



Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Pati-Kitosan dengan Menggunakan Metode Dialisis-Solution Casting

Steven*, Mardiyati, Adam Dyota, Bambang Widyanto

Kelompok Keahlian Ilmu dan Teknik Material, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara,
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha no. 10. 40132, Indonesia.

*Email: steven@material.itb.ac.id

Abstrak. Bioplastik pati merupakan salah satu solusi yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan yang ditimbulkan oleh material plastik konvensional. Namun dikarenakan ketahanan airnya yang buruk, bioplastik pati umumnya digabungkan dengan material yang memiliki ketahanan air yang lebih baik, seperti kitosan. Di dalam pembuatan bioplastik pati-kitosan umumnya melibatkan asam asetat yang dapat membuat bioplastik yang dihasilkan menjadi asam dan kurang baik untuk dimanfaatkan pada beberapa aplikasi. Untuk mengatasi hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan pembuatan bioplastik pati-kitosan dengan metode dialisis-*solution casting*. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh penambahan kitosan didalam bioplastik pati-kitosan. Didalam penelitian ini pembuatan bioplastik pati-kitosan dilakukan dengan menggunakan metode dialisis-*solution casting*. Untuk mengukur performa dari bioplastik pati-kitosan dilakukan pengujian tarik, pengujian ketahanan air serta pengujian degradasi tanah. Pengujian tarik dilakukan dengan mengacu pada ASTM D882. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa seiring peningkatan konsentrasi kitosan didalam bioplastik pati-kitosan akan meningkatkan kekuatan tarik, kekakuan tarik, dan ketahanan air namun menurunkan perpanjangan dan kemampuan degradasi dari bioplastik pati-kitosan.

Kata kunci: *bioplastik, dialisis, kitosan, pati, solution casting.*

1 Pendahuluan

Plastik merupakan salah satu jenis material yang sangat berperan penting dalam menunjang kehidupan manusia [1]. Material plastik bersifat ringan, mudah untuk diproduksi, serta memiliki sifat mekanik yang baik sehingga banyak digunakan pada berbagai industri seperti industri pengemas makanan, otomotif, furnitur, dan peralatan rumah tangga [1-2]. Namun, penggunaan material plastik yang berlebihan dapat menyebabkan permasalahan sampah plastik karena sifatnya yang sulit untuk diurai oleh mikroorganisme [1,3]. Selain itu, penggunaan material plastik yang berlebihan juga dapat menyebabkan cadangan minyak bumi semakin menipis karena bahan baku utama dalam proses pembuatan material plastik konvensional adalah minyak bumi. Untuk

menanggulangi hal tersebut, saat ini telah dilakukan berbagai penelitian untuk mencari solusi terkait permasalahan yang ditimbulkan oleh material plastik. Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah penggunaan material bioplastik.

Bioplastik merupakan salah satu jenis material plastik yang memiliki karakteristik mudah terurai oleh mikroorganisme, bersumber dari makhluk hidup atau keduanya [3-5]. Terdapat beberapa jenis material bioplastik yang mulai banyak dikembangkan untuk menggantikan peran dari plastik konvensional seperti pati, selulosa, kitosan dan lain-lain. Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa bioplastik dapat terurai jauh lebih cepat apabila dibandingkan dengan plastik konvensional walaupun disisi lain material bioplastik juga masih memiliki beberapa keterbatasan sehingga harus dikembangkan lebih lanjut [6].

Pati merupakan salah satu jenis material yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan bioplastic [7-8]. Pati merupakan cadangan makanan yang dibentuk oleh tumbuhan dan umumnya disimpan didalam bagian tubuh tumbuhan dalam bentuk buah atau umbi. Pati dapat diubah menjadi bioplastik pati melalui suatu proses yang dikenal dengan istilah gelatinasi. Bioplastik pati memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk menggantikan peran dari plastik konvensional. Namun, disisi lain bioplastik pati juga masih memiliki beberapa keterbatasan apabila dibandingkan dengan plastik konvensional terutama dalam hal perpanjangan (*elongation*) dan ketahanannya terhadap air [9-11]. Untuk meningkatkan perpanjangan dari bioplastik pati, umumnya dilakukan penambahan *plasticizer* pada saat proses pembuatan bioplastik pati. *Plasticizer* yang umum digunakan dalam pembuatan bioplastik pati adalah gliserol [12]. Untuk meningkatkan ketahanan air dari bioplastik pati, umumnya bioplastik pati harus dimodifikasi secara kimia atau digabungkan dengan polimer lain sehingga dapat mengurangi interaksi antara bioplastik pati dengan air [13-14].

