



PEMBUATAN *BIODEGRADABLE BIOPLASTIC* DARI CAMPURAN PATI DAN SERAT KAPUK DENGAN VARIASI KITOSAN DAN GLISEROL

Manufacturing Biodegradable Bioplastics from A Mixture of Starch and Kapok Fibers with Variations of Chitosan and Glycerol

Rahmatullah^{1*}, Rizka Wulandari Putri², Enggal Nurisman³, Yandriyani⁴, Alek Al Hadi⁵, Muhammad Anwar Raihan⁶

^{1,2,3,4}Staff Pengajar Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

⁵Staff Pengajar Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

⁶Mahasiswa Sarjana Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jalan Raya Inderalaya-Prabumulih Km.32 Ogan Ilir (OI) 30662, Sumatera Selatan, Indonesia

^{*}Email Korespondensi: rahmatullah@ft.unsri.ac.id

Info Artikel : Received on 29 December 2023, Revised on 20 February 2024,

Accepted on 10 March 2024

ABSTRACT

Biodegradable bioplastics are the latest solution to the problem of conventional plastics which hurt the environment. Types of biodegradable bioplastics, namely starch-based plastics and cellulose-based plastics, have been developed in many studies. Cellulose can be made into biodegradable bioplastics by adding starch, plasticizers, and strengthening materials with certain variations. This research aims to determine the effect of mixing glycerol plasticizer and the concentration of chitosan on the biodegradable bioplastics produced. The variables observed started from elongation, Young's modulus, density, tensile strength, biodegradability, and water resistance. The best biodegradable bioplastics results for density, tensile strength, and percent elongation values were obtained with variations of 60% glycerol and 3-gram chitosan of 5.62 g / mL, 163.5 KPa and 4.26 KPa; Young's modulus for variations of 20% glycerol and 3-gram chitosan is 45.17 KPa; the water absorption capacity of variations of 20% glycerol and 0.5-gram chitosan is 81.5%; and the bioplastic mass degraded at a variation of 40% glycerol and 3-gram chitosan at 49.21%.

Keywords: *Biodegradable, Bioplastics, Chitosan, Glycerol, Kapok fiber, Strach*

ABSTRAK

Biodegradeable bioplastics merupakan solusi terkini terhadap permasalahan plastik konvensional yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Jenis *biodegradeable bioplastics* yaitu *starch-based plastic* dan *cellulose-based plastics* telah banyak dikembangkan pada banyak penelitian. Selulosa dapat dibuat menjadi *biodegradeable bioplastics* dengan menambahkan pati, pemplastis, dan bahan penguat dengan variasi tertentu. Tujuan dari

penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari pencampuran pemplastis gliserol serta konsentrasi dari kitosan terhadap biodegradable bioplastics yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium melalui beberapa proses: isolasi serat kapuk, produksi selulosa asetat, pemurnian, dan pembuatan bioplastik. Variabel yang diamati dimulai dari elongasi, modulus Young, densitas, kuat tarik, biodegradabilitas dan ketahanan air, serta analisis morfologi bioplastik dengan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM). Hasil *biodegradable bioplastics* terbaik untuk nilai densitas, kuat tarik dan persen elongasi di peroleh pada variasi gliserol 60 % dan kitosan 3 gram sebesar 5,62 g / mL, 163,5 KPa dan 4,26 KPa; modulus young pada variasi gliserol 20 % dan kitosan 3 gram sebesar 45,17 KPa; daya serap air pada variasi gliserol 20 % dan kitosan 0,5 gram sebesar 81,5%; dan massa bioplastik terdegradasi pada variasi gliserol 40% dan kitosan 3 gram sebesar 49,21%.

Kata kunci: Serat kapuk, kitosan, gliserol, pati, *biodegradable bioplastics*

PENDAHULUAN

Plastik konvensional yang sering digunakan merupakan sumber polusi yang berdampak buruk bagi lingkungan karena membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terdekomposisi pada lingkungan baik di tanah maupun air. Sampah plastik juga kurang efisien untuk didaur ulang karena memiliki titik leleh yang rendah sehingga sulit untuk dibersihkan dari pengotornya. Akibatnya, kualitas plastik hasil daur ulang cenderung lebih rendah daripada kualitasnya sebelum didaur ulang. Selain itu, pembakaran plastik menghasilkan senyawa berbahaya dan beracun sehingga berakibat pada perubahan hormon reproduksi hewan dan manusia serta dapat menyebabkan kanker (Pathak dkk., 2023).

Salah satu solusi terhadap penggunaan plastik konvensional adalah penggunaan plastik dari bahan baku yang dapat diperbaharui (*bioplastic*) dan dapat terdegradasi (*bio-degradeable*). Plastik yang dapat memenuhi kedua syarat tersebut

disebut dengan *bio-degradeable bioplastic* (Wijayanti et al., 2016). Prinsip *bio-degradeable bioplastic* adalah jenis plastik yang dapat digunakan seperti layaknya plastik biasa namun dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air dan gas karbon dioksida atau gas metana, serta berasal dari bahan baku biomassa yang dapat diperbaharui (Doi & Fukada, 1994). Kedua sifat ini menjadi penting karena suatu jenis *bioplastic* belum tentu *bio-degradeable* (seperti *polyamide*), dan suatu jenis plastik yang *bio-degradeable* belum tentu termasuk ke dalam jenis *bioplastic* (seperti *polyvinyl alcohol*) (Kaeb, 2006).

Indonesia kaya akan tanaman kapuk, luas areal dan produksi kapuk perkebunan rakyat pada tahun 2022 mencapai 111.661 ha dan 36.402 ton (Dirjen Perkebunan, 2022). Buah kapuk merupakan contoh biomassa yang berpotensi sebagai bahan baku biodegradable bioplastik dengan kandungan selulosa yang cukup tinggi sekitar 65–67 % (Chaiarekij et al., 2011).

