

Pengaruh Konsentrasi *Filler* Serat Daun Nanas (*Ananas comosus*) dan PVA (Polivinil Alkohol) pada Sintesis Bioplastik dari Pati Biji Nangka

Dewi Sriana S Pane¹⁾, Idral Amri²⁾, Zultiniar²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Kimia, ²⁾Dosen Teknik Kimia
Laboratorium Teknologi Produk

Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5, Simpang Baru, Panam
Pekanbaru 28293

E-mail: dewi.sriana@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Pineapple leaf fiber consists of about 70-80% wt cellulose giving its high tensile strength and elastic modulus for bioplastics. To increased the elongation of bioplastic, starch has to be mixed with other synthetic polymers such as polyvinyl alcohol (PVA). The aimed of this research was to determine the effect of various pineapple leaf fiber and polyvinyl alcohol (PVA) concentration to the mechanical properties (tensile strength, elongation, modulus young and tear strength), water uptake, biodegradation and morphology. Bioplastics were made by mixing of starch of jackfruit seed, water, filler and plasticizer with variation of fiber were 0 (%w/w), 2 (%w/w), 4 (%w/w), 6 (%w/w), 8 (%w/w), and 10 (%w/w) and ratios starch: polyvinyl alcohol (PVA) were 1:1 and 1:1,5. The results revealed that the filler fiber and PVA gave an impact to mechanical properties of bioplastic, the best mechanical properties was on bioplastic with composition starch:PVA 1:1 and filler 8 (%w/w) with tensile strength 15,79 MPa, and modulus young 1967,01 MPa and tear strength 3,4021 Kgf. The best water uptake of bioplastic is 32,5 % and the fastest degradation time on bioplastic with composition fiber 10 (%w/w) and ratio starch:PVA 1:1,5 in 7 days. SEM analysis showed that filler distribution was not spreading evenly on matrices.

Keywords: jackfruit seed, bioplastic, starch, polyvinyl alcohol, pineapple leaf fiber

1. PENDAHULUAN

Hampir setiap produk dalam kehidupan sehari-hari menggunakan plastik sebagai bahan dasar. Jenis plastik yang sering digunakan adalah *Polypropylene* (PP) dan *Polyethylene* (PE). Jenis plastik tersebut merupakan polimer hidrokarbon yang sangat sulit terdegradasi secara alami oleh mikroorganisme (Arutchelvi *et al.*, 2008). Timbunan sampah yang terus bertambah setiap harinya tetap menjadi masalah lingkungan yang hingga saat ini masih sulit untuk diatasi. Jumlah timbunan sampah per hari diperkirakan 175.000 s.d 176.000 ton atau 64 juta ton/tahun. Jumlah tersebut akan terus meningkat seiring dengan

bertambahnya jumlah penduduk. Dari timbunan sampah tersebut, sekitar 3,2 juta ton merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut. Sampah plastik ini menambah kompleks permasalahan sampah karena sangat berpotensi mencemari lautan dan ekosistem di dalamnya (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018).

Alternatif yang tepat untuk menggantikan plastik yang sulit terdegradasi secara alami tersebut adalah polimer berupa bioplastik. Untuk mendukung kebijakan pengurangan sampah plastik Kementerian Lingkungan Hidup dan

Kehutanan (KLHK) meluncurkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7188.1:2016, sebagai informasi kepada publik tentang produk tas belanja plastik dan bioplastik mudah terurai. Adapun permintaan bioplastik meningkat sebanyak 8 – 10 % pertahun dengan *market share* plastik sebesar 10 – 15 % dan akan meningkat menjadi 25 – 30 % pada tahun 2020 (Avella, 2009). Salah satu bahan yang mudah terurai oleh mikroorganisme adalah pati. Selain sifatnya yang mudah terurai, pati berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, bersifat universal dan memiliki harga yang terjangkau, sehingga pati menjadi material yang menjanjikan untuk digabungkan dengan pengisi (*filler*) membentuk biokomposit polimer (Walle, 2009).

