

Pembuatan dan Karakterisasi Komposit dari *Styrofoam* Bekas dan Serat Ijuk Aren

Aprilina Purbasari^{1*}, Timothius Adrian Christantyo Darmaji¹, Cindy Nella Sary¹,
Heny Kusumayanti²

¹Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia

Email: aprilina.purbasari@che.undip.ac.id

Abstrak

Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih bahan yang menghasilkan efek sinergis. Komposit dapat dibuat dari polimer sebagai matriks dan serat alam sebagai bahan penguat. Pada penelitian ini komposit dibuat dari *styrofoam* bekas dan serat ijuk aren. *Styrofoam* merupakan salah satu jenis polimer yang sulit terdegradasi secara alami, sedangkan serat ijuk aren merupakan serat alam yang mudah diperoleh di Indonesia. Pembuatan komposit dilakukan dengan alat *hot press* pada berbagai perbandingan massa *styrofoam* dan serbuk ijuk aren (10:90; 20:80; 30:70; 40:60; dan 50:50). Karakterisasi komposit yang dihasilkan meliputi uji kekuatan mekanik, kerapatan, daya serap air, mikrostruktur, dan gugus fungsional. Komposit mempunyai kekuatan mekanik tertinggi sebesar 90,26 kgf/cm² pada perbandingan massa *styrofoam* dan serbuk ijuk aren 30:70. Semakin tinggi kandungan *styrofoam* dalam komposit maka kerapatan komposit akan semakin meningkat dan daya serap air komposit semakin menurun. Komposit mempunyai struktur yang homogen dan gugus fungsional yang berasal dari *styrofoam* dan serat ijuk aren.

Kata kunci : komposit, serbuk ijuk aren, *styrofoam* bekas

Abstract

Synthesis and Characterization of Composites from Used Styrofoam and Sugar Palm Fibers

Composite is a combination of two or more materials that produce a synergistic effect. Composite can be made from polymers as matrices and natural fibers as reinforcing agents. In this study, composite were synthesized from used styrofoam and sugar palm fiber. Styrofoam is one type of polymer that is difficult to degrade naturally, whereas sugar palm fiber is a natural fiber that is easily obtained in Indonesia. Composite synthesis was done using hot press equipment at various mass ratio of styrofoam to sugar palm fiber powder (10:90; 20:80; 30:70; 40:60; and 50:50). Characterization of obtained composites covered tests of mechanical strength, density, water absorption, microstructure, and functional groups. Composite had the highest mechanical strength of 90.26 kgf/cm² at the mass ratio of styrofoam to sugar palm fiber powder of 30:70. The increase of the styrofoam content in composite caused the increase of composite density and the decrease of composite water absorption. Composite had homogeneous structure and functional groups derived from styrofoam and sugar palm fiber.

Keywords : composite, sugar palm fiber powder, used styrofoam

PENDAHULUAN

Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih bahan yang menghasilkan efek sinergis.

Terdapat dua bagian utama dalam komposit, yaitu matriks dan bahan penguat. Matriks dapat berupa bahan logam, keramik, atau polimer (Dixit *et al.*, 2017). Adapun yang dapat menjadi bahan

penguat dalam komposit adalah serat, partikulat, dan *flakes*. Matriks dengan bahan polimer dan bahan penguat serat alam telah banyak dimanfaatkan untuk aplikasi otomotif, konstruksi, elektronik, insulasi, dan kemasan (Mohammed *et al.*, 2015).

Styrofoam merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang mengandung polistiren >98% dan telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengemas (Ho *et al.*, 2018). *Styrofoam* mempunyai sifat sulit terdegradasi secara alami sehingga perlu dicari cara untuk memanfaatkan *styrofoam* bekas menjadi bahan lain yang berguna, antara lain sebagai komposit. Penggunaan *styrofoam* bekas sebagai bahan komposit akan menghasilkan komposit dengan kekuatan mekanik yang rendah sehingga harus ditambahkan bahan penguat (Nasution *et al.*, 2018). Bahan penguat komposit dari serat alam saat ini telah banyak dikembangkan karena serat alam memiliki beberapa keunggulan dibandingkan serat sintetis, yaitu memiliki berat spesifik yang rendah, bersifat tidak abrasif, memiliki tahanan listrik yang tinggi, dan merupakan insulasi akustik yang baik (Sorieu *et al.*, 2016). Serat alam yang dimanfaatkan sebagai bahan penguat komposit antara lain adalah serat bambu, kayu, kelapa, kapas, rami, pisang, dan nanas (Peças *et al.*, 2018).