Plastik pada umumnya bersifat elastis, sehingga perlu ditambahkan bahan yang menciptakan sifat elastis pada plastik atau dikenal dengan pemplastis atau *plasticizer*. Rahmatullah et al., (2022) telah melakukan penelitian mengenai bioplastik berbasis selulosa dari serat kapuk dengan penambahan pati sebagai *matrix* menggunakan *plasticizer* jenis gliserol dan sorbitol, serta memodifikasinya dengan menambahkan plastik sintetik berupa polipropilena (PP). Beberapa penelitian lain seperti penambahan kitosan juga telah digunakan dalam pembuatan bioplastik berbasis selulosa namun belum dicoba pada pengembangan bioplastik dari serat kapuk. Berdasarkan penelitian oleh Hilwatullisan dan Hamid, (2019) penambahan kitosan 0,5 sampai dengan 1 gram mampu meningkatkan kuat tarik dan ketahanan terhadap air, pada penelitian tentang pembuatan bioplastik berbasis selulosa dengan penambahan kitosan mulai dari 2,5 sampai dengan 3,5 gram mampu meningkatkan nilai kuat tarik, elongansi dan ketahanan terhadap air (Hayati dkk., 2020). Selain itu, kitosan merupakan merupakan kopolimer berbentuk lembaran tipis, berwarna putih atau kuning, tidak berbau, serta memiliki sifat antimikrobia (Kurniasih dkk., 2012). Gliserol berperan dalam meningkatkan nilai elongasi (Dwi Putra dkk., 2022), penambahan gliserol 40% mampu meningkatkan nilai densitas,

elongansi, modulus Young dan persen masa terdegradasi pada bioplastik berbasis selulosa (Rahmatullah dkk., 2022). Semakin besar konsentrasi kitosan maka akan semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat di dalam film plastik sehingga ikatan kimia dari plastik akan semakin kuat dan sulit untuk diputus, karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut (Kurniasih dkk., 2012). Penambahan pati berfungsi sebagai perekat selulosa asetat dengan *plasticizer* karena selulosa asetat sukar terhomogenasi (Andahera dkk., 2019).

Dengan pertimbangan hal tersebut, maka penelitian bertujuan untuk memepelajari pengaruh dari variasi konsentrasi gliserol dan masa kitosan pada campuran pati dan selulosa terhadap kualitas *biodegradable bioplastic* yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada pembuatan *biodegradable bioplastic* ini adalah serat kapuk, pati, *aquadest*, gliserol, NaOH, CH₃COOH, (CH₃CO)₂O, H₂SO₄, NaOCl, dan kitosan. Tahapan proses isolasi selulosa dan pembuatan CA (*celulose acetat*) mengikuti metode penelitian oleh Rahmatullah dkk. (2022) dengan memodifikasi pada proses pada tahapan pembuatan *biodegradable bioplastic*.

ISOLASI SELULOSA

Serat kapuk dicuci dan dikeringkan pada suhu 100°C sampai berat konstan. Serat kapuk yang telah dikeringkan didelignifikasi dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) 12% (3,4 M) selama 3 jam pada suhu 75°C. Serat kapuk kemudian disaring dan dicuci dengan aquades hingga keasaman netral kemudian dibleaching dengan 3,5% larutan natrium hipoklorit (NaOCl) dan dicampur dengan aquades (1:1) pada suhu 75°C selama 10 menit. Serat kapuk yang telah dibleaching lalu dicuci bersih dengan air suling hingga keasamannya netral. Serat kapuk yang telah netral dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C hingga berat konstan.

SINTESA SELULOSA ASETAT

Sebanyak 10 gram selulosa serat kapuk dimasukkan ke dalam labu leher tiga, kemudian dimasukkan 50 mL asam asetat glasial (CH₃COOH), dan 0,5 mL asam sulfat. Setelah itu diaduk rata selama 3 menit, ditutup dengan aluminium foil, dan didiamkan selama 1 jam. Setelah 1 jam, ditambahkan 50 mL asam asetat anhidrat ((CH₃CO)₂O) diikuti dengan penambahan 20 mL asam asetat glasial. Kemudian dipanaskan selama 30 menit pada suhu 50°C. Campuran didinginkan pada suhu kamar. Ditambahkan 50 mL asam asetat glasial 70% (7,1 M) dan 0,14 mL (3 tetes) asam sulfat kemudian direaksikan selama 3

jam pada suhu 50°C. Setelah reaksi selesai, campuran dibiarkan dingin sampai temperatur ruangan. lalu dilanjutkan dengan proses pemurnian.

PEMURNIAN SELULOSA ASETAT

Larutan selulosa asetat hasil sintesis dimasukkan ke dalam gelas kimia 1000 mL, ditambahkan aquades sebanyak 25 mL secara perlahan sambil terus diaduk. Sebanyak 500 mL air suling ditambahkan dan diaduk hingga homogen. Larutan selulosa asetat dibiarkan hingga menjadi fasa padat bercampur dengan pelarut. Larutan selulosa asetat disaring menggunakan corong vakum Buchner dengan air suling sehingga diperoleh padatan selulosa asetat. Kemudian padatan selulosa asetat dicuci dan disaring menggunakan corong vakum Buchner berulang kali hingga netral. Selulosa asetat yang telah dinetralkan dikeringkan dalam oven pada suhu 100 °C hingga berat konstan dan dihaluskan.

PEMBUATAN BIOPLASTIK

Sebanyak 1,5 gram pati dilarutkan dalam 9 mL aquades dan dipanaskan selama 15 menit pada suhu 70°C sambil diaduk terus menerus hingga terbentuk gelatin. Kemudian ditambahkan 1 gram selulosa asetat dan ditambahkan plasticizer (gliserol, dan sorbitol) dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu masing-masing 20%,

30%, dan 40% serta kitosan masing-masing 0,5 dan 3 gram. Larutan diaduk dan dipanaskan pada suhu 50 oC selama 15 menit hingga tampak kental dan bening. Larutan bioplastik yang dihasilkan dicetak dalam cawan petri yang dilapisi aluminium foil dan dibiarkan pada suhu kamar hingga kering dan membentuk lembaran bioplastik.

KARAKTERISTIK BIOPLASTIK

Uji Permukaan Bioplastik

Proses pengujian permukaan film bioplastik berbasis selulosa asetat dari serat kapuk yang dihasilkan dilakukan dengan digunakannya alat SEM (Scanning Electron Microscopy).

