



Pengaruh Jumlah *Filler* Kalsium Silikat dalam Pembuatan *Biodegradable Plastic* dari Biji Nangka

S. Sigit Udjiana, Sigit Hadianoro, Noor Isnaini Azkiya*

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No.9 Malang 65141, Indonesia

*E-mail: noorisna@polinema.ac.id

ABSTRAK

Biodegradable plastic adalah plastik yang memiliki sifat ramah lingkungan karena mampu terurai oleh mikroorganisme yang ada pada tanah. Pati berpotensi digunakan sebagai bahan dasar pembuatan *biodegradable plastic* karena dapat mudah terdegradasi dan menghasilkan senyawa yang ramah lingkungan. Pada penelitian ini sumber pati didapat dari biji nangka dengan kandungan pati sebesar 29,73%. Penambahan kalsium silikat sebagai *filler* bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik *biodegradable plastic*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *filler* kalsium silikat terhadap kuat tarik, presentase biodegradasi (%) dan persentase serapan air (%) dari *biodegradable plastic* yang dihasilkan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, semakin banyak *filler* kalsium silikat maka *biodegradable plastic* memiliki kuat tarik yang semakin tinggi. Sedangkan kemampuan absorpsi *biodegradable plastic* terhadap air menurun seiring dengan semakin banyaknya jumlah kalsium silikat yang ditambahkan. Kemampuan biodegradasi plastik juga menurun seiring dengan bertambahnya jumlah *filler* kalsium. *Biodegradable plastic* dengan penambahan *filler* kalsium silikat 6% memiliki kuat tarik antara 7,85 MPa persentase serapan air sekitar 5% dan persentase biodegradasi sekitar 7%.

Kata kunci: biji nangka, pati, *biodegradable plastic*, kalsium silikat.

ABSTRACT

Biodegradable plastic is a plastic that has environmentally friendly properties because it is able to decompose by microorganisms in the soil. Starch has the potential to be used as a basic material for making biodegradable plastics because it can be easily degraded and produces environmentally friendly compounds. In this study, the source of starch was obtained from jackfruit seeds with a starch content of 29.73%. The addition of calcium silicate as a filler aims to improve the mechanical properties of biodegradable plastic. This study aims to determine the effect of calcium silicate filler on tensile strength, % biodegradation and % water absorption of the resulting biodegradable plastic. Based on the results obtained, the more calcium silicate filler the biodegradable plastic has a higher tensile strength. Meanwhile, the absorption ability of biodegradable plastic to water decreases with the increasing amount of calcium silicate added. The biodegradability of plastics also decreases with the increase in the amount of calcium filler. Biodegradable plastic with the addition of 6% calcium silicate has tensile strength between 7.85 Mpa, percent water absorption between 5% and percent biodegradation between 7%.

Keywords: Jackfruit seeds, starch, biodegradable plastic, calcium silicate.

1. PENDAHULUAN

Plastik sering digunakan untuk berbagai hal dalam kehidupan sehari-hari, misalnya untuk membungkus makanan, membawa barang, ataupun hal yang lainnya. Ini dikarenakan plastik memiliki karakteristik ringan, kuat, dan ekonomis. Kebutuhan plastik yang sangat besar mulai memicu permasalahan lingkungan yaitu sampah plastik. Karena sukar terurai, sampah plastik cenderung akan

menumpuk di tempat pembuangan akhir dan dapat menimbulkan masalah bahkan kerusakan lingkungan. Dampak yang ditimbulkan dari sampah plastik tersebut mulai mendorong para ilmuwan ataupun mahasiswa agar menciptakan terobosan baru untuk membuat plastik ramah lingkungan atau yang dapat terurai secara alamiah yang disebut *biodegradable plastic*.



Biodegradable plastic yang berarti plastik yang dapat terurai ini dapat teruraikan kembali menjadi senyawa yang ramah lingkungan dengan bantuan mikroorganisme secara alami. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *biodegradable plastic* adalah senyawa yang terdapat pada tanaman seperti selulosa, pati, dan lignin serta senyawa yang ada pada hewan seperti kasein, protein, dan lipid [1]. Dalam penelitian ini pati didapatkan dari limbah biji nangka. Pemanfaatan limbah biji nangka masih tergolong sedikit, dikarenakan strukturnya yang keras membuat sulit untuk diolah. Kandungan amilosa dalam pati biji nangka yang cukup tinggi, yaitu 47,43% menunjukkan pati biji nangka dapat menjadi bahan pembuat *biodegradable plastic* [2].