Pembuatan bioplastik biasanya menggunakan pati jagung, singkong, dan kentang sebagai matriksnya. Namun pati-pati tersebut termasuk bahan utama makanan pokok pengganti nasi. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka akan digunakan pati dari biji nangka, karena memiliki komposisi kimia pati yang cukup tinggi. Menurut Badan Pusat Statistik (2013) produksi nangka nasional pada tahun 2012 mencapai 663.936 ton. Sedangkan *filler* yang akan digunakan berasal dari serat alam yaitu serat daun nanas. Serat daun nanas atau *pineapple leaf fibre* (PALF) adalah salah satu bahan limbah disektor pertanian yang banyak ditanam di Indonesia. PALF memiliki sifat mekanik yang dapat diterapkan dalam pembuatan komposit plastik biodegradabel (Asim M *et al.*, 2015).

Pilihan polimer tambahan yang digunakan adalah Polivinil Alkohol (PVA) yang merupakan polimer sintetik hidrofilik, biodegradabel dan biokompatibel (Roohani *et al.*, 2008). PVA banyak digunakan sebagai bahan kemasan alternatif yang menjanjikan karena sifatnya yang sangat baik dalam pembentukan kemasan, tahan terhadap minyak dan lemak, memiliki kekuatan tarik, dan

fleksibilitas tinggi. Akan tetapi sifat ini sangat bergantung pada kelembaban, dimana semakin tinggi kelembaban maka akan semakin banyak air yang diserap dari lingkungan sekitar. Sehingga menyebabkan film PVA mengalami penurunan kekuatan tarik, kekuatan sobek dan mengalami kenaikan perpanjangan (Tang dan Alavi, 2011).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

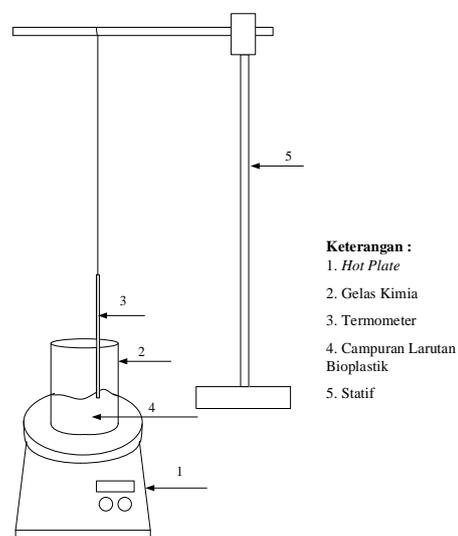
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan bakupati biji nangka yang didapat di daerah Pekanbaru, aquades sebagai pelarut pati, serat daun nanas sebagai *filler*, gliserol sebagai *plasticizer*, PVA sebagai komposit matriks, dan asam asetat sebagai pengawet.

2.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hot plate*, *mechanical stirrer*, neraca analitis, termometer, gelas ukur, gelas *beaker*, pipet tetes, desikator, dan cetakan kaca.

2.3 Variabel

Variabel berubah pada penelitian ini adalah nisbah komposit (pati nangka:PVA) 1:1; 1:1,5 (b/b) dan massa serat daun nanas (0; 2; 4; 6; 8; 10) % (b/b) pati.



Gambar 1. Rangkaian Alat Sintesis Bioplastik

2.4 Prosedur Penelitian

Tahap sintesis bioplastik dilakukan dengan melarutkan 10 g pati biji nangkake dalam 100 ml aquades. Kemudian dipanaskan dengan *hot plate* hingga suhunya $\pm 60^{\circ}\text{C}$ sambil diaduk dengan *mechanical stirrer*. Selanjutnya, ditambahkan PVA dengan variasi 10 g dan 15 g, 2 ml gliserol, dan 5 ml asam asetat ke dalam larutan pati. Campuran diaduk terus-menerus hingga diperoleh larutan yang agak kental pada suhu $\pm 75^{\circ}\text{C}$. Setelah larutan mengental, ditambahkan serat nanas dengan variasi 0 g; 0,2 g; 0,4 g; 0,6 g; 0,8 g; 1 g sambil diaduk hingga tercampur. Campuran diangkat dari *hot plate* untuk kemudian dicetak pada cetakan kaca. Sebelum campuran dilakukan pencetakan, didiamkan terlebih dahulu selama ± 5 menit untuk menghindari adanya gelembung-gelembung pada plastik. Campuran yang telah didiamkan, kemudian dituangkan pada cetakan cetakan kaca ukuran 20 x 20 cm x 2 mm. Bioplastik tersebut dibiarkan pada suhu kamar hingga kering dan dapat dilepaskan dari cetakan kaca.