Uji Densitas Bioplastik

Uji densitas dilakukan berdasarkan prosedur yang telah dilakukan oleh (Darni dkk., 2014). Massa (gram) sampel yang akan diuji ditimbang dengan timbangan digital. Gelas ukur 10 mL diisi dengan air sebanyak 5 ml dan sampel bioplastik dimasukkan ke gelas ukur yang berisi air selama 15 menit. Kemudian volume air yang baru (v) dicatat dan dihitung volume bioplastik sebenarnya dengan cara volume akhir air dibagi dengan volume awal air. Sehingga didapatkan densitas (ρ) bioplastik dengan persamaan 1 berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Dimana ρ merupakan densitas (gram/mL), m adalah massa (gram), dan v adalah volume (mL).

Uji Kuat Tarik Dan Elongansi Bioplastik

Proses pengujian kuat tarik bioplastik berbasis selulosa asetat dari serat kapuk yang dihasilkan dilakukan dengan alat UTM (Universal Testing Machine) menggunakan metode uji JIS K7162 (DIN EN ISO 527-2/ISO 527-2).

Uji Modulus Young Bioplastik

Prosedur uji modulus young dilakukan berdasarkan prosedur yang telah dilakukan oleh Rifaldi dkk (2017). Nilai modulus Young diperoleh dengan didasarkan data nilai kuat tarik dan nilai persen elongasi yang dihasilkan dengan perhitungan menggunakan persamaan 2 berikut.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon/100} \quad (2)$$

dimana E adalah modulus Young (KPa), σ adalah kuat tarik (KPa), dan ϵ adalah persen elongasi (%).

Uji Ketahanan Terhadap Air

Prosedur uji ketahanan air dilakukan berdasarkan prosedur yang telah dilakukan oleh Tamiogy dkk. (2019). Wadah yang berisi aquades dipersiapkan, kemudian sampel bioplastik awal ditimbang dan sampel dimasukkan ke dalam wadah berisi aquades. Sampel diangkat dari dalam wadah

setiap 10 detik dan ditimbang. Kemudian langkah ini dilakukan berulang setiap 10 detik sekali ditimbang hingga diperoleh berat sampel akhir yang konstan. Air yang diserap oleh sampel bioplastik kemudian dapat dihitung dengan persamaan 3 berikut.

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (3)$$

dimana W_0 merupakan berat sampel awal (gram), dan W adalah berat sampel setelah direndam (gram).

Uji Degradasi Bioplastik

Proses pengujian degradasi berbasis selulosa asetat dari serat kapuk dengan media tanah gembur yang bersifat pengurai dan memiliki derajat keasaman sekitar pH 6-7. Pengujian degradasi dilakukan dengan 2 variasi pengujian. Pengujian pertama, yaitu dengan media tanah yang ditimbun selama 4 hari dan yang kedua yaitu dengan cara bioplastik diletakkan di atas dan dibiarkan dengan udara bebas selama terdegradasi sempurna. Tahap awal pengujian dengan ditimbun tanah, yaitu menimbang sampel bioplastik sebelum dilakukan pengujian degradasi dan ditimbang kembali setiap hari dan ditimbang kembali sampai 4 hari. Degradasi diperoleh persentase degradasi massa bioplastik yang dihitung berdasarkan persamaan 4 berikut:

$$\% \text{ massa} = \frac{\text{massa awal} - \text{massa terdegradasi}}{\text{massa awal}} \times 100\% \quad (4)$$

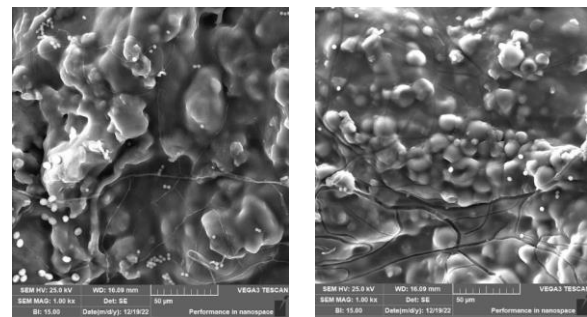
Matriks penelitian

Kode Sampel	Pati (gr)	Selulosa Asetat (gr)	Kitosan (gr)	Gliserol (%)
1				20
2			0,5	40
3	1,5	1		60
4				20
5			3	40
6				60

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Karakteristik Bioplastik

Pengujian karakteristik bioplastik dengan SEM bertujuan untuk menganalisa permukaan dan morfologi bioplastik. Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 1.



(a)

(b)

Gambar 1. Hasil analisa SEM perbesaran 1000x: (a) variasi konsentrasi gliserol 60 % dengan penambahan kitosan 0,5 gram, (b) konsentrasi gliserol 60 % dengan penambahan kitosan 3 gram.

Berdasarkan Gambar 1, hasil uji SEM pada permukaan bioplastik dengan konsentrasi CA 1 gram, pati 1,5 gram, gliserol 60% dan variasi kitosan sebesar 0,5 dan 3 gram. Morfologi permukaan bioplastik masing-masing menunjukkan permukaan yang tidak merata. Hal ini disebabkan

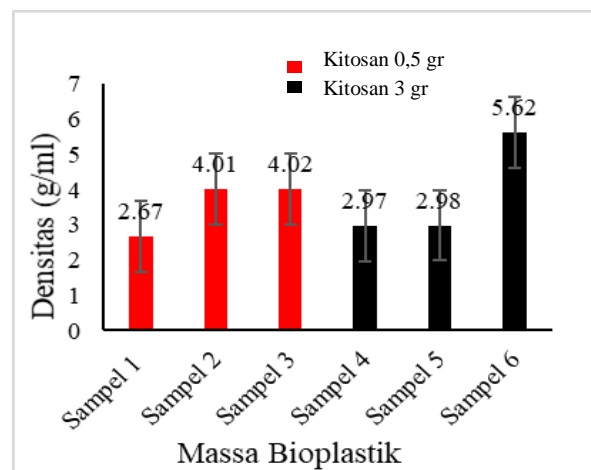
karena larutan bioplastik dari campuran masing-masing komponen yang dihasilkan masing kurang homogen (Darni dkk., 2014). Pencampuran yang kurang merata ini dapat disebabkan karena pada saat penambahan bubuk kitosan dan CA dilakukan, pati sudah mencapai suhu gelatinisasi atau kental sehingga sulit untuk masing-masing komponen untuk tercampur secara sempurna. Permukaan dari sampel dengan gliserol 60% dan kitosan 0,5 gram menunjukkan hasil yang permukaan yang masih kasar, sedangkan pada sampel dengan penambahan kitosan 3 gram terlihat mengalami perubahan yang lebih halus, dari permukaan kedua sampel yang dihasilkan menunjukkan tidak adanya lubang atau pori yang terbentuk. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahmatullah dkk., (2022) pada pembuatan bioplastik dengan penambahan gliserol tanpa kitosan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gliserol yang ditambahkan maka semakin halus permukaan bioplastik yang dihasilkan. Penambahan gliserol 40% permukaan bioplastik yang dihasilkan lebih halus daripada penambahan gliserol 30% dan 20%. Namun masih terdapat lubang atau pori dan retakan yang terlihat pada permukaan bioplastik.