Dalam pembuatan *biodegradable plastic* berbahan dasar pati diperlukan bahan tambahan yakni *plasticizer* dan *filler*. Penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* pada penelitian ini karena mudah diperoleh dan menurut hasil penelitian Perdana (2016) menunjukkan bahwa penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* memiliki nilai kuat tarik dan *elongasi* yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan gliserol. Sedangkan bahan pengisi atau *filler* yang digunakan untuk penelitian adalah kalsium silikat karena dinilai memiliki daya tarik antar molekul yang relatif tinggi sehingga diharapkan mampu menghasilkan plastik dengan sifat mekanis yang baik [3].

Dalam penelitian Purbasari dkk. (2014) telah dilakukan pembuatan *biodegradable plastic* dari tepung dan pati biji nangka dengan *plasticizer* gliserol. Didapatkan hasil *biodegradable plastic* dari pati biji nangka mempunyai warna jernih dan *tensile strength* dan *elongation et break* yang relatif tinggi daripada dari tepung biji Nangka [2].

Penelitian sebelumnya telah dilakukan pembuatan *biodegradable plastic* dari umbi talas menggunakan filler kalsium silikat Hasil percobaan menunjukkan bahwa kemampuan degradasi paling tinggi sebesar 42,86% dan uji kuat tarik terbaik sebesar 9,56

MPa menggunakan filler kalsium silikat 6% [4].

Dalam penelitian Udjiana dkk (2020) telah dilakukan pembuatan plastik *biodegradable* menggunakan kulit pisang candi sebagai sumber pati dengan bahan pengisi yaitu kalsium silikat dan *clay*. Pada penelitian tersebut diketahui bahwa penggunaan *filler* kalsium silikat memiliki kuat tarik antara 4,11-22,08 MPa, % *elongasi* antara 2,17%-57,95%, % *water absorption* antara 67,26%-120% dan % *biodegradasi* antara 0,61%-19,22% [5].

Penelitian terbaru oleh Udjiana dkk pada tahun 2021 juga telah berhasil mengaplikasikan kalsium silikat sebagai *filler* dalam pembuatan *biodegradable plastic* menggunakan bahan dasar limbah biji durian. Dari hasil percobaan diperoleh nilai % berat terdegradasi tertinggi sebesar 59,08%, % *water absorption* sebesar 19,18%, dan nilai kuat Tarik tertinggi sebesar 7,01 MPa [6].

Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan nilai ekonomis dari limbah biji nangka yang selama ini belum diaplikasikan secara maksimal dengan menghasilkan produk plastik *biodegradable* berbasis pati menggunakan *filler* kalsium silikat yang berkarakteristik ramah lingkungan serta memiliki kualitas yang baik dari segi uji fisik berdasarkan standar pengujian yang ada.

2. METODE PENELITIAN

Pengambilan pati dari biji buah nangka dilakukan dengan metode ekstraksi sederhana dan dekantasi. Metode ini dimulai dengan melarutkan pati dari biji nangka sebesar 10 gram dalam 200 ml aquades, kemudian dipanaskan hingga suhu 88°C selama 10 menit hingga terbentuk gel. Setelah itu ditambahkan zat penguat atau *filler* kalsium silikat dengan variable 2%, 4%, 6%, dan 8% (w/w dari berat pati), serta *plasticizer* sorbitol sebesar 30% dari berat pati. Campuran tersebut diaduk menggunakan motor pengaduk selama 10 menit dengan kecepatan 100 rpm hingga larut sempurna. Larutan didinginkan hingga suhu

50°C kemudian dicetak pada plat mika berukuran 20 x 20 cm. Sampel dikeringkan dalam oven bersuhu 50°C selama 3 jam, kemudian dibiarkan pada suhu ruang selama 24 jam. *Biodegradable plastic* yang telah kering diuji karakteristiknya. Pengujiannya antara lain uji tarik, uji *biodegradable*, dan uji *water absorption*.

2.1. UJI TARIK

Proses pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan menggunakan alat Machine Tester dengan tipe WDW-20E. Spesimen uji memiliki ukuran dan bentuk standar yang telah ditentukan oleh standar ASTM D882. Analisis uji tarik dilakukan dengan menggunakan prosedur Technical Association of the Pulp and Paper Industri (TAPPI) No. T404. Plastik dipotong berbentuk *dumbbell* dengan ukuran panjang 30 mm dan lebar 10 mm. Kedua ujung plastik dijepit dengan alat uji tarik lalu ditarik dengan kecepatan konstan dan beban maksimum 5 kgf.