Serat ijuk aren juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan penguat komposit. Serat ijuk aren diperoleh dari pohon aren (*Arenga pinnata* Merr.). Pohon yang banyak ditemukan di Indonesia ini semua bagian pohonnya, yaitu daun, batang, ijuk, dan akar, dapat dimanfaatkan (Lempang, 2012). Beberapa komposit dengan bahan penguat serat ijuk aren yang telah dipelajari adalah komposit dengan matriks dari polipropilen (Zahari *et al.*, 2015), epoxy (Khudhur *et al.*, 2013), dan poliester (Norizan *et al.*, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat komposit dari *styrofoam* bekas sebagai bahan matriks dengan serat ijuk aren sebagai bahan penguat. Karakteristik komposit yang dihasilkan meliputi kekuatan mekanik, kerapatan, daya serap air, mikrostruktur, dan gugus fungsional akan dipelajari lebih lanjut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam mengurangi beban lingkungan yang disebabkan oleh *styrofoam* bekas.

METODOLOGI

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah *styrofoam* bekas dan serat ijuk aren yang diperoleh di kota Semarang. *Styrofoam* bekas setelah dibersihkan dilarutkan terlebih dahulu dengan *xylene*. Sementara itu serat ijuk aren dibuat menjadi serbuk ijuk aren dengan menggunakan alat *disc mill*. Perbandingan massa *styrofoam* dan serbuk ijuk aren yang digunakan adalah 10:90; 20:80; 30:70; 40:60; dan 50:50. Pencampuran *styrofoam* bekas yang telah dilarutkan dengan *xylene* dan serbuk ijuk aren dengan perbandingan massa tertentu dilakukan secara manual dengan bantuan pengaduk. Campuran kemudian dicetak dengan alat *hot press* pada cetakan berdiameter 3 cm dengan suhu 150 °C selama 30 menit. Komposit yang terbentuk kemudian dibiarkan selama 14 hari sebelum dilakukan pengujian yang meliputi kekuatan mekanik, kerapatan, daya serap air, mikrostruktur, dan gugus fungsional.

Uji kekuatan mekanik (kuat tarik belah) dilakukan dengan alat *Universal Testing Machine*. Uji kerapatan komposit dihitung dari perbandingan massa komposit terhadap volumenya. Uji daya serap air dilakukan dengan merendam komposit dalam air selama 24 jam. Daya serap air dalam persen dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{m_t - m_0}{m_0} \times 100\%$$

dengan m_0 dan m_t adalah massa komposit sebelum dan sesudah perendaman.

Uji mikrostruktur dilakukan dengan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) *JEOL JSM-6510LA*, sedangkan uji gugus fungsional dengan alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) *PerkinElmer Spectrum IR*. Uji mikrostruktur dan gugus fungsional dilakukan pada salah satu komposit yang dihasilkan, yaitu komposit dengan perbandingan massa *styrofoam* dan serbuk ijuk aren 20:80.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini komposit dibuat dengan bahan baku *styrofoam* bekas dan serbuk ijuk aren. Penampakan visual komposit pada berbagai perbandingan massa *styrofoam* dan serbuk ijuk

aren ditunjukkan oleh Gambar 1. Ketinggian komposit yang dihasilkan bervariasi dari 0,6 cm untuk komposit dengan komposisi *styrofoam* dan serbuk ijuk aren 50:50 hingga 1,3 cm untuk komposit dengan komposisi *styrofoam* dan serbuk ijuk aren 10:90. Semakin tinggi kandungan *styrofoam* pada komposit maka komposit yang dihasilkan akan semakin padat atau semakin pendek. Komposit yang diperoleh ini kemudian diuji kekuatan mekanik, kerapatan, daya serap air, mikrostruktur, dan gugus fungsionalnya.

