari udara. Ketika film menjadi lembab, permukaannya menjadi lebih kondusif untuk pertumbuhan jamur, karena jamur membutuhkan kelembaban untuk mempertahankan proses metabolisme. Jamur membutuhkan kelembaban untuk tumbuh. Menurut Afriska dkk. (2021) Cuaca lembab dan panas, menggambarkan daerah ideal untuk perkembangan jamur. Udara lembab menyediakan lingkungan yang ideal dengan kadar air yang tinggi, yang mendukung pertumbuhan dan reproduksi spora jamur.

Penambahan pati pada *biodegradable film* dapat menyebabkan peningkatan risiko pertumbuhan jamur. Pati merupakan polisakarida yang terdiri dari molekul glukosa. Jamur dapat menggunakan pati sebagai sumber makanan, karena mereka memiliki enzim yang dapat memecah polisakarida menjadi gula yang lebih sederhana untuk digunakan dalam metabolisme mereka. Pati memiliki sifat higroskopis, yang berarti dapat menyerap air dari lingkungannya. Hal ini dapat meningkatkan kadar kelembaban pada permukaan *biodegradable film*, menciptakan kondisi yang lebih ideal untuk pertumbuhan jamur (Setiani dkk., 2013).



Gambar 6. Penampakan jamur yang tumbuh pada *biodegradable film* dari selulosa sabut kelapa muda

Plastik *biodegradable* yang memiliki kandungan pati atau karbohidrat sangat disukai oleh jamur sehingga jamur akan dapat tumbuh dan membuat plastik menjadi lebih cepat terurai. Semakin banyak kandungan pati dalam plastik

biodegradable maka laju penguraiannya akan semakin cepat (Nur, 2017). Namun penambahan kitosan dapat menghambat pertumbuhan jamur pada *biodegradable film*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Oktavia dkk. (2015) bahwa kitosan adalah pengawet yang memiliki sifat antimikrobakterial dimana sifat ini berasal dari struktur polimer yang mempunyai gugus amin bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif.

Tekstur *biodegradable film* mengalami penurunan fleksibilitas pada minggu ke-3. Hal ini disebabkan karena penggunaan pati sagu pada *biodegradable film* akan berikatan dengan air yang ada di lingkungan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Akbar et al., (2013) terjadinya penurunan fleksibilitas pada *biodegradable film* disebabkan oleh adsorpsi uap air dari lingkungan ke dalam *biodegradable film* selama proses penyimpanan. Air yang terserap tersebut yang kemudian memicu pertumbuhan mikroorganisme berupa jamur dan bakteri pada permukaan *biodegradable film* (Anggraini, 2019).

Biodegradabilitas

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode soil burial test yaitu mengendalikan mikroorganisme tanah sebagai pembantu proses degradasi dengan cara penanaman sampel dalam tanah. Pengamatan biodegradabilitas pada penelitian ini dilaksanakan setiap satu minggu sekali hingga *biodegradable film* terurai sempurna didalam tanah.

Hasil pengamatan biodegradabilitas pada Gambar 7 menunjukkan bahwa *biodegradable film* dengan penambahan pati sagu dan kitosan dapat terdegradasi secara sempurna setelah dilakukan penimbunan di dalam tanah selama tiga minggu (21 hari). Hasil pengamatan biodegradasi pada minggu ke-1 menunjukkan bahwa terdapat beberapa bagian dari lembaran *film* yang mulai mengalami sedikit kerusakan dan masih mempertahankan bentuk aslinya. Hasil pengamatan biodegradasi pada minggu ke-2 menunjukkan bahwa *biodegradable film* mulai mengalami kerusakan namun belum terurai secara sempurna. Hasil pengamatan biodegradasi pada minggu ke-3 menunjukkan bahwa *biodegradable film* sudah terurai secara sempurna di dalam tanah. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa *biodegradable film* berbasis serat kelapa muda dengan penambahan pati sagu dan kitosan dapat terdegradasi secara sempurna di tanah selama 3 minggu (21 hari).

