

## Modification of Coconut Shell Polypropylene Composite as Pipe Material

Rudianto Raharjo<sup>1,\*</sup>, Teguh Dwi Widodo<sup>2</sup>, Redi Bintarto<sup>3</sup>, Haslinda Kusumaningsih<sup>4</sup>, Mirza Pramudia<sup>5</sup> dan Nama M. Irkham Mamungkas

<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya - Malang

<sup>5</sup>Prodi Teknik Mesin Universitas Trunojoyo - Madura

<sup>6</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang - Malang

\*Corresponding author: rudiantoraharjo@ub.ac.id

**Abstract.** The development of plastic industry from year to year is increasing, so there are many methods to improve the quality of plastic products. One of the method to improve the quality of plastics is to add a filler that can give more value to the plastic material. The purpose of this research is to know the effect of activated carbon of coconut shell addition on tensile strength of polypropylene. In this research, the percentage of activated carbon filler weight are 0%, 2%, 5%, 7% and 10%. The activated carbon of coconut shell is processed to obtain a uniform size, using mesh number 100 to 200. The process of making specimen in this research using injection molding process with injection pressure 90 bar and melt temperature 180 °C, which was molded using mold tensile test specimen size according to ASTM D638 standard. The results showed that the increasing percentage weight of activated carbon could increase the tensile strength of polypropylene because there are good interface between the matrix and the filler. However, in the addition of 5% to 10% active carbon percentage there is a decrease in tensile strength due to adding too much filler percentage. The increasing percentage weight of activated carbon, the elongation will decrease. this can be proven by photographs on the specimen fracture showing the increasing percentage of activated carbon, shown the rough surface fracture this shows the shape of the brittle fracture. The highest average tensile strength was on specimens with 2% activated carbon addition of 31.61 MPa and the lowest average tensile strength value was a specimen with 10% activated carbon addition of 26.39 MPa.

**Abstrak.** Perkembangan industri plastik dari tahun ke tahun semakin bertambah, sehingga banyak ditemukan metode-metode untuk meningkatkan kualitas produk plastik. Salah satu metode untuk meningkatkan kualitas plastik adalah dengan menambahkan bahan pengisi (filler) yang mampu memberi nilai tambah pada bahan plastik. Tujuan dari penelitian ini