Hasil Uji Kekuatan Mekanik

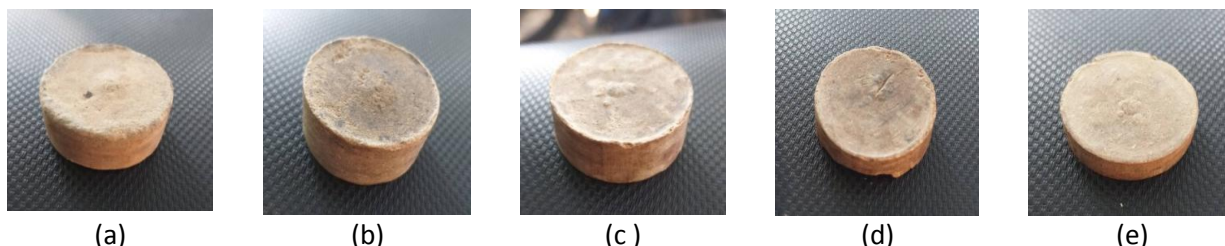
Hasil uji kekuatan mekanik komposit pada berbagai komposisi *styrofoam* bekas dan serbuk ijuk aren ditunjukkan oleh Gambar 2. Kekuatan mekanik komposit yang diperoleh berkisar antara 33,26-90,26 kgf/cm². Kekuatan mekanik tertinggi diperoleh pada komposit dengan komposisi *styrofoam* dan serbuk ijuk aren 30:70. Hasil ini menunjukkan bahwa pada komposisi ini adhesi antar muka yang baik terjadi antara polimer dan serat yang memungkinkan transfer tekanan atau beban berlangsung dari matriks polimer ke bahan

penguat serat alam sehingga meningkatkan kekuatan mekanik komposit (Panyasart *et al.*, 2014).

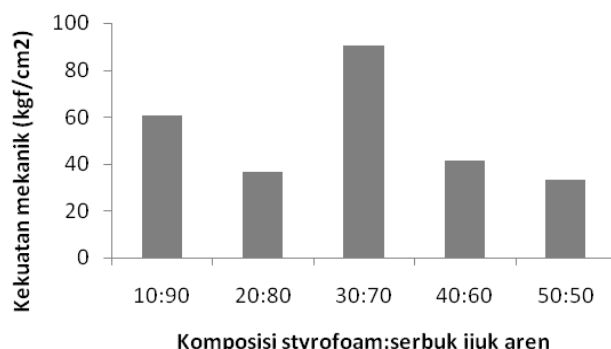
Hasil Uji Kerapatan

Komposit yang dihasilkan memiliki kerapatan yang dipengaruhi komposisi *styrofoam* bekas dan serbuk ijuk aren seperti ditunjukkan oleh Gambar 3. Kerapatan komposit yang diperoleh meningkat seiring dengan meningkatnya komposisi *stryrofoam* atau berkurangnya komposisi serbuk ijuk aren dalam komposit. Hal ini dapat disebabkan oleh karakteristik serat alam yang memiliki berat spesifik yang rendah sehingga berkurangnya komposisi serbuk ijuk aren dalam komposit akan meningkatkan kerapatan komposit.

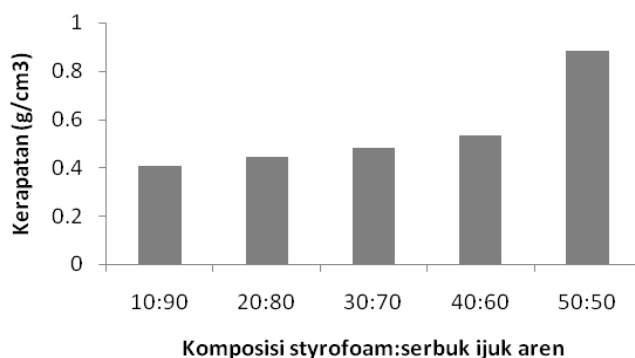
Kerapatan komposit yang diperoleh berada pada rentang 0,41-0,89 g/cm³. Berdasarkan SNI 03-2105-2006 tentang Papan Partikel, papan partikel mempunyai kerapatan 0,4-0,9 g/cm³. Oleh karenanya komposit yang dihasilkan dapat kategorikan sebagai papan partikel.