Bioplastik yang memiliki permukaan lebih halus dan rapat akan lebih sulit untuk menyerap air sehingga daya tahan terhadap air akan lebih tinggi. Hal ini dikarenakan

struktur dari permukaan bioplastik yang lebih rapat akan menyulitkan air untuk terserap mengisi rongga-rongga pada bioplastik (Setiawan dkk., 2021). Dari hasil pengujian pada permukaan bioplastik menunjukkan bahwa variasi konsentrasi sorbitol 60% dan 3 gram kitosan memiliki permukaan paling baik.

Hasil Uji Densitas

Uji densitas dilakukan untuk mengetahui kerapatan atom-atom penyusun hasil penelitian menunjukkan bahwa densitas yang dihasilkan dari bioplastik berbasis selulosa asetat dari serat kapuk mengalami peningkatan sebanding dengan semakin tinggi konsentrasi plasticizer yang ditambahkan sesuai masing-masing jenis *plasticizer gliserol*. Nilai densitas *biodegradable* bioplastik dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Uji Densitas

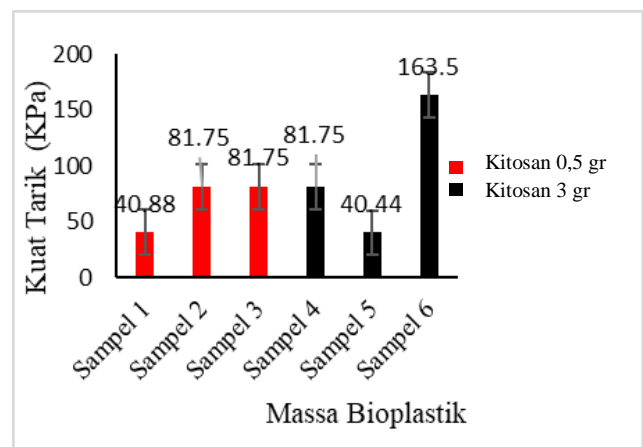
Nilai densitas bioplastik yang dihasilkan berkisar 2,67-5,62 g/mL. Penambahan

kitosan dan konsentrasi Gliserol berpengaruh terhadap nilai densitas bioplastik yang dihasilkan. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan dan gliserol maka semakin tinggi densitas yang di dapat, nilai densitas terendah diperoleh pada sampel 1 sebesar 2,67 g/mL dengan konsentrasi Gliserol 20% dan Kitosan 0,5 gram, sedangkan nilai densitas tertinggi pada sampel 6 sebesar 5,62 g/mL dengan konsentrasi Gliserol 60% dan Kitosan 3 gram. Penambahan kitosan terbukti dapat menaikkan nilai densitas, jika dilihat dari penelitian oleh Rahmatullah dkk., (2022) pada pembuatan bioplastik tanpa penambahan kitosan, nilai maksimum densitas diperoleh dengan penambahan gliserol tertinggi 40% sebesar 1,5 g/mL. Pengaruh penambahan gliserol pada bioplastik sangat penting, dikarenakan semakin tinggi gliserol yang digunakan maka akan berpengaruh terhadap densitas bioplastik (Tamiogy dkk., 2019), penambahan jumlah volume gliserol bukan hanya berpengaruh terhadap densitas tetapi berpengaruh terhadap massa, ketebalan, elongasi, dan densitas. Hal ini didukung oleh Darni dkk. (2014) yang menyatakan semakin tinggi nilai densitas suatu bahan maka struktur molekul bahan tersebut semakin rapat. Pengukuran nilai densitas pada plastik sangat penting, karena densitas plastik erat kaitannya dengan kemampuan

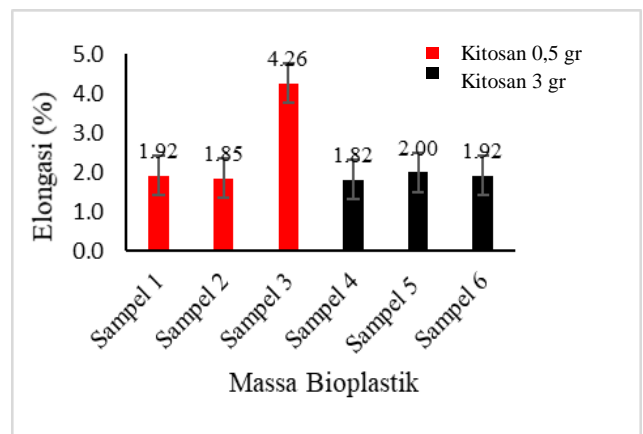
plastik dalam melindungi produk dari beberapa zat yang ada dalam udara bebas seperti air, O₂ , dan CO₂ . Nurminah, (2002) mengemukakan bahwa plastik dengan densitas yang rendah menandakan bahwa plastik tersebut memiliki struktur yang terbuka, artinya mudah atau dapat ditembusi fluida seperti air, O₂, dan CO₂.

Hasil Uji Kuat Tarik dan Elongansi

Pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap nilai kuat tarik dan persen elongasi disajikan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Hasil Uji Kuat Tarik



Gambar 4. Hasil Uji Elongasi

Pengujian kuat tarik bertujuan untuk mengetahui kemampuan bioplastik yang dalam menahan berat beban yang diberikan hingga terputus (Andahera dkk., 2019). Gambar 3. menunjukkan pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap kuat tarik bioplastik berbasis selulosa asetat dari serat kapuk. Nilai kuat tarik bioplastik yang dihasilkan dari masing-masing jenis dan konsentrasi plasticizer berbeda-beda yang berkisar antara 20,44-163,5 Kpa, nilai terendah dari Uji kuat tarik terdapat pada sampel 4 sebesar 20,44 KPa dengan Gliserol 40% Kitosan 3 gram, sedangkan untuk nilai tertinggi pada sampel 6 sebesar 163,5 KPa dengan Gliserol 60% Kitosan 3 gram. Penambahan kitosan terbukti mampu meningkatkan kuat tarik. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hilwatullisan dan Hamid, (2019), dengan memvariasikan kitosan mulai dari 0 sampai dengan 1 gram pada campuran bioplastik selulosa dan gliserol diperoleh nilai kuat tarik terbesar terdapat pada sampel dengan komposisi 1 gram kitosan dan 2ml gliserol yang menghasilkan nilai kuat tarik senilai 2,45 KPa. Menurut Rinaldi dkk., (2015), penambahan volume gliserol berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik dan pemanjangan saat putus dari bioplastik yang dihasilkan pada saat uji kuat tarik.