Proses degradasi dapat terjadi karena selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n yang merupakan komponen utama pada penelitian ini dipecah menjadi monomer glukosa dengan cara hidrolisis asam atau enzimatis (Safitri dkk., 2016). Biodegradabilitas suatu bahan dipengaruhi oleh komposisi dan sifat dari polimer tersebut seperti berat molekul, suhu leleh, dan kristalinitas. Oleh karena itu, Penambahan pati sagu berpengaruh terhadap laju biodegradasi yang dihasilkan. Pati sagu merupakan komponen hidrofilik dimana sifat ini dapat mempercepat penyerapan air yang memungkinkan mikroorganisme dapat mendegradasi sampel plastik dengan lebih cepat (Haryati dkk., 2017). Gugus hidroksil (-OH) pati mampu menginisiasi

reaksi hidrolisis akibat adanya kelembaban dari dalam tanah, sehingga polimer pati terdekomposisi menjadi potongan kecil hingga menghilang. Terdegradasinya polimer produk diakibatkan proses kerusakan karena putusnya ikatan rantai polimer (Budiman dkk., 2012).

Penambahan kitosan berpengaruh terhadap laju biodegradasi lembaran *film*. Kitosan dapat berfungsi sebagai pengawet sekaligus penguat dalam plastic *biodegradable film*. Penambahan kitosan juga menyebabkan ikatan rantai polimer menjadi semakin rapat, sehingga makin sulit diputus, dan ini juga menjadi factor yang menyebabkan bioplastik dengan kandungan kitosan yang tinggi menjadi lebih lama terurai (Cengrististama dkk., 2023). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Solekah, dkk., 2021, bahwa semakin besar penambahan kitosan, maka nilai persen degradasinya semakin turun. Kitosan memiliki sifat antimikrobakterial yang mempunyai gugus amin bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif. Oleh karena itu semakin banyak konsentrasi kitosan yang diberikan maka semakin banyak gugus amin bermuatan positif yang dapat menyebabkan *film* menjadi lama dapat terdegradasi sempurna didalam tanah (Oktavia dkk., 2015). *Biodegradable film* berbasis pati sagu dan kitosan ini sudah memenuhi standar SNI 7818:2014 yakni dapat terdegrasai <60% selama 7 hari.

Kesimpulan

Terdapat interaksi antara pati sagu dan kitosan terhadap nilai kuat tarik, persen pemanjangan, dan permeabilitas uap air, tetapi tidak terdapat interaksi pada

ketebalan biodegradable film yang dihasilkan. Perlakuan dengan penambahan pati sagu 4,5% dan kitosan 2% semua parameter telah memenuhi SNI 7818:2014 kecuali pada parameter persen pemanjangan, sedangkan menurut JIS perlakuan dengan penambahan pati sagu 4,5% dan kitosan 2% hanya pada parameter kuat tarik yang telah memenuhi standar. Biodegradable film berbasis selulosa sabut kelapa muda dapat bertahan di suhu ruang dan selama 3 minggu dan dapat terdegradasi didalam tanah selama 3 minggu.

Saran

Saran yang diajukan untuk penelitian selanjutnya adalah perlunya didapati konsentrasi pati sagu dan kitosan yang optimum untuk menghasilkan nilai persen pemanjangan yang sesuai dengan SNI 7818:2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., Anita, Z., dan Harahap, H. 2013. Pengaruh waktu simpan film plastik biodegradasi dari pati kulit singkong terhadap sifat mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara*. 5(2): 11-15.
- Amaliya, R.R. dan Putri, W, D, R. 2014. Karakterisasi edible film dari pati jagung dengan penambahan filtrat kunyit putih sebagai antibakteri. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3): 43-53.
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. SNI 7818: 2014 Kantong Plastik Mudah Terurai. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Budiman, J., Nopianti, R., dan Lestari, S, D. 2018. Karakteristik bioplastik dari pati buah lindur (*bruguiera gymnorizha*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 7(1): 49-59.
- Chandra, R. and Rustgi, R. 2011. Biodegradable polymers. *Progress in Polymer Science*. 23: 1273-1335.
- Dewi, T. K., Riza, R. F., dan Oktari, A. D. 2015. Pembuatan Film Plastik Pati Umbi Keladi Liar. (Skripsi). Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Endah, S., Syahbanu, I., dan Adhitiyawarman. 2023. Pengaruh penambahan pati umbi talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) terhadap karakteristik plastik biodegradable dengan polimer pva dan filler kalsium karbonat (CaCO_3). *Jurnal Ilmu Dasar*. 24(1): 83-90.
- Fathanah, U., Lubis, M. R., Nasution, F., and Masyawi, M. S. 2018. Characterization of bioplastik based from cassava crisp home industrial waste incorporated with chitosan and liquid smoke. *Iop Conference Series: Materials Science and Engineering*. 334(1): 0–8.
- Fransisca, D., Zulferiyenni, dan Susilawati. 2013. Pengaruh konsentrasi tapioka terhadap sifat fisik biodegradable film dari komposit selulosa nanas. *Jurnal teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 18(2): 196-205.
- Hidayati, S., Zulferiyenni, dan Satyajaya, W. 2019. Optimasi pembuatan biodegradable film dari selulosa limbah padat rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan penambahan gliserol, kitosan,