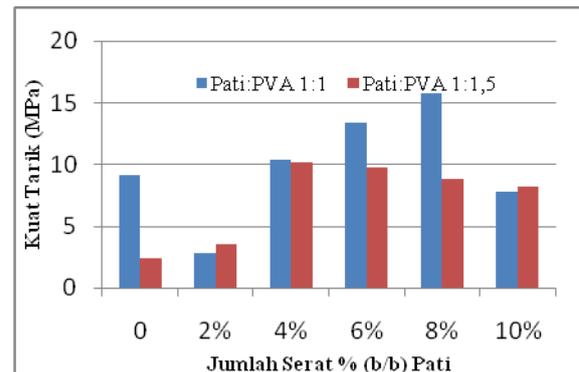
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis bioplastik dari pati biji nangka melalui proses pencampuran dengan variasi nisbah pati:PVA 1:1; 1:1,5 (b/b) dan massa serat daun nanas (0; 2; 4; 6; 8; 10) % (b/b) pati. Bioplastik hasil sintesis diuji dengan beberapa karakterisasi yaitu sifat mekanik untuk mengetahui nilai kuat tarik (*tensile strength*), elongasi, *modulus young*, dan kuat sobek (*tear strength*), uji *water uptake* untuk mengetahui berapa jumlah air yang diserap bioplastik, uji biodegradabilitas untuk mengetahui berapa lama bioplastik terurai oleh mikroorganisme, dan uji SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi dan bentuk partikel suatu sampel.

3.1 Karakteristik Sifat Mekanik

Karakteristik sifat mekanik dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tarik (*tensile strength*), elongasi, *modulus young*, dan kuat sobek (*tear strength*) terbaik dari

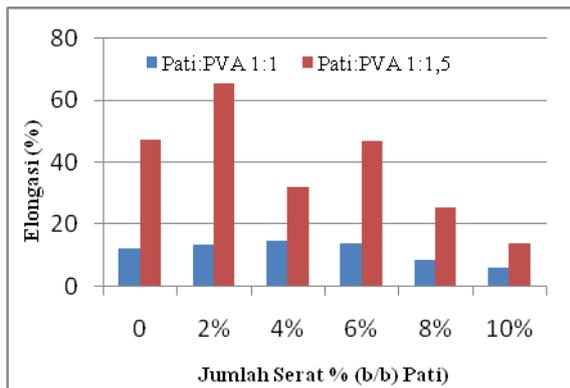
bioplastik yang dihasilkan. Hasil uji kuat tarik (*tensile strength*) bioplastik dapat dilihat ada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Kuat Tarik Terhadap Variasi Konsentrasi Serat dan PVA pada Pati Biji Nangka 10 g dan *Plasticizer* Gliserol 2 ml

Gambar 1 menunjukkan bahwa hasil kuat tarik terbaik yaitu pada formulasi nisbah pati biji nangka: PVA 1:1 dan massa serat 8 % (b/b) pati dengan nilai kuat tarik sebesar 15,79 MPa. Nilai kuat tarik tersebut berbanding lurus dengan jumlah serat yang ditambahkan, semakin banyak serat yang ditambahkan maka nilai kuat tariknya cenderung meningkat. Peningkatan kekuatan tarik dari bioplastik yang dihasilkan, karena serat daun nanas memiliki komposisi selulosa sekitar 70-80 % berat yang memberikan modulus dan kekuatan tarik yang tinggi (Kottaisamy *et al.*, 2015).

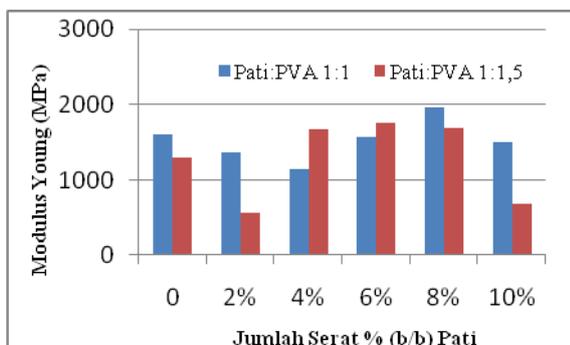
Namun, pada penambahan serat 10 % (b/b) pati terjadi penurunan kuat tarik, hal ini disebabkan oleh tidak sempurnanya ikatan antara serat dan matriks yang mengakibatkan terjadinya gelembung udara (*void*) pada komposit. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Sriwita dan Astuti (2014), dimana terjadi penurunan kuat tarik dari 7,23 MPa pada penambahan serat 0,2 g menjadi 1,92 MPa pada penambahan serat 0,4 g. Elongasi merupakan regangan maksimum yang dialami bahan saat dikenai gaya. Hasil elongasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Elongasi Terhadap Variasi Konsentrasi Serat dan PVA pada Pati Biji Nangka 10 g dan *Plasticizer* Gliserol 2 ml