2.2. UJI BIODEGRADABLE

Biodegradable plastic berbahan dasar pati biji nangka dilakukan uji sifat *biodegradable* dengan mengubur sampel berukuran 3 x 3 cm kedalam tanah. Perlakuan pertama yaitu ditimbang berat awal sebelum terdegradasi lalu setelah terdegradasi ditimbang lagi untuk mengetahui berapa % perubahannya [7].

Perhitungan :

$$\% \text{ degradasi} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

W0 = Berat awal sampel (g)

W1 = Berat akhir sampel (g)

2.3. UJI WATER ABSORPTION

Sampel dipotong dengan ukuran 3 x 3 cm, kemudian didinginkan ke dalam desikator selama 15 menit. Sampel dihitung berat awalnya, setelah itu direndam kedalam air selama 10 detik. Kemudian sampel dikering dengan menggunakan tisu kering dan ditimbang berat akhirnya. Dilakukan

pengulangan sampai didapatkan berat yang konstan [7].

Perhitungan :

$$\% \text{ Peningkatan Berat} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

W0 = Berat sampel pada kondisi awal (g)

W1 = Berat sampel setelah direndam (g)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pati yang digunakan sebagai bahan dasar pada penelitian ini, didapatkan dengan cara mengekstraksinya dari biji nangka dengan metode dekantasi sederhana. Pati yang dihasilkan dari biji nangka memiliki warna putih, tidak berbau, serta berbentuk serbuk halus (lihat Gambar 1). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kusriani dkk, (2006) yang mana dalam penelitiannya menghasilkan pati yang tidak berbau, berwarna putih kekuningan dan berbentuk serbuk halus [8].



Gambar 1. Hasil Ekstraksi Pati Biji Nangka

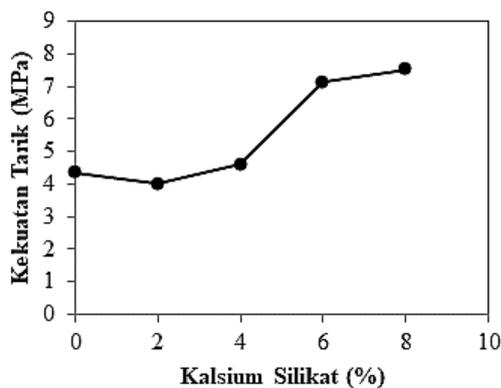
Dari proses ekstraksi pati biji nangka diperoleh pati sejumlah 452,92 g dari total massa biji nangka 1523,44 g. Rendemen pati yang diperoleh sebesar 29,73%.

Pada penelitian ini, *biodegradable plastic* dibuat dengan metode *casting*. Plastik yang telah mengering dalam oven dilakukan pendinginan dalam suhu udara dalam waktu 24 jam, hal itu dilakukan agar *biodegradable plastic* yang dihasilkan tidak mengalami keretakan.

Sorbitol digunakan sebagai *plasticizer* karena memiliki ukuran molekul yang lebih besar dibandingkan *plasticizer* lainnya seperti gliserol sehingga ukurannya yang besar akan

meningkatkan volume bebas pada struktur *biodegradable plastic* sehingga mudah terbiodegradasi. Sorbitol sendiri tidak volatil sehingga tidak menguap saat dilakukan pemanasan dalam pengadukan ataupun di dalam oven. Sorbitol juga memiliki sifat humektan yaitu memiliki gugus hidroksil atau dapat membentuk ikatan hidrogen dalam air [9]. Selain itu, kelebihan dari sorbitol dapat mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekul sehingga baik untuk menghambat penguapan air dari produk [10]. Penggunaan sorbitol akan menaikkan nilai fleksibilitas dari plastik, namun akan menurunkan nilai kuat tarik. Molekul-molekul sorbitol di dalam bioplastik terletak diantara rantai ikatan polimer sehingga menyebabkan interaksi antara molekul polimer menjadi semakin berkurang. Hal ini menyebabkan berkurangnya nilai kuat tarik bioplastik. Sehingga perlu ditambahkan *filler* untuk mengatasi hal tersebut. *Filler* berupa kalsium silikat digunakan sebagai bahan pengisi dan penguat. Saat *plasticizer* mulai bekerja maka akan ada penurunan interaksi intermolekul sehingga terdapat rongga atau celah kosong, *filler* akan mengisi rongga atau celah tersebut dan menghasilkan plastik yang elastis namun tetap kuat [3].