Hingga saat ini, penelitian terkait metode penggabungan bioplastik pati dengan polimer lain lebih disukai dibandingkan dengan proses modifikasi kimia pada bioplastik pati. Metode penggabungan bioplastik pati dengan polimer lain dianggap lebih mudah dan murah sehingga

banyak penelitian yang mencoba untuk menggabungkan bioplastik pati dengan berbagai polimer konvensional ataupun bioplastik lainnya yang memiliki ketahanan air yang lebih baik [15]. Hingga saat ini, penggabungan bioplastik pati dengan plastik konvensional masih memiliki banyak keterbatasan karena perbedaan tingkat kepolaran antara kedua jenis polimer tersebut cukup besar sehingga dapat mengurangi efektivitas dari penggabungan kedua material tersebut [16]. Penggabungan bioplastik pati umumnya dilakukan dengan bioplastik lainnya yang memiliki perbedaan nilai kepolaran tidak terlalu besar dengan bioplastik pati. Didasarkan pada penelitian sebelumnya, penggabungan bioplastik pati dengan bioplastik lainnya yang memiliki perbedaan nilai kepolaran yang tidak terlalu besar cenderung menunjukkan hasil yang positif dibandingkan dengan penggabungan bioplastik pati dengan plastik konvensional [17]. Salah satu jenis bioplastik yang banyak digabungkan dengan bioplastik pati untuk meningkatkan ketahanan air dari bioplastik pati adalah kitosan.

Kitosan merupakan salah satu jenis material yang dapat digunakan dalam proses pembuatan bioplastik, memiliki sifat *film forming ability* yang baik, kuat serta mudah terdegradasi oleh mikroorganisme [18-19]. Kitosan umumnya memiliki ketahanan air yang lebih baik dibandingkan dengan bioplastik pati. Hingga saat ini, terdapat berbagai penelitian yang mencoba untuk menggabungkan bioplastik pati dengan kitosan. Penggabungan antara bioplastik pati dan kitosan dilaporkan memiliki hasil yang positif walaupun masih terdapat beberapa permasalahan yang harus diselesaikan terkait proses pembuatan bioplastik pati-kitosan.

Pembuatan bioplastik pati-kitosan umumnya dilakukan dengan metode *solution casting* [20-21]. Proses pembuatan bioplastik pati-kitosan dengan menggunakan *solution casting* menghasilkan bioplastik dengan sifat mampu bentuk yang baik. Namun dikarenakan proses pembuatan bioplastik pati-kitosan melibatkan larutan asam asetat, bioplastik pati-kitosan yang dihasilkan bersifat asam dan kurang baik untuk digunakan pada beberapa aplikasi. Untuk membuat bioplastik pati-kitosan menjadi netral, umumnya bioplastik pati-kitosan direndam didalam larutan natrium hidroksida hingga bioplastik pati-kitosan memiliki pH netral [22]. Namun, proses perendaman bioplastik pati-kitosan dapat merusak bentuk dari plastik yang dihasilkan. Untuk menyempurnakan pembuatan bioplastik pati-kitosan tersebut, didalam penelitian ini dilakukan

pembuatan bioplastik pati-kitosan dengan menggunakan metode *dialysis-solution casting*. Metode *dialysis-solution casting* merupakan suatu metode yang memanfaatkan metode dialisis untuk menetralkan pH dari campuran antara larutan pati-kitosan dan dilanjutkan dengan proses *solution casting* sehingga tidak akan merusak bentuk bioplastik pati-kitosan. Pada penelitian ini dibahas mengenai pembuatan dan karakterisasi bioplastik pati-kitosan yang dibuat dengan metode *dialysis-solution casting*. Pengaruh penambahan kitosan terhadap sifat mekanik, sifat ketahanan air, dan kemampuan degradasi bioplastik pati-kitosan juga dibahas dalam penelitian ini.