Gambar 2 menunjukkan bahwa hasil elongasi tertinggi yaitu pada formulasi pati biji nangka: PVA 1:1,5 dan massa serat 2 % (b/b) pati dengan nilai elongasi sebesar 65,45 %. Nilai elongasi berbanding terbalik dengan kuat tarik dan modulus elastisitas. Nilai elongasi mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi *filler* serat. Namun, nilai elongasi meningkat seiring dengan penambahan PVA (polivinil alkohol) karena fleksibilitas film semakin meningkat dan kekakuan film semakin menurun.

Modulus young merupakan nilai ketahanan suatu bahan ketika dikenai gaya sampai terjadinya deformasi. *Modulus young* berbanding lurus dengan kuat tarik. Hasil modulus young dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara *Modulus Young* Terhadap Variasi Konsentrasi Serat dan PVA pada Pati Biji Nangka 10 g dan *Plasticizer* Gliserol 2 ml

Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil bioplastik dengan *modulus young* tertinggi terdapat pada formulasi nisbah pati:PVA 1:1 dan konsentrasi *filler* serat 8 % (b/b) pati sebesar 1967,01 MPa. Hasil ini sama dengan hasil nilai kuat tarik tertinggi yaitu pada formulasi nisbah pati:PVA 1:1 dan *filler* serat 8 % (b/b) pati.

Pengujian kuat sobek (*tear strength*) dilakukan dengan cara sampel dipotong membentuk huruf V dengan kecepatan 200 mm/menit. Pengujian dilakukan pada sampel bioplastik yang memiliki nilai kuat tarik (*tensile strength*) terbaik yaitu pada penambahan massa serat 8 % (b/b) pati dan nisbah pati:PVA 1:1. Pengujian kuat sobek pada sampel tersebut sebanyak 5 kali pengulangan, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Kuat Sobek Bioplastik

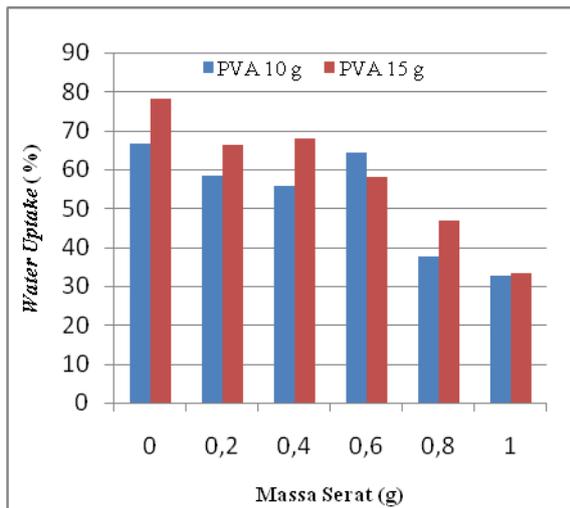
Test NO	Thickness (cm)	Max Load (kgf)	Tear Strength(Kgf)
1	0,2050	554,40	2,7044
2	0,1943	560,60	2,8852
3	0,1943	619,06	3,1861
4	0,1876	638,24	3,4021
5	0,2026	636,14	3,1399

Berdasarkan hasil pengujian didapat nilai kuat sobek tertinggi yaitu 3,4021 Kgf. Faktor – faktor yang mempengaruhi kuat sobek adalah komposisi komposit dan *plasticizer*. Nilai kuat sobek tertinggi 3,4021 Kgf dimana dibandingkan standar SNI minimal 2,0 Kgf, maka hasil pengujian telah memenuhi SNI.