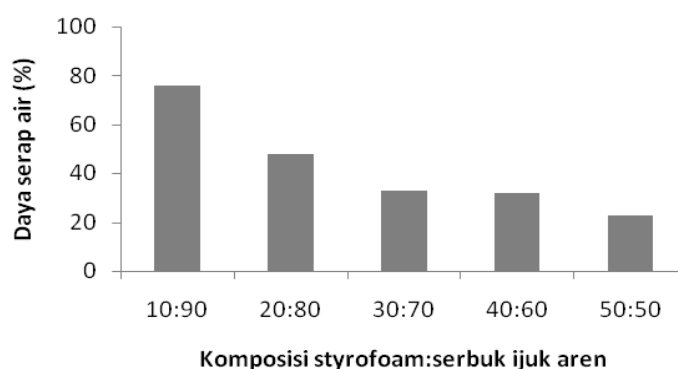
Gambar 1. Penampakan visual komposit dengan komposisi *styrofoam*:serbuk ijuk aren 10:90 (a); 20:80 (b); 30:70 (c); 40:60 (d); dan 50:50 (e).



Gambar 2. Kekuatan mekanik komposit pada berbagai komposisi *styrofoam* dan serbuk ijuk aren.



Gambar 3. Kerapatan komposit pada berbagai komposisi *styrofoam* dan serbuk ijuk aren.



Gambar 4. Daya serap air komposit pada berbagai komposisi *styrofoam* dan serbuk ijuk aren.

Hasil Uji Daya Serap Air

Daya serap air komposit pada berbagai komposisi *styrofoam* bekas dan serbuk ijuk aren ditunjukkan oleh Gambar 4. Sifat daya serap air ini penting diketahui pada komposit dengan bahan baku serat alami. Hal ini disebabkan masuknya air ke dalam komposit (misalnya melalui retakan kecil) dapat menyebabkan pembengkakan serat yang selanjutnya akan mempengaruhi kekuatan mekanik komposit (Muñoz & García-Manrique, 2015; Priyanka & Palsule, 2013).

Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan *styrofoam* atau semakin rendah kandungan serbuk ijuk aren maka daya serap air semakin rendah. Hal ini disebabkan oleh karakteristik dari serat ijuk aren yang merupakan serat alami. Pada umumnya serat alami bersifat hidrofilik karena mengandung banyak grup hidroksil (-OH) pada strukturnya. Sifat hidrofilik ini menyebabkan serat dapat menyerap air dengan membentuk ikatan hidrogen antara air dan serat (Shah *et al.*, 2013). Dengan demikian, semakin rendah kandungan serbuk ijuk aren dalam komposit maka daya serap air komposit akan semakin rendah.

Hasil Uji Mikrostruktur

Mikrostruktur komposit dengan komposisi *styrofoam* bekas dan serbuk ijuk aren 20:80 diuji menggunakan alat SEM dengan perbesaran 1000x. Hasil analisis SEM pada Gambar 5 menunjukkan bahwa permukaan komposit relatif rata dan homogen, walaupun tampak adanya retakan karena komposit yang diuji mikrostrukturnya merupakan komposit hasil uji kekuatan mekanik. Permukaan komposit yang relatif rata dan homogen menunjukkan bahwa *styrofoam* dan serbuk ijuk aren tercampur dengan baik.