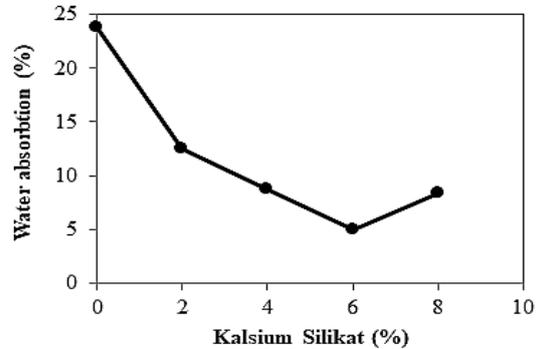
Pada penelitian ini dilakukan uji tarik yang bertujuan untuk mengetahui kuat tarik *biodegradable plastic* yang dihasilkan. Kuat tarik adalah tarikan maksimum yang dapat dicapai hingga plastik dapat tetap bertahan sebelum putus.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi kalsium silikat terhadap nilai kuat Tarik (MPa)

Dari Gambar 2, dapat diketahui dari data yang telah didapatkan, semakin besar jumlah *filler* maka semakin besar pula nilai kuat tarik yang dihasilkan. Penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Udjiana (2019), bahwa semakin besar kalsium silikat yang ditambahkan maka kuat tarik akan semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin banyak kalsium silikat yang ditambahkan maka semakin banyak ikatan hydrogen antar molekul yang terbentuk sehingga sulit untuk memutuskan ikatan [4]. Nilai kuat tarik terbaik untuk *biodegradable plastic* dengan *filler* kalsium silikat terdapat pada variabel sorbitol 30% dan *filler* 4% dengan kuat tarik sebesar 8,31 MPa.

Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian *water absorption* terhadap plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat ketahanan plastik terhadap air. Ketahanan plastik terhadap air ditunjukkan dengan peningkatan berat *biodegradable plastic* setelah direndam ke dalam air.

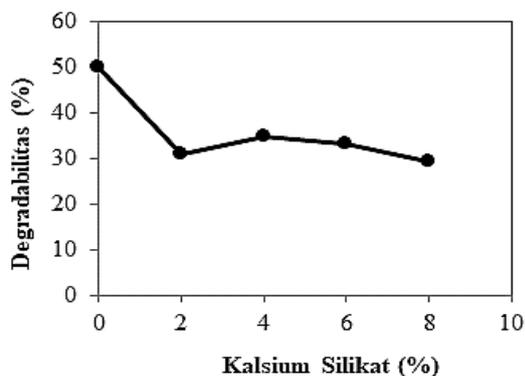


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi kalsium silikat terhadap nilai *water absorption* (%)

Dapat dilihat pada Gambar 3, bahwa nilai presentase *water absorption* cenderung turun seiring dengan penambahan konsentrasi *filler* maka semakin tinggi ketahanan *biodegradable plastic* terhadap air. Hal ini disebabkan karena kelarutan kalsium silikat dalam air sekitar 0,017 g/L pada suhu ruang. Semakin banyak jumlah *filler* kalsium silikat yang ditambahkan akan menyebabkan plastik yang dihasilkan semakin sukar larut dalam air sehingga nilai % penyerapan air juga

semakin menurun. Namun pada konsentrasi sorbitol 30% dengan penambahan *filler* kalsium silikat 8% terjadi penyimpangan dimana data presentase *water absorption* lebih besar dari konsentrasi *filler* kalsium silikat 6%. Penyimpangan ini dapat disebabkan berbagai faktor, salah satunya ketebalan sampel pada saat uji *water absorption*.

Menurut Surdia (2000), degradasi polimer digunakan untuk menyatakan perubahan fisik akibat reaksi kimia yang mencakup pemutusan ikatan dalam tulang punggung dari makro molekul. Reaksi degradasi kimia dalam polimer linier menyebabkan turunnya berat molekul atau pemendekan panjang rantai [11]. Pati memiliki ikatan-ikatan asetal yang sangat mudah untuk diuraikan. Besarnya pengurangan massa ini dikarenakan komposisi bioplastik adalah bahan alam yang mudah dicerna oleh mikroba. Proses degradasi *biodegradable plastic* dibantu oleh mikroorganisme dalam tanah. Uji *biodegradable* yang dilakukan dalam penelitian ini dengan cara mengubur sampel dalam tanah secara aerobik dalam jangka waktu 5 hari.