2 Metodologi Penelitian

2.1 Bahan

Pati yang digunakan diperoleh dari PT. Budi Acid Jaya Tbk. Kitosan diperoleh dari PT. Monodon, Bogor. Asam asetat diperoleh dari Rofa Laboratorium dan gliserol diperoleh dari PT. Bratachem, Bandung.

2.2 Preparasi Bioplastik Pati-Kitosan dengan Menggunakan Dialysis-Solution Casting

Kitosan dilarutkan dalam larutan asam asetat 1% dengan perbandingan berat antara kitosan dan larutan asam asetat sebesar 1:100 selama 2 jam pada temperatur kamar. Kemudian, pati dilarutkan ke dalam air dengan perbandingan antara berat pati dan air sebesar 1:2. Larutan pati yang telah dibuat dicampurkan dengan larutan kitosan hingga persentase berat kitosan terhadap pati sebesar 20%, 40%, dan 60%. Campuran antara larutan kitosan dan larutan pati diaduk dengan *magnetic stirrer* dan dipanaskan hingga mencapai temperatur 70°C. Kemudian, campuran larutan pati dan kitosan tersebut didialisis hingga pH larutan netral. Campuran larutan pati dan kitosan yang telah netral, diaduk selama 1 jam dan ditambahkan dengan gliserol sebanyak 5% dari berat total. Campuran yang telah selesai diaduk, dituangkan pada wadah plastik dan dibiarkan mengering selama 24 jam hingga membentuk bioplastik pati-kitosan.

2.3 Karakterisasi dan Pengujian

Pengujian tarik dari bioplastik pati-kitosan dilakukan dengan mengacu pada ASTM D882-02. Pengujian ketahanan air dilakukan dengan

merendam bioplastik pati-kitosan dengan ukuran 30 mm x 30 mm didalam air deionisasi (DI) selama 7 hari. Persentase massa bioplastik yang larut didalam air dihitung dengan menggunakan persamaan 1.

$$\text{Persentase massa spesimen terlarut air} = \frac{\text{Massa spesimen yang terlarut air}}{\text{Massa awal spesimen}} \times 100\% \quad (1)$$

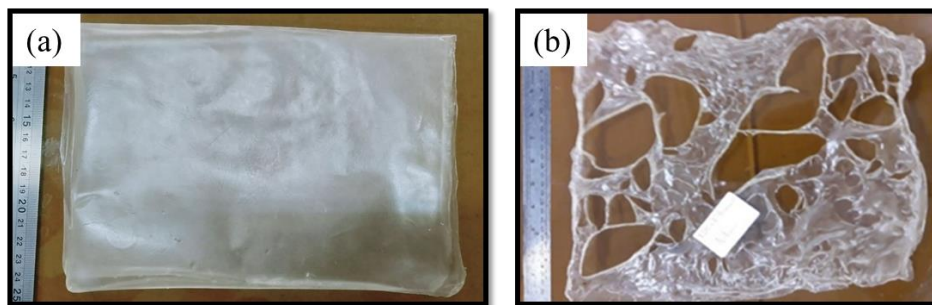
Pengukuran kemampuan degradasi dari bioplastik pati-kitosan dilakukan dengan mengubur bioplastik pati kitosan yang berukuran 30 mm x 30 mm didalam tanah selama 7 hari. Persentase bioplastik pati-kitosan yang terdegradasi diukur dengan menggunakan persamaan 2.

$$\text{Persentase spesimen yang terdegradasi} = \frac{\text{Pengurangan luas permukaan}}{\text{Luas permukaan awal spesimen}} \times 100\% \quad (2)$$

3 Hasil dan Analisis

3.1 Penampakan Visual Bioplastik Pati-Kitosan

Penampakan visual dari bioplastik pati-kitosan yang dibuat dengan menggunakan metode dialisis-*solution casting* dan bioplastik pati-kitosan yang dibuat dengan metode perendaman dapat dilihat pada **Gambar 1**.