Penambahan kitosan menyebabkan terbentuknya interaksi dengan rantai polimer selulosa dalam bentuk ikatan hidrogen,

dimana interaksi rantai polimer ini terbentuk untuk meningkatkan kecepatan respon viskoelastis pada polimer sehingga dapat meningkatkan mobilitas rantai polimer. Peningkatan mobilitas rantai polimer ini menyebabkan nilai kuat tarik akan semakin meningkat. Peningkatan tersebut akan berlaku selama masih terbentuk interaksi rantai polimer (Pratiwi dkk., 2016).

Nilai kuat tarik bertambah seiring dengan penambahan konsentrasi gliserol dan kitosan. Pada penambahan kitosan 3 gram mengalami penurunan kuat tarik dari variasi konsentrasi gliserol 20% ke 40%, namun pada penambahan konsentrasi gliserol 60% kembali mengalami kenaikan kuat tarik. Hal ini disebabkan komposisi kitosan dan selulosa limbah serat kapuk sudah maksimal bercampur sehingga ada kelebihan kitosan yang tidak bercampur sempurna. Perubahan sifat mekanik ini berhubungan dengan interaksi antara kitosan, selulosa kulit durian, dan gliserol (Hayati dkk., 2020).

Hasil uji kuat tarik bioplastik dengan plasticizer gliserol yang optimum pada Kitosan 3 gram dengan konsentrasi Gliserol 60% sebesar 163,5 KPa menunjukkan bahwa nilai kuat tarik bioplastik belum memenuhi SNI bioplastik dengan nilai minimum 24,7 MPa.

Nilai persen elongasi yang dihasilkan terjadi perdedaan cukup jauh pada setiap jenis dan konsentrasi plasticizer. Untuk nilai elongasi yang dihasilkan hampir sama untuk

sampel 1 sampai 6 kecuali pada sampel 3 dengan range nilai 1,82-2 KPa. nilai terendah dari elongasi terdapat pada sampel 4 sebesar 1,82 KPa dengan Gliserol 20% Kitosan 3 gram, sedangkan untuk nilai tertinggi pada sampel 3 sebesar 4,26 KPa dengan Gliserol 60% Kitosan 0,5 gram. Peningkatan ini terjadi karena plasticizer akan menurunkan ikatan antarmolekul antara amilosa dan amilopektin dengan pati ataupun selulosa asetat sehingga berpengaruh terhadap ikatan hidrogen molekul pati dengan plasticizer (Sanyang dkk., 2015). Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya (Tamiogy et al., 2019) dimana semakin tinggi konsentrasi plasticizer yang ditambahkan maka nilai persen elongasi yang dihasilkan juga semakin tinggi. Elongasi berbanding terbalik dengan kuat tarik. Penambahan kitosan bisa menurunkan nilai dari elongasi bioplastik, hal ini menunjukkan bahwa jumlah kitosan yang ditambahkan dapat menyebabkan penurunan jarak ikatan antar molekul.

Penurunan jarak ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah ikatan hidrogen yang terbentuk antara molekul kitosan-amilosa-amilopektin. Meningkatnya jumlah ikatan hidrogen yang terbentuk membuat nilai persen elongasi semakin kecil dan bioplastik yang dihasilkan semakin kaku dan kurang elastis (Muhammad dkk., 2020). Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Muhammad dkk., (2020), dengan memvariasikan gliserol

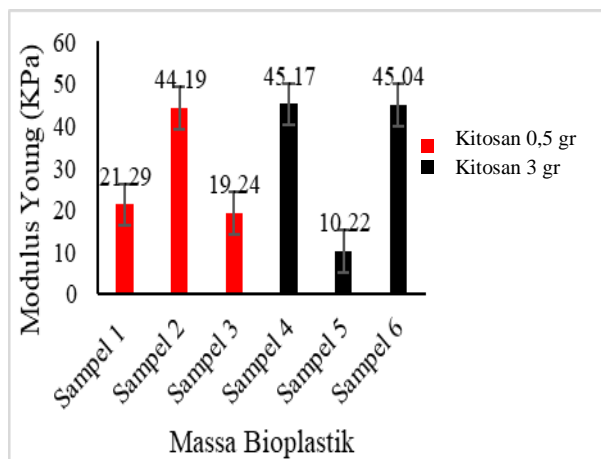
7 ml dan 10 ml serta massa kitosan mulai dari 0,5-2,5 gr pada masing-masing gliserol menunjukkan peningkatan untuk nilai elongasi sebesar 1% seiring naiknya konsentrasi gliserol yang ditambahkan tetapi mengalami penurunan nilai elongasi sebesar 1% seiring dengan naiknya jumlah kitosan yang ditambahkan.

Nilai persen elongasi yang kurang konsisten dikarenakan penambahan plasticizer tidak larut sempurna dalam air sehingga peningkatan mobilitas molekuler rantai polimer monosakarida kurang maksimal yang berpengaruh terhadap nilai elongasi bioplastik (Sinaga dkk., 2014). Gliserol yang ditambahkan maka dapat menurunkan nilai kuat tarik dan meningkatkan nilai elongasi (Ramadhan dkk., 2018). Semakin besar penambahan kitosan, maka semakin menurun nilai kuat tarik dan elongasi bioplastik. Namun penambahan kitosan dapat memperbesar nilai kuat tarik pada konsentrasi kitosan kurang dari 2%. Penambahan kitosan pada bioplastik dapat memperlambat kerusakan bioplastik. Semakin banyak kitosan yang ditambah pada bioplastik, semakin lama kerusakan pada bioplastik tersebut.