- CMC, dan tapioka. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia. 22(2): 340-354.
- Ikhsan, M, H., Dewata, I., Nixar, U, K., dan Azhar, M. 2021. Pengaruh penambahan kitosan terhadap kuat tarik dan biodegradasi edible film dari pati bonggol pisang. Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan. 2(1): 44-50.
- Kementerian Pertanian. 2021. Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019- 2021. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Maulana, A., Udiantoro, U., dan Agustina, L. 2019. Pemanfaatan limbah sabut kelapa (*Cocos nucifera* L.) dan serat tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) sebagai kombinasi bahan baku pembuatan papan partikel. Ziraah Majalah Ilmiah Pertanian. 44(1): 106-114.
- Mustapa, R., Restuhadi F., dan Efendi, R. 2017. Pemanfaatan kitosan sebagai bahan dasar pembuatan edible film dari pati ubi jalar kuning. Jom Faperta. 4(2): 1-7.
- Permadi, I. 2019. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) terhadap Karakteristik Biodegradable Film dari Sabut Kelapa. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Pramadita dan Citraning, R. 2011. Karakterisasi Edible Film dari Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Penambahan Minyak Atsiri Kayu Manis (*Cinnamon burmani*) sebagai Antibakteri. (Skripsi). Universitas Brawijaya, Malang.
- Praputri, E., Fitri, A., dan Noufal. 2022. Pemanfaatan limbah sabut kelapa muda (*Cocos nucifera* L.) di pantai padang sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Jurnal Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta. 20(4): 1-3.
- Rahim, A., Haryadi, N, A., dan Santoso, U. 2010. Pengaruh Konsentrasi Pati Aren dan Minyak Sawit terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film. Journal Agroland. 17(1): 38-46.
- Rosalina, V. 2015. Kitosan Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film dengan Penambahan Pati Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz). (Skripsi). Universitas Riau. Pekanbaru. 97 hlm.
- Saputro, W., Faizin, A, K., dan Sari, T, P. 2023. Implementasi teknologi pengolah limbah sabut kelapa menjadi cocofiber dan cocopeat di desa Lanteng Timur Sumenep. Jurnal Warta Lpm. 26(3): 345-354.
- Setyaningrum, A., Sumarni, N. K., dan Hardi, J. 2017. Sifat Fisiko-Kimia Edible Film agar-agar rumput laut (*Gracilaria* sp.) Tersubstitusi Glycerol. Natural Science: Journal of Science and Technology. 6(2).
- SIPSN. 2022. Grafik komposisi sampah berdasarkan jenis sampah. Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Syartiwidya. 2023. Potensi sagu (*metrooxylon* sp.) dalam mendukung ketahanan pangan di provinsi Riau. Jurnal Selodang Mayang. 9(1): 76-83.
- Warkoyo, Rahardjo, B., Marseno, D. W., dan Karyadi, J.N.W. 2014. Sifat fisik, mekanik dan barrier edible film berbasis pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang diinkorporasi dengan kalium sorbat. Jurnal Agritech. 34(1): 72-81.

Yustinah, Syamsudin, A. B., Solekkah, P. P., Novitasari, G. P., Nuryani, F., Djaeni, M., dan Buchori, L. 2023. Pengaruh jumlah kitosan dalam pembuatan plastik biodegradable dari selulosa sabut kelapa dengan

pemplastik gliserol. Jurnal Riset Sains dan Teknologi. 7(2): 143-149.
Zulferiyenni., Hanum, T., dan Suharyono, A. S. 2014. Pemurnian selulosa nenas untuk bahan dasar pembuatan film selulosa. Jurnal Panel Pertanian Terapan. 4(1): 55-62.