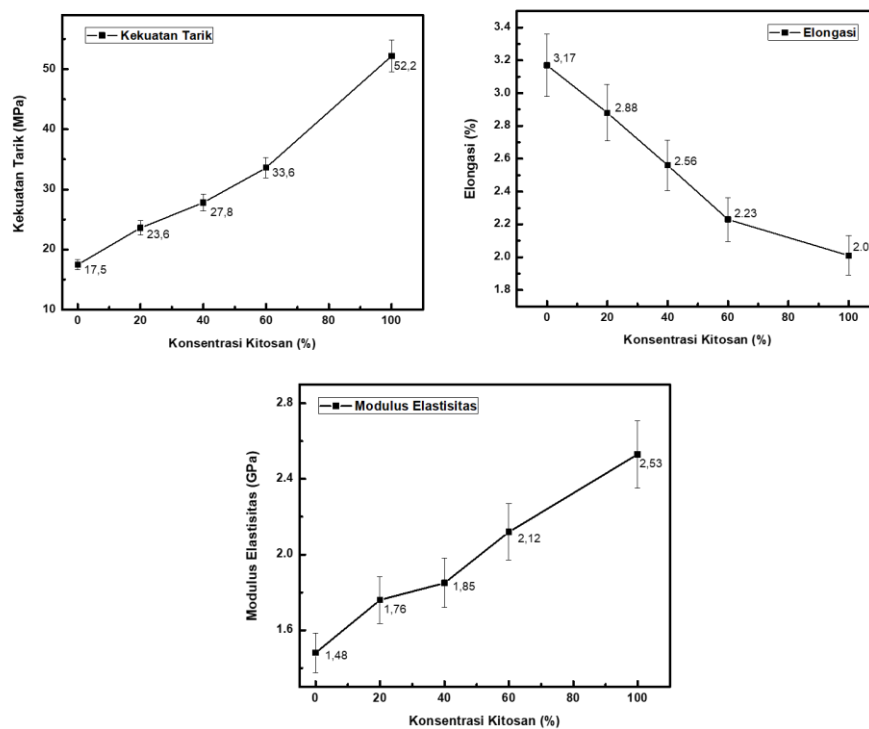
Gambar 1. Bioplastik pati-kitosan, (a) diproses dengan metode dialisis-*solution casting*, (b) diproses dengan metode perendaman

Berdasarkan **Gambar 1** dapat dilihat bahwa penampakan visual dari bioplastik pati-kitosan yang dibuat dengan menggunakan metode dialisis-*solution casting* memiliki permukaan yang baik dan tidak terdapat cacat sedangkan bioplastik pati-kitosan yang dibuat dengan metode perendaman memiliki permukaan yang kurang baik dan memiliki banyak cacat. Cacat yang terdapat pada bioplastik yang dibuat dengan menggunakan metode perendaman disebabkan terjadinya

difusi ion H^+ dan ion asetat selama proses perendaman sehingga akan meninggalkan pori atau cacat pada bioplastik. Pada bioplastik yang dibuat dengan menggunakan metode dialisis-*solution casting*, proses difusi H^+ dan ion asetat dilakukan sebelum proses pencetakan sehingga proses penghilangan ion H^+ dan ion asetat tidak akan mengganggu bentuk dari bioplastik setelah dicetak.

3.2 Sifat Tarik Bioplastik Pati-Kitosan

Hasil pengujian tarik bioplastik pati-kitosan yang dibuat dengan menggunakan metode dialisis-*solution casting* dapat dilihat pada **Gambar 2**. Bioplastik pati-kitosan yang dibuat dengan metode perendaman tidak dapat diuji tarik karena terlalu banyak cacat yang terdapat pada sampel sehingga ukuran sampel minimum yang diperlukan untuk pengujian tarik tidak dapat dicapai.