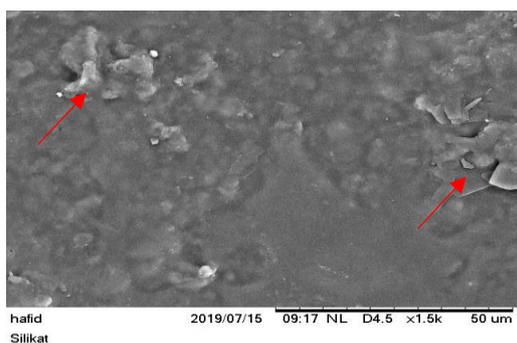
Gambar 4. Pengaruh konsentrasi kalsium silikat terhadap nilai degradabilitas (%)

Dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa pada konsentrasi sorbitol 30%, setelah dilakukan penambahan *filler* kalsium silikat sebanyak 2% mengalami kenaikan. Namun, setelah jumlah *filler* ditambah sesuai dengan variabel, persen degradabilitas mengalami penurunan. Presentase kenaikan dan

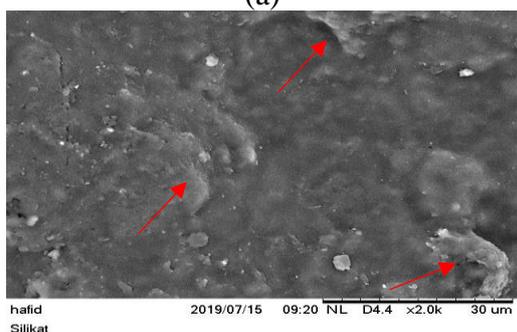
penurunan berat sampel pada uji *biodegradable* dikarenakan adanya campuran pada bioplastik yang sulit terurai yaitu *filler* kalsium silikat sehingga menghalangi degradasi pada komponen plastik. Faktor utama yang dapat mempengaruhi tingkat degradabilitas yaitu tanah. Tanah merupakan media yang digunakan untuk tempat mikroba hidup, sehingga komposisi dan kondisi dari tanah akan sangat mempengaruhi. Tanah yang digunakan untuk uji *biodegradable* pada penelitian ini adalah tanah humus atau yang biasa digunakan untuk media tanam dan memiliki kadar air yang tinggi. Kemampuan degradasi suatu plastik berkaitan dengan kemampuan menyerap air. Artinya, semakin banyak kandungan air suatu material maka semakin mudah terdegradasi. Air merupakan media sebagian besar bakteri dan mikroba terutama yang berada di dalam tanah. Sehingga kandungan air mengakibatkan plastik menjadi lebih mudah terdegradasi [12]. Selain itu, faktor yang juga dapat mempengaruhi persen degradasi pada penelitian ini adalah ketebalan sampel dan kondisi *biodegradable plastic* saat ditanam, misalnya adanya retakan atau sobekan pada plastik. Semakin tebal *biodegradable plastic* maka semakin kecil pengurangan berat terdegradasinya dan apabila sampel yang ditanam dalam keadaan sobek atau retak maka akan memudahkan mikroorganisme untuk mendegradasi plastik tersebut.

Untuk mengetahui morfologi dari permukaan *biodegradable plastic* maka dilakukan pengujian SEM (*Scanning Electrons Microscopy*) yaitu pengamatan morfologi permukaan plastik menggunakan pancaran elektron yang terdapat pada alat SEM. Uji SEM dilakukan pada sampel dengan tambahan *filler* kalsium silikat 6% menggunakan perbesaran 1500x, dan 2000x. Pada hasil pengamatan *biodegradable plastic* menggunakan SEM diketahui bahwa pada perbesaran 1500x dan 2000x terlihat jelas bagian permukaan sampel yang tidak rata dan bergelombang, serta terdapat bercak putih (lihat Gambar 5). Permukaan yang

bergelombang dapat disebabkan karena proses pencetakan *biodegradable plastic* menggunakan cetakan sederhana sehingga bagian atas (bagian adonan yang terbuka) tidak tertutup apapun sehingga kecil kemungkinan untuk bisa rata. Bercak putih yang terlihat menandakan bahwa ada partikel yang tidak tercampur sempurna dalam adonan atau dapat dikatakan tidak homogen (ditandai dengan panah berwarna merah). Ketidakhomogenan ini dapat disebabkan oleh *filler* yang digunakan, kalsium silikat adalah jenis material yang memiliki sifat keras dan sukar dilarutkan. Pada sampel *biodegradable plastic* dengan *filler* kalsium silikat 6% terlihat retakan pada beberapa bagian sampel yang mana dapat mempengaruhi hasil uji tarik, uji *water absorption*, dan uji biodegradasi.