Hasil Uji Modulus Young

Modulus Young (E) dilakukan untuk mengevaluasi elastisitas suatu bahan, yang merupakan hubungan antara deformasi suatu bahan dan daya yang diperlukan untuk

mengubah bentuknya. Nilai modulus young diperoleh dengan perhitungan yang membandingkan antara kuat tarik terhadap persen perpanjangan (Sinaga dkk., 2014). Berikut ini hasil modulus young bioplastik sesuai jenis dan konsentrasi plasticizer yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Uji Modulus Young

Berdasarkan Gambar 5, menunjukkan hasil uji modulus young bioplastik pada masing-masing sampel bioplastik fluktuatif. Nilai modulus young terendah terdapat pada sampel 5 dengan kitosan 3 gram sebesar 1,28 KPa pada gliserol 40%, berbanding terbalik pada sampel 2, dengan kitosan 0,5 gram sebesar 44,19 KPa pada gliserol 40%. Modulus young mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya konsentrasi plasticizer. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rahmatullah dkk., (2022) pada pembuatan bioplastik berbasis selulosa dengan variasi gliserol tanpa penambahan kitosan menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi gliserol dari 20% sampai 40%

menurunkan nilai elongasi dari 62,17 KPa menjadi 31,56 KPa. Penurunan nilai modulus young disebabkan karena konsentrasi plasticizer yang ditambahkan sudah terlalu banyak sehingga menambah elastisitas dari bioplastik, namun sebaliknya menyebabkan nilai modulus young semakin kecil. Menurut Aziz dkk. (2021), hasil uji modulus young dipengaruhi oleh konsentrasi kitosan dan gliserol, semakin besar konsentrasi kitosan dan gliserol semakin besar hasil modulus young yang dihasilkan. Menurut Huri dan Nisa (2014), gliserol lebih efektif sebagai plasticizer karena kemampuannya untuk mengurangi ikatan hidrogen internal dengan meningkatkan ruang kosong antar molekul, sehingga menurunkan kekakuan dan meningkatkan fleksibilitas bioplastik. Ruang kosong tersebut nantinya akan diisi oleh plasticizer sehingga menurunkan tegangan interaksi antar molekul pati. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan maka akan meningkatkan nilai elongasi tetapi juga menurunkan nilai kekakuan dari bioplastik.

Hasil Uji Daya Serap Air

Pengujian ketahanan terhadap air dilakukan untuk mengetahui kemampuan bioplastik dalam menyerap air. Daya serap air pada bioplastik diharapkan harus rendah agar bioplastik yang dihasilkan tidak cepat rusak. Ketahanan bioplastik terhadap air

persentase yang dihasilkan berbeda-beda sesuai jenis dan konsentrasi plasticizer yang ditambahkan. Gambar 6 menunjukkan pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap daya serap air. Bioplastik dengan penambahan gliserol dan kitosan yang semakin tinggi menghasilkan daya serap air yang semakin rendah. Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi konsentrasi gliserol yang ditambahkan maka air akan lebih sukar terserap dan bioplastik lebih tahan terhadap air.

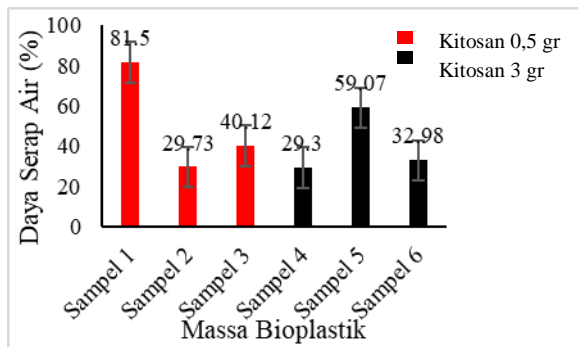
Daya serap air yang semakin tinggi maka menunjukkan bioplastik yang dihasilkan memiliki daya tahan rendah apabila terkena air. Daya serap yang terbaik diperoleh pada bioplastik yang dihasilkan pada penambahan gliserol dengan konsentrasi 20% dan kitosan 3 gram yaitu hanya 29,3% air yang terserap. Hasil analisa daya serap bioplastik terhadap air berbasis selulosa asetat dari serat kapuk ini pada plasticizer gliserol belum ada yang memenuhi SNI bioplastik dimana nilai ketahanan bioplastik terhadap air 99%.

Hasil penelitian ini juga berbeda dengan penelitian sebelumnya. Penelitian yang telah dilakukan oleh Tamiogy dkk. (2019) bahwa daya serap bioplastik terhadap air nilai yang dihasilkan masih tidak konsisten masih naik turun di setiap konsentrasi plasticizer. Jenis dan konsentrasi plasticizer dapat mempengaruhi nilai ketahanan bioplastik terhadap air dimana penambahan plasticizer

dapat meningkatkan permeabilitas bioplastik yang dihasilkan. Daya serap air yang semakin rendah seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol dipengaruhi oleh ukuran molekul gliserol yang kecil sehingga mudah masuk ke dalam ikatan antar molekul. Jarak antar molekul yang lebih banyak sehingga selulosa asetat maupun pati mudah masuk untuk mengisi jarak antar molekul sehingga air akan sukar masuk (Azizaturrohmah, 2019).

Bentuk dari bioplastik dengan penambahan kitosan terdapat lapisan yang menyebabkan kitosan tidak terdistribusi secara merata dan membuat ruang kosong antar molekul sehingga lapisan mudah terdeformasi (rusak) dan menyerap air lebih banyak. Menurut Alfatahillah dkk. (2021) adanya gliserol yang memiliki sifat hidrofilik (menyukai air) dapat meningkatkan ruang kosong antar molekul sehingga menurunkan sifat penghambat terhadap airnya. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka akan semakin kecil nilai daya serap airnya sehingga nilai ketahanan airnya semakin besar. Hal ini disebabkan karena sifat kitosan yang tidak larut dalam air. Karena kitosan adalah senyawa yang hidrofobik maka semakin rendah daya serap airnya sehingga nilai ketahanan airnya meningkat. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hayati dkk., (2020) diperoleh komposisi terbaik untuk uji ketahanan air diperoleh pada penambahan

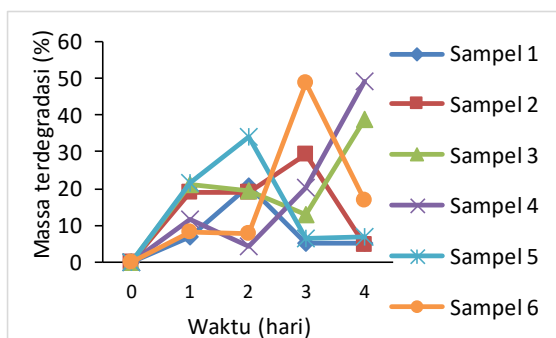
kitosan 3,5 gram dengan persen daya serap air 29,07 %.