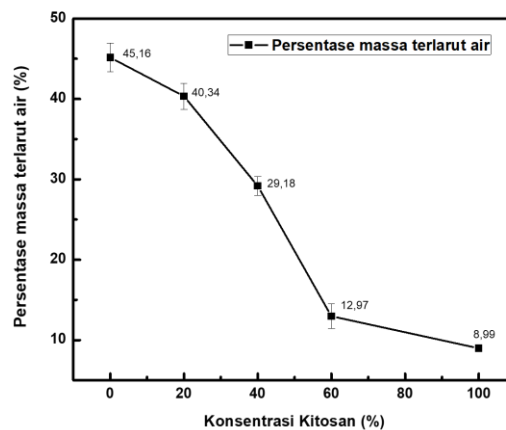
Gambar 2. Sifat tarik dari bioplastik pati-kitosan

Berdasarkan **Gambar 2** dapat disimpulkan kekuatan tarik dan kekakuan tarik tertinggi dari bioplastik pati-kitosan yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah sebesar 52,2 MPa dan 2,53 GPa yang diperoleh dari bioplastik pati-kitosan dengan persentase konsentrasi kitosan sebesar 60%. Perpanjangan (elongasi) bioplastik pati-kitosan tertinggi yang

dihasilkan dalam penelitian ini adalah sebesar 3,17% yang diperoleh dari bioplastik pati-kitosan dengan persentase konsentrasi kitosan sebesar 0%. Selain itu, berdasarkan **Gambar 2** dapat disimpulkan pula bahwa seiring peningkatan konsentrasi kitosan didalam bioplastik pati-kitosan dapat meningkatkan kekuatan tarik, dan kekakuan tarik namun menurunkan perpanjangan dari bioplastik pati-kitosan. Peningkatan kekuatan tarik bioplastik pati-kitosan seiring dengan peningkatan konsentrasi kitosan dikarenakan penambahan kitosan dapat menghalang pergerakan rantai molekul pati sehingga energi total yang diperlukan untuk memutuskan bioplastik pati-kitosan meningkat. Selain itu, penambahan kitosan dalam bioplastik pati-kitosan dapat menurunkan modulus gerak dari rantai pati sehingga pergeseran yang dapat dilakukan oleh rantai pati akan menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi kitosan. Hal tersebut menyebabkan perpanjangan dari bioplastik pati-kitosan akan menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi kitosan.

3.3 Ketahanan Air Bioplastik Pati-Kitosan

Hasil pengujian ketahanan air bioplastik pati-kitosan yang dibuat dengan menggunakan metode dialisis-*solution casting* dapat dilihat pada **Gambar 3**.



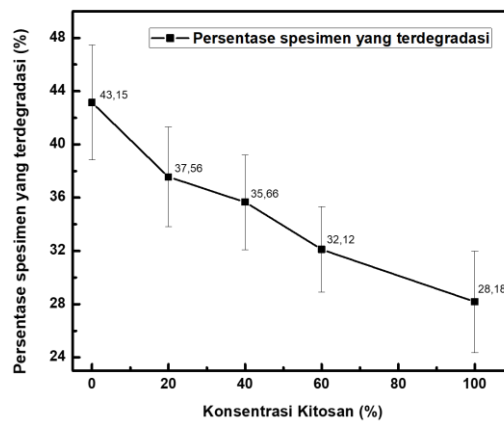
Gambar 3. Hasil pengujian ketahanan air bioplastik pati-kitosan yang dibuat dengan menggunakan metode dialisis-*solution casting*

Berdasarkan **Gambar 3** dapat disimpulkan bahwa seiring peningkatan konsentrasi kitosan didalam bioplastik pati-kitosan maka persentase massa plastik yang terlarut didalam air selama 7 hari semakin kecil. Hal tersebut menunjukkan bahwa seiring peningkatan konsentrasi kitosan

didalam bioplastik pati-kitosan maka ketahanan air dari bioplastik pati-kitosan meningkat. Peningkatan ketahanan air dari bioplastik akibat penambahan kitosan disebabkan karena ikatan hidrogen yang terbentuk antara kitosan-pati lebih banyak dibandingkan dengan ikatan hidrogen yang dibentuk oleh pati-pati. Hal tersebut menyebabkan molekul air akan lebih sulit untuk masuk dan memisahkan rantai-rantai pati dan kitosan didalam bioplastik pati-kitosan.