(a)



(b)

Gambar 5. Hasil uji SEM sampel *biodegradable plastic* dengan filler kalsium silikat 6% (sebelum uji fisik) dengan perbesaran (a) 1500x, (b) 2000x.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan pembuatan *biodegradable plastic* dengan bahan dasar pati biji nangka didapatkan kesimpulan

bahwa semakin banyak *filler* kalsium silikat yang ditambahkan maka *biodegradable plastic* memiliki kuat tarik yang semakin besar, daya absorpsi plastik terhadap air semakin kecil, dan persen biodegradasi plastik juga semakin kecil. *Biodegradable plastic* dengan hasil terbaik diperoleh pada penambahan *filler* kalsium silikat 6% yang memiliki kuat tarik sebesar 7,85 Mpa, persen *water absorption* sebesar 5%, dan persen degradasi sebesar 7%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada UPT P2M Politeknik Negeri Malang yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Reguler DIPA Polinema tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Darni, H. Utami, Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum, *J. Rekayasa Kim. Lingkung.*, vol. 7, no. 2, hal. 88-93, 2009.
- [2] A. Purbasari, E. F. Ariani, R. K. Mediani, Bioplastik dari Tepung dan Pati Biji Nangka, *Pros. SNST Fak. Tek.*, vol. 1, no. 1, hal 54-59, 2014.
- [3] Y. A. Perdana, Perbandingan Penambahan Plasticizer Gliserol, Sorbitol Terhadap Biodegradasi dan Karakteristik Pektin Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima*) – Pati Ongkok Singkong, skripsi, UIN Sunan Kalijaga, 2016.
- [4] S. S. Udjiana, S. Hadianoro, M. Syarwani, P. H. Suharti, Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Biodegradable dari Umbi Talas (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan Penambahan Filler Kitosan dan Kalsium Silikat, *J. Tek. Kim. Dan Lingkung.*, vol. 3, no. 1, hal. 10-19, 2019.

- [5] S. S. Udjiana, S. Hadianoro, A. Takwanto, A. W. Mustikarini, Peningkatan Karakteristik Biodegradable Plastics dari Kulit Pisang Candi dengan Penambahan Filler Kalsium Silikat dan Clay, *J. Tek. Kim. Dan Lingkung.*, vol. 4, no. 2, hal. 175-185, 2020.
- [6] S. S. Udjiana, S. Hadianoro, N. I. Azkiya, Perbandingan Karakteristik Plastik Biodegradable dari Biji Durian menggunakan Filler Kalsium Silikat dan Kalsium Karbonat, *J. Tek. Kim. Dan Lingkung.*, vol. 5, no. 1, hal. 22-30 2021.
- [7] W. Setiani, T. Sudiarti, L. Rahmidar, Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan, *J. Kim. Val.*, vol. 3, no. 2, hal. 100-109, 2013.
- [8] R. H. Kusriani, I. Rahmawati, I. Musfiroh, Karakterisasi Pati Biji Buah Durian, Biji Buah Nangka, dan Biji Buah Alpukat, *J. Farm. Galen.*, vol. 1, no. 1, hal. 8–11, 2014.
- [9] D. Praseptiangga, T. P. Aviany, N. H. R. Parnanto, Pengaruh Penambahan Gum Arab Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Fruit Leather Nangka (*Artocarpus heterophyllus*), *J. Teknol. Has. Pertan.*, vol. 9, no. 1, hal. 71-83, 2016.
- [10] A. W. Astuti, Pembuatan Edible Film dari Semirefine Carrageenan (Kajian Konsentrasi Tepung SRC dan Sorbitol), skripsi, UPN, Jawa Timur, 2011.
- [11] N. M. Surdia, Degradasi Polimer, *Maj. Polim. Indones.*, vol. 3, no. 1, hal. 20–21, 2000.
- [12] Y. R. Hasanah, H. Haryanto, Pengaruh Penambahan Filler Kalsium Karbonat (CaCO_3) dan Clay Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradable Plastik dari Limbah Tapioka, *Techno J. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Purwok.*, vol. 18, no. 2, hal. 96-107, 2017.