3.2 Uji *Water Uptake*

Uji ketahanan terhadap air yaitu uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap bahan tersebut terhadap air. Pada *film* plastik diharapkan air yang terserap pada bahan sangat sedikit atau dengan kata lain daya serap bahan tersebut terhadap air harus rendah. Sifat ini dipengaruhi oleh komponen - komponen penyusun film plastik, seperti bahan dan

pemlastis. Hasil *water uptake* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara *Water Uptake* Terhadap Variasi Konsentrasi Serat dan PVA pada Pati Biji Nangka 10 g dan *Plasticizer* Gliserol 2 ml

Gambar 4 menunjukkan *water uptake* tertinggi pada formulasi pati biji nangka: PVA 1:1,5 dan massa serat 0 % (b/b) pati dengan nilai *water uptake* sebesar 78,25 % dan terjadi penurunan ketika ditambahkan *filler* serat dengan nilai *water uptake* terendah pada formulasi pati biji nangka: PVA 1:1 dan massa serat 10 % (b/b) pati sebesar 32,5 %. Hal tersebut dikarenakan *filler* serat tidak larut dalam air dan penambahan *filler* serat pada bioplastik akan memperkuat ikatan molekulnya sehingga *water uptake* akan menurun dengan ditambahkan *filler* serat. Semakin kecil nilai *water uptake* maka material akan semakin baik untuk digunakan sebagai bahan kemasan.

3.3 Uji Biodegradabilitas

Biodegradabilitas film adalah kemampuan film untuk dapat terdegradasi oleh mikroorganisme ataupun deraan panas dan hujan. Degradasi menyatakan perubahan fisik karena adanya pemutusan ikatan kimia sehingga berat molekul menurun dan pemendekan rantai. Biodegradasi sampel bioplastik pada tiap-tiap variasi di uji dengan menggunakan

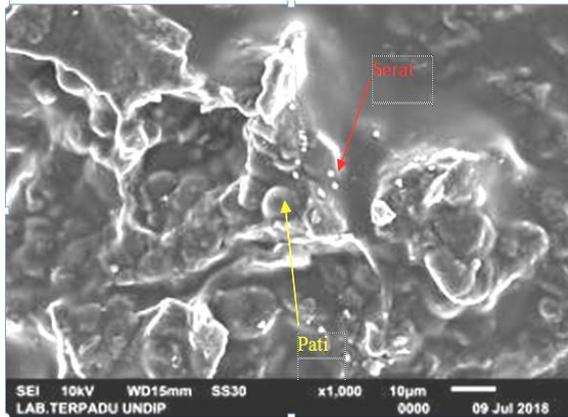
metode yang dinamakan *soil burial test* atau metode uji penguburan dalam tanah. Sampel yang telah dipotong dengan ukuran 2x6 cm ditanam pada tanah yang ditempatkan dalam wadah dengan asumsi komposisi tanah sama, kemudian diamati dari hari ke hari sampai sampel terdegradasi sempurna.

Formulasi bioplastik dengan penambahan konsentrasi serat 10 % (b/b) pati dan pati:PVA 1:1,5 menunjukkan tingkat *biodegradability* yang paling tinggi dibandingkan dengan sampel bioplastik yang lainnya. Hal ini terjadi karena serat yang terdiri dari selulosa serta PVA sama-sama mempunyai gugus hidroksil OH yang menginisiasi reaksi hidrolisis setelah mengabsorpsi air dari tanah. Selulosa dan PVA yang merupakan gugus hidroksil OH akan terdekomposisi menjadi potongan-potongan kecil hingga menghilang dalam tanah.

Polimer akan terdegradasi karena proses kerusakan atau penurunan mutu karena putusnya ikatan rantai pada polimer (Aripin *et al.*, 2017). Sampel bioplastik di dalam tanah humus terdegradasi dalam waktu ± 7 hari. Degradasi ini juga disebabkan oleh proses pengomposan, dimana suhu naik dan tetap meningkat selama ada oksigen yang tersedia, yang menghasilkan aktivitas mikroba yang sangat kuat sehingga sampel lebih cepat terdegradasi.

3.4 Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Uji morfologi bertujuan untuk mengetahui bentuk dan struktur permukaan dari sampel bioplastik. Hasil dari analisa bioplastik dengan formulasi pati:PVA 1:1 dan *filler* serat 8 % (b/b) pati menunjukkan hasil mikrograf bioplastik yaitu persebaran dari bahan bioplastik yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Mikro Bioplastik dengan Penambahan 8 % (b/b) Serat Nanas dan Nisbah Pati:PVA 1:1 pada Perbesaran 1000 x

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa permukaan bioplastik yang dihasilkan merupakan permukaan yang tidak homogen. Ketidakteraturan permukaan bioplastik merupakan akibat dari adanya makromolekul seperti pati, lemak, protein dan serat di dalam jaringan polimer bioplastik yang mengalami aglomerasi atau penumpukan komponen bahan di satu titik. Aglomerasi pada pati maupun PVA dapat mengakibatkan tidak meratanya persebaran dari *filler* yang ditambahkan sehingga mengakibatkan hasil analisa sampel bioplastik tidak maksimal.