3.4 Kemampuan Degradasi Bioplastik Pati-Kitosan

Hasil pengujian degradasi bioplastik pati-kitosan yang dibuat dengan menggunakan metode dialisis-*solution casting* dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Hasil pengujian degradasi bioplastik pati-kitosan yang dibuat dengan menggunakan metode dialisis-*solution casting*

Berdasarkan **Gambar 4** dapat disimpulkan bahwa seiring dengan peningkatan konsentrasi kitosan didalam bioplastik pati-kitosan maka persentase spesimen yang terdegradasi didalam tanah selama 7 hari akan semakin rendah. Penurunan persentase spesimen yang terdegradasi didalam tanah seiring dengan peningkatan konsentrasi kitosan disebabkan oleh mikroorganisme yang dapat mendegradasi bioplastik pati-kitosan lebih mudah tumbuh dan berkembang biak pada bioplastik pati yang memiliki persentase konsentrasi kitosan yang lebih rendah. Hal tersebut dikarenakan bioplastik pati-kitosan yang memiliki persentase konsentrasi kitosan yang lebih rendah, lebih mudah untuk mengikat air dan mengakibatkan bioplastik pati menjadi lembab serta menjadi media

yang sangat baik bagi mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang biak.

Selain itu, berdasarkan keseluruhan hasil pengujian dapat disimpulkan pula bahwa persentase kitosan terbaik yang digunakan dalam proses pembuatan bioplastik pati-kitosan adalah sebesar 60%. Pemilihan ini didasarkan pada kekuatan tarik bioplastik pati-kitosan dengan persentase penambahan kitosan sebesar 60% dapat menyamai bahkan melebihi kekuatan tarik dari plastik sintesis komersial yaitu HDPE. Penambahan kitosan yang berlebihan kurang disukai karena kitosan memiliki harga yang jauh lebih mahal dibandingkan dengan pati. Selain itu, ketahanan air bioplastik pati-kitosan dengan persentase kitosan diatas 60% memiliki peningkatan ketahanan air yang tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan bioplastik pati-kitosan dengan persentase penambahan kitosan sebesar 60% sehingga dapat disimpulkan bahwa titik optimum penambahan bioplastik pati-kitosan dalam penelitian ini adalah 60%.

4 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa seiring peningkatan konsentrasi kitosan didalam bioplastik pati akan meningkatkan kekuatan tarik, kekakuan tarik, dan ketahanan air namun menurunkan perpanjangan dan kemampuan degradasi dari bioplastik pati-kitosan. Konsentrasi penambahan kitosan optimum dalam penelitian ini adalah 60%.

Referensi

- [1] T.R. Hidayani, E. Pelita, dan D. Nirmala, Karakteristik Plastik Biodegradabel dari Limbah Plastik Polipropilena dan Pati Biji Durian, *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik* Vol.31 No.1 (2015):09-14.
- [2] A.B. Strong., *Plastics: Materials and Processing.*, Pearson Prentice Hall, 2006.
- [3] M. Hasan, R.F.I. Rahmayani, Munandar., *Bioplastic from Chitosan and Yellow Pumpkin Starch with Castor Oil as Plasticizer.*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 333 (2018) 012087.