Gambar 6. Hasil Uji Daya Serap Air

Hasil Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan bioplastik dapat terurai sempurna secara alami apabila dibuang ke alam. Proses uji biodegradasi dilakukan dengan ditimbun tanah. Biodegradasi dengan ditimbun tanah bertujuan untuk mengetahui persentase degradasi massa bioplastik disetiap harinya hingga hari keempat. Hasil persen massa bioplastik yang terdegradasi disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Persen Massa Terdegradasi dengan Ditimbun Tanah.

Hasil persen massa bioplastik yang terdegradasi mengalami kenaikan sejak dimulai pengujian hari pertama hingga hari keempat. Kenaikan persen massa terdegradasi diperoleh baik dengan pengujian penimbunan tanah. Setiap sampel mengalami peningkatan persen massa terdegradasi, namun masih fluktuatif jika dilihat dari pengaruh perbedaan konsentrasi gliserol dan kitosan.

Nilai persen massa degradasi tertinggi terdapat pada sampel 4 dengan konsentrasi Gliserol 20% dan kitosan 3 gram, dimana degradasi sebesar 49,21%, sedangkan untuk nilai persen massa terdegradasi paling rendah diperoleh pada sampel 1, yakni konsentrasi gliserol sebesar 40% dan kitosan 0,5 gram sebesar 5,11%. Hasil yang didapatkan terjadi karena faktor homogenitas saat pencampuran gliserol dengan selulosa asetat dan pati. Proses pencampuran yang tidak homogen dapat menyebabkan bioplastik mudah terdegradasi oleh tanah dan sebaliknya (Rahmatullah dkk., 2022).

Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Rahmatullah dkk. (2022), dimana ketidak-homogenitasan pada proses pencampuran adalah terbentuknya pori dan ruang pada bioplastik, sehingga faktor lingkungan seperti air lebih mudah masuk ke dalam bioplastik dan mempercepat proses degradasi.

Penggabungan pati dan kitosan untuk bioplastik memiliki hasil yang baik dikarenakan mikroorganisme lebih mudah untuk tumbuh akibat kemampuan pati mengikat air dan permukaan bioplastik menjadi lembab (Agustin dan Padmawijaya, 2016). Akan tetapi, gliserol pada bioplastik mampu memperlambat waktu degradasi dikarenakan berat molekulnya besar dan ikatan antar molekul lebih kuat (Selpiana dkk., 2016). Semakin banyak gliserol dan kitosan yang ditambahkan pada bioplastik, maka tingkat kerusakan bioplastik semakin rendah dan terdegradasi lebih lama. Hal ini sama seperti yang dilaporkan oleh Muhammad dkk., (2020) dalam penelitian pembuatan film bioplastik menggunakan variasi gliserol dan kitosan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan hasil uji *biodegradable bioplastic* dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Penambahan *plasticizer* gliserol memberikan pengaruh terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan. Penambahan konsentrasi gliserol dan pada kitosan 0,5 gram mampu menaikkan nilai densitas, kuat tarik, elongasi dan persen massa terdegradasi, sedangkan pada kitosan 3 gram mampu menaikkan nilai densitas dan daya serap air bioplastik.

2. Pengaruh penambahan kitosan mampu menaikkan nilai densitas, daya serap air, modulus young dan persen massa terdegradasi.
3. Hasil bioplastik terbaik pada densitas, kuat tarik dan persen elongasi di peroleh pada konsentrasi gliserol 60 % dan kitosan 3 gram sebesar 5,62 g / mL, 163,5 KPa dan 4,26 KPa, modulus young pada konsentrasi gliserol 20 % sebesar 45,17 KPa dengan kitosan 3 gram , daya serap air pada konsentrasi gliserol 20 % sebesar 81,5% dengan kitosan 0,5 gram, dan massa bioplastik terdegradasi pada konsentrasi gliserol 40% dengan kitosan 3 gram sebesar 49,21%
4. Berdasarkan karakteristik yang paling tinggi atau mendekati standar SNI plastik dari nilai densitas, kuat tarik, %, modulus Young, dan persen massa terdegradasi, maka variasi terbaik bioplastik berbasis selulosa serat kapuk adalah dengan penambahan gliserol 40% dan kitosan 3 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Y. E., & Padmawijaya, K. S. (2016). Sintesis Bioplastik Dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok Dengan Penambahan Zat Aditif. *Teknik Kimia, 10*(2), 2–16.
- Alfatahillah, A., Fadhil, R., & Ratna, R. (2021). Karakteristik Edible Film Dengan Konsentrasi Gliserol Sebagai