Hal ini didukung oleh teori yang menyatakan bahwa peningkatan ukuran partikel bahan pengisi menyebabkan terbentuknya aglomerat yang besar pada partikel pengisi. Ketika tingkat aglomerasi meningkat, maka interaksi antara pengisi dan matriks menjadi lemah. Selain itu, penurunan nilai kuat tarik juga dapat disebabkan oleh ketidakmampuan pengisi mendukung transfer tegangan yang merata dari matriks, sehingga mekanisme penguatan oleh adanya pengisi tidak terjadi dengan baik (Adryani dan Maulida, 2014).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai sintesis bioplastik dari pati biji nangka dan PVA menggunakan *filler* serat daun nanas dan *plasticizer*

gliserol, komposisi masing-masing dari variabel memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap bioplastik yang dihasilkan. Bioplastik dengan karakteristik kuat tarik dan *modulus young* terbaik pada formulasi nisbah pati:PVA 1:1 dan konsentrasi *filler* serat daun nanas 8 % (b/b) pati dengan nilai kuat tarik 15,79 MPa dan *modulus young* 1967,01 MPa. Sedangkan elongasi terbaik pada formulasi nisbah pati:PVA 1:1,5 dan konsentrasi *filler* serat daun nanas 2 % (b/b) pati sebesar 65,45 %. Elongasi berbanding terbalik dengan kuat tarik. *Modulus young* berbanding lurus dengan kuat tarik.

Nilai *water uptake* terbaik pada formulasi nisbah pati:PVA 1:1 dan konsentrasi *filler* serat 10 % (b/b) pati sebesar 32,5 %. dan waktu degradasi tercepat pada bioplastik dengan komposisi serat 10 (%b/b) dan nisbah pati:PVA 1:1,5 dalam waktu 7 hari. Analisa SEM menunjukkan bahwa persebaran *filler* masih belum merata pada matriks.

DAFTAR PUSTAKA

- Adryani, R. Maulida. 2014. Pengaruh Ukuran Partikel dan Komposisi Abu Sekam Padi Hitam Terhadap Sifat Kekuatan Tarik Komposit Poliester Tidak Jenuh. *Jurnal Teknik KimiaUSU* 3(4): 31-36.
- Arutchelvi J., M. Sudhakar, A. Arkatkar, M. Doble, S. Badhuri, dan V. Uppara. 2008. Biodegradation of Polyethylene and Polypropylene. *Indian Journal of Biotechnology* 7: 9-22.
- Asim, M., K. Abdan, M. Jawaid, M. Nasir, Z. Dashtizadeh, M.R. Ishak, dan M. Enamul Hoque. 2015. A Review on Pineapple Leaves Fibre and Its Composites. *International Journal of Polymer Science* 2015:1-16.
- Avella, M.E. 2009. Eco-challenges of Bio Based Polymer Composite Material 2:911-925.

- BPS. 2013. Produksi Tanaman Nangka (online). <http://www.bps.go.id>. Diakses pada 10 April 2018.
- BSN. 2014. SNI 7818:2014 tentang Kantong Plastik Mudah Terurai. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Roohani, M., Habibi, Y., Belgacem, Y.M., Ebrahim, G., Karimi, A.N., Dufresne A. 2008. Cellulose Whiskers Reinforced Polyvinyl Alcohol Copolymer Nanocomposites. *European Polymer Journal* 44:2489-2498.
- Sriwita, D dan Astuti. 2014. Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Polyester Ditinjau dari Fraksi Massa dan Orientasi Serat. *Jurnal Fisika Unand* 3(1): 30-36.
- Tang, X., dan Alavi, S. 2011. Recent Advances in Starch, Polyvinyl Alcohol Based Polymer Blends, Nanocomposites and Their Biodegradability. *Carbohydrates Polymers*, 85 (1): 7-16.
- Walle, A. (2009). Fundamentals of zinc oxide as a semiconductor. Santa Barbara: University of California.