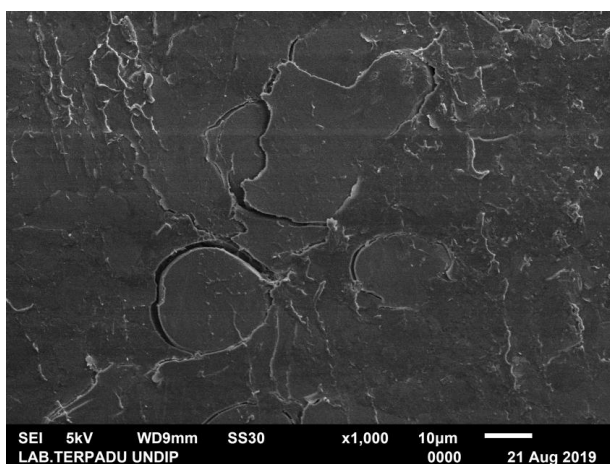
Hasil Uji Gugus Fungsional

Uji gugus fungsional dengan alat FTIR dilakukan terhadap komposit dengan komposisi *styrofoam* bekas dan serbuk ijuk aren 20:80 pada jangkauan spektra 4000-400 cm⁻¹. Hasil analisis FTIR ditunjukkan oleh Gambar 6 dan Tabel 1. Puncak-puncak yang diperoleh dari spektra FTIR komposit tidak persis sama bilangan gelombangnya dengan teoritis. Hal ini disebabkan pada komposit terdapat campuran dari beberapa gugus fungsional yang dapat saling

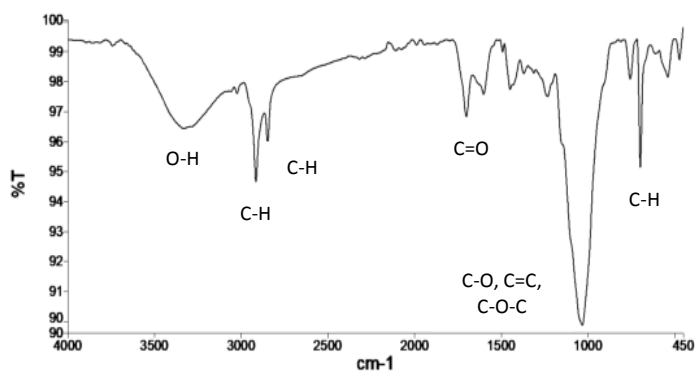
berinterferensi sehingga masing-masing puncak gugus fungsional mengalami sedikit pergeseran jika dibandingkan dengan teoritis. Puncak pada bilangan gelombang $3334,75\text{ cm}^{-1}$; $2916,85\text{ cm}^{-1}$; $2849,37\text{ cm}^{-1}$; dan $1701,55\text{ cm}^{-1}$ masing-masing menunjukkan adanya gugus fungsional dari O-H, C-H, dan C=O yang berasal dari lignin. Sementara itu, puncak pada bilangan gelombang $1032,09\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus fungsional dari C-O, C=C, C-O-C yang dapat berasal dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Adapun puncak pada

bilangan gelombang $696,58\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus fungsional dari C-H yang berasal dari senyawa aromatik (Xu *et al.*, 2013).

Lignin, selulosa, dan hemiselulosa merupakan komponen penyusun serat ijuk aren (Ishak *et al.*, 2013), sedangkan senyawa aromatik terdapat dalam *styrofoam* (Ho *et al.*, 2018). Hasil analisis FTIR tersebut menunjukkan bahwa gugus fungsional yang terdapat dalam komposit berasal dari bahan penyusunnya, yaitu *styrofoam* dan serat ijuk aren.



Gambar 5. Mikrostruktur komposit dengan komposisi *styrofoam* dan serbuk ijuk aren 20:80.



Gambar 6. Spektra FTIR pada komposit dengan komposisi *styrofoam* dan serbuk ijuk aren 20:80.

Tabel 1. Gugus fungsional pada komposit dengan komposisi *styrofoam* dan serbuk ijuk aren 20:80.

Bilangan gelombang (cm^{-1})		Keterangan
Teoritis	Komposit	
3421	3334,75	O-H stretching
2937	2916,85	C-H stretching
2840	2849,37	C-H stretching
1682	1701,55	C=O stretching
1035	1032,09	C-O, C=C, C-O-C stretching
650	696,58	C-H bending