- Plasticizer Berbasis Pati Umbi Talas. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(1), 44–52. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i1.16657>
- Andahera, C., Sholikhah, I., Islamiati, D. A., & Pusfitasari, M. D. (2019). Pengaruh Penambahan Jenis Dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Kualitas Bioplastik Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 2(2), 1–46. <https://doi.org/10.26418/indonesian.v2i2.36901>
- Aziz, A. A., Muryeti, & Imam, S. (2021). Perancangan Membuat Bioplastik Dari Pati Biji Durian, Kitosan, Dan Gliserol. *Program Studi Teknologi Industri*, 1–10.
- Azizaturrohman. (2019). Perbandingan plastisizer gliserol dan sorbitol pada bioplastik pati sagu (*Metroxylon sp.*) dengan penambahan minyak kulit jeruk manis (*Citrus sinensis L.*) sebagai antioksidan. *Universitas Islam Negeri Sunan Ampel*.
- Chaiarekij, S., Apirakchaiskul, A., Suvarnakich, K., & Kiatkamjornwong, S. (2011). Characteristics of kapok fiber. In *BioResources*.
- Darni, Y., Sitorus, T. M., & Hanif, M. (2014). Produksi Bioplastik dari Sorgum dan Selulosa Secara Termoplastik. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*. <https://doi.org/10.23955/rkl.v10i2.2420>
- Doi, Y., & Fukuda, K. (1994). Biodegradable plastics and polymers. (Studies in Polymer Science, 12), edited by Y. Doi and K. Fukuda. Elsevier Science, Amsterdam, 1994. *Polymer International*, 36, 299–300. <https://doi.org/10.1002/pi.1995.210360311>
- Dwi Putra, A., Pradani, Y. F., & Tjiptady, B. C. (2022). Analisis Fisika dan Kimia Material Polimer Ramah Lingkungan Edible film Berbahan Rumput Laut E-Cottonii Sebagai Pengganti Kemasan Plastik. *Rotasi*, 24(3), 22–28.
- Hayati, K., Setyaningrum, C. C., & Fatimah, S. (2020). The Effect of Chitosan Addition on Characteristics of Biodegradable Plastic from Waste of Nata de Coco using Inversion Phase. *Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*, 4(1), 9–14. <https://doi.org/10.21776/ub.rbaet.2020.004.01.02>
- Hilwatullisan, & Hamid, I. (2019). Pengaruh Kitosan dan Plasticizer Gliserol Dalam Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Talas. *Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri*, 221–227. <http://litbang.kemenperin.go.id/pmbp/article/view/5705>
- Huri, D., & Nisa, F. C. (2014). Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak

- Ampas Kulit Apel terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(4), 29–40.
- Kaeb, H. (2006). Bioplastics: technology, markets, policies. In *Kunststoffe International* (p. 8). European Bioplastics.
- Kurniasih, M., Kartika, D., & Riyanti. (2012). Sintesis dan Karakterisasi Karboksimetil Kitosan. *Prosiding Seminar Nasional LPPM Unsoed*, 125–132.
- Muhammad, M., Ridara, R., & Masrullita, M. (2020). Sintesis Bioplastik Dari Pati Biji Alpukat Dengan Bahan Pengisi Kitosan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 1–11. <https://doi.org/10.29103/jtku.v9i2.3340>
- Nurminah, M. (2002). Penelitian sifat berbagai bahan kemasan plastik dan kertas serta pengaruhnya terhadap bahan yang dikemas. *USU Digital Library*, 1(1), 1–15.
- Pathak, G., Nichter, M., Hardon, A., Moyer, E., Latkar, A., Simbaya, J., Pakasi, D., Taqueban, E., & Love, J. (2023). Plastic pollution and the open burning of plastic wastes. *Global Environmental Change*, 80, 102648. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102648>
- Perkebunan, D. J. (2022). Statistik Perkebunan Non Unggulan Nasional 2020-2022. In *Statistik Perkebunan Non Unggulan Nasional 2020-2022* (2022nd ed.). Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/?publikasi=buku-statistik-perkebunan-2021-2023>
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) Sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 83–91. <https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i3.9406>
- Rahmatullah, Putri, R. W., Haryati, S., Waristian, H., Saputra, A., & Kurniawan, R. (2022). Manufacture of Bioplastic Composite Method of Blending Synthetic Polymer (PP) with Natural Polymers from Kapok Fiber (*Ceiba Pentandra*). *Chemical Engineering Transactions*. <https://doi.org/10.3303/CET2297041>
- Rahmatullah, Putri, R. W., Rendana, M., Waluyo, U., & Andrianto, T. (2022). Effect of Plasticizer and Concentration on Characteristics of Bioplastic Based on Cellulose Acetate from Kapok (*Ceiba pentandra*) Fiber. *Science and Technology Indonesia*, 7(1), 73–83. <https://doi.org/10.26554/sti.2022.7.1.73-83>
- Ramadhan, A., Wardana, D., Rahayu, R.,

- Fadhilla, V., Manalu, Y. S., & Eddiyanto, E. (2018). Karakterisasi Bioplastik Dari Pelepah Kelapa Sawit Dengan Penambahan Variasi Perbandingan Maizena Dan Gliserin. *Einstein E-Journal*, 5(2), 1–6. <https://doi.org/10.24114/einstein.v5i2.11836>
- Rifaldi, A., Hs, I., & Bahruddin. (2017). Sifat Dan Morfologi Bioplastik Berbasis Pati Sagu Dengan Penambahan Filler Clay Dan Plasticizer Gliserol. *Jom FTEKNIK*.
- Rinaldi, A., Alimuddin, A., Panggabean, A. S., & Dkk. (2015). Pemurnian Asap Cair Dari Kulit Durian Dengan Menggunakan Arang Aktif (Purification of Liquid Smoke From Durian Peel'S With Activated Charcoal). *Molekul*, 10(2), 112–120.
- Sanyang, M. L., Sapuan, S. M., Jawaid, M., Ishak, M. R., & Sahari, J. (2015). Effect of plasticizer type and concentration on tensile, thermal and barrier properties of biodegradable films based on sugar palm (Arenga pinnata) starch. *Polymers*. <https://doi.org/10.3390/polym7061106>
- Selpiana, Patricia, & Anggraeni, P. C. (2016). Pengaruh Penambahan Kitosan dan Gliserol pada Pembuatan Bioplastik dari Ampas Tebu dan Ampas Tahu. *Jurnal Teknik Kimia*, 1(22), 18–24.
- Setiawan, A., Anggraini, F. D. M., Ramadani, T. A., Cahyono, L., & Rizal, M. C. (2021). Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Bioplastik Dengan Menggunakan Metode Perlakuan Pelarut Organik. *METANA*. <https://doi.org/10.14710/metana.v17i2.42254>
- Sinaga, R. F., Ginting, G. M., Ginting, M. H. S. and, & Hasibuan, R. (2014). Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Sifat Kekuatan Tarik Dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik Dari Pati Umbi Talas. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(2), 19–24.
- Tamiogy, W. R., Kardisa, A., Hisbullah, H., & Aprilia, S. (2019). Utilization of Cellulose from Betel Nut Husk Waste as Filler in Preparation of Bioplastics. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 14(1), 63–71.
- Wijayanti, K. P., Dermawan, N., Faisah, S. N., Prayogi, V., Judiawan, W., Nugraha, T., & Listyorini, N. T. (2016). Bio-Degradeable Bioplastics sebagai Plastik Ramah Lingkungan. *Surya Octagon Interdisciplinary Journal of Technology*, 1(2), 131–153.