- [4] U. Fathanah, M. R. Lubis, R. Moulana., Biopolymer from Starch and Chitosan as Bioplastic Material for Food Packaging., Proceedings of The 5th Annual International Conference Syiah Kuala University (AIC Unsyiah) 2015 In conjunction with The 8th International Conference of Chemical Engineering on Science and Applications (ChESA) 2015 September 9-11, 2015, Banda Aceh, Indonesia.
- [5] M. H. S. Ginting, M. Lubis, T. Sidabutar, dan T. P. Sirait., The effect of increasing chitosan on the characteristics of bioplastic from starch talas (*Colocasia esculenta*) using plasticizer sorbitol., IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 126 (2018) 012147.
- [6] T. R. Hidayani, E. Pelita, Gusfiyesi., Analisis sifat fisika pemanfaatan pati tandan kosong sawit dan limbah plastik LDPE sebagai bahan pembuatan plastik biodegradable., Majalah Kulit, Karet, dan Plastik, 33(1), 29-34, 2017.
- [7] K. M. Gupta., Starch Based Composites for Packaging Applications. Handbook of Bioplastics and Biocomposites Engineering Applications, S. Pilla, ed., Scrivener Pub., Hoboken, NJ, Wiley, Salem, Mass., 189-262.
- [8] E. G. Ozdamar, and M. Atez., Rethinking sustainability: A research on starch based bioplastic., J Sustain. Construct. Mater. Technol. 3(3) (2018) 249-260.
- [9] B. G. Laylock, P. J. Harley., 2014., Starch applications: State of market and new trends. Elsevier: Burlington, MA.
- [10] D. I. Munthoub, and W. A. W. A. Rahman., Tensile and Water Absorption Properties of Biodegradable Composites Derived from Cassava Skin/Polyvinyl Alcohol with Glycerol as Plasticizer.
- [11] J. R. Witono, I. Noordergraaf, H. Heeres, L. P. B. M. Janssen., Water absorption, retention and the swelling characteristics of cassava starch grafted with polyacrylic acid., Carbohydrate Polymers 103 (2014) 325–332.
- [12] M. L. Sanyang, S. M. Sapuan, M. Jawaid, M. R. Ishak, J. Sahari., Effect of Plasticizer Type and Concentration on Tensile, Thermal and Barrier Properties of Biodegradable Films Based on Sugar Palm (*Arenga pinnata*) Starch, Polymers 2015, 7, 1106-1124; doi:10.3390/polym7061106.

- [13] M. Gaspar, Z. Benko, G. Dogossy, K. Reczey, T. Czigany., Reducing water absorption in compostable starch-based plastics, *Polymer Degradation and Stability* 90 (2005) 563e569
- [14] M. Rutkowska, A. Heimowska, K. Krasowska, and H. Janik., Biodegradability of Polyethylene Starch Blends in Sea Water, *Polish Journal of Environmental Studies* Vol. 11, No. 3 (2002), 267-274.
- [15] R. G. Sinclair., The case of polylactic-acid as a commodity packaging plastic. *J Macromol Sci Pure Appl Chem* 1996; 33(5):585e97.
- [16] H. B. Yamak, Thermal, Mechanical and Water Resistance Properties of LDPE/Starch Bio-Based Polymer Blends for Food Packing Applications, 28th National Chemistry Congress and submitted to JOTCSA
- [17] L. P. B. M. Janssen, L. Moscicki, *Thermoplastic Starch: A Green Material for Various Industries*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009.
- [18] P. K. Dutta, J. Dutta, V. S. Tripathi., Chitin and chitosan: Chemistry, properties and applications, *Journal of Scientific & Industrial Research* Vol. 63, January 2004, pp 20-31.
- [19] K. K. Gadghey, G. S. Sharma., Investigation of Mechanical Properties of Chitosan Based Films: A Review, *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, Volume 8, Issue 6, Nov - Dec 2017, pp. 93–102.
- [20] M. Z. I. Mollah, N. Akter, F. B. Quader, S. Sultana, R. A. Khan, Biodegradable Colour Polymeric Film (Starch-Chitosan) Development: Characterization for Packaging Materials, *Open Journal of Organic Polymer Materials*, 2016, 6, 11-24.
- [21] P. P. Cacique, M. N. M. Rios, I. O. Barbosa, A. P. Wentz, Bioplastics Production from Starch and Chitosan Blends, *Perspectivas da Ciência e Tecnologia*, v.9 (2017).
- [22] A. N. C. Saputro, A. L. Ovita, Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik dari Kitosan-pati Ganyong (*Canna Edulis*), *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, Vol 2, No 1, April 2017.