KESIMPULAN

Komposit dengan bahan baku *styrofoam* bekas dan serat ijuk aren telah dapat dibuat. Kekuatan mekanik tertinggi sebesar 90,26 kgf/cm² diperoleh pada perbandingan massa *styrofoam* dan serbuk ijuk aren 30:70. Semakin tinggi kandungan *styrofoam* atau semakin rendah kandungan serbuk ijuk aren maka kerapatan komposit semakin meningkat, sedangkan daya serap air komposit semakin menurun. Hasil uji mikrostruktur dan gugus fungsional menunjukkan bahwa komposit mempunyai struktur yang homogen dan gugus fungsional yang berasal dari bahan penyusun komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- Dixit, S., Goel, R., Dubey, A., Shivhare, P.R. & Bhalavi, T., 2017, Natural fibre reinforced polymer composite materials - A review, *Polymers from Renewable Resources*, 8(2):71-78.
- Ho, B.T., Roberts, T.K. & Lucas, S., 2018, An overview on biodegradation of polystyrene and modified polystyrene: The microbial approach, *Critical Reviews In Biotechnology*, 38(2):308-320.
- Ishak, M.R., Sapuan, S.M., Leman, Z., Rahman, M.Z.A., Anwar, U.M.K. & Siregar, J.P., 2013, Sugar palm (*Arenga pinnata*): Its fibres, polymers and composites, *Carbohydrate Polymers*, 91:699-710.
- Khudhur, P.A., Zarog, O.S., Khidhir, B.A. & Radif, Z.S., 2013, Fracture toughness of sugar palm fiber reinforced epoxy composites, *International Journal of Science and Research*, 2(12):273-279.
- Lempang, M., 2012, Pohon aren dan manfaat produksinya, *Info Teknis Eboni*, 9(1):37-54.
- Mohammed, L., Ansari, M. N. M., Pua, G., Jawaid, M. & Islam, M.S., 2015, A review on natural fiber reinforced polymer composite and its applications, *International Journal of Polymer Science*, 1-15pp.
- Muñoz, E. & García-Manrique, J.A., 2015, Water absorption behaviour and its effect on the mechanical properties of flax fibre reinforced bioepoxy composites, *International Journal of Polymer Science*, 1-10pp.
- Nasution, H., Harahap, H., Riani, R. & Pelawi, A.I., 2018, The effect of filler particle size on the mechanical properties of waste styrofoam filled sawdust composite, *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 7(72):113-116.
- Norizan, M.N., Abdan, K., Salit, M.S. & Mohamed, R., 2017, Physical, mechanical and thermal properties of sugar palm yarn fibre loading on reinforced unsaturated polyester composites, *Journal of Physical Science*, 28(3):115-136.
- Panyasart, K., Chaityut, N., Amornsakchai, T. & Santawitee, O., 2014, Effect of surface treatment on the properties of pineapple leaf fibers reinforced polyamide 6 composites, *Energy Procedia*, 56: 406-413.
- Peças, P., Carvalho, H., Salman, H., & Leite, M., 2018, Natural fibre composites and their applications: A review, *Journal of Composites Science*, 2(66):1-20.
- Priyanka, P. & Palsule, S., 2013, Effect of water absorption on interface and tensile properties of banana fibre reinforced functionalized polypropylene (BF/CFPP) composites developed by Palsule process, *Applied Polymer Composites*, 1(2):103-112.
- Shah, H., Srinivasulu, B. & Shit, S.C., 2013, Influence of banana fibre chemical modification on the mechanical and morphological properties of woven banana fabric/unsaturated polyester resin composites, *Polymers from Renewable Resources*, 4(2):61-84.
- Sorieul, M., Dickson, A., Hill, S.J. & Pearson, H., 2016, Plant fibre: Molecular structure and biomechanical properties, of a complex living material, influencing its deconstruction towards a biobased composite, *Materials*, 9(8):1-36.
- Xu, F., Yu, J., Tesso, T., Dowell, F. & Wang, D., 2013, Qualitative and quantitative analysis of lignocellulosic biomass using infrared techniques: A mini-review, *Applied Energy*, 104:801-809.
- Zahari W. Z. W., Badri, R. N. R. L., Ardyananta, H., Kurniawan D. & Nor, F. M., 2015, Mechanical properties and water absorption behavior of polypropylene / ijuk fiber composite by using silane treatment, *Procedia Manufacturing*, 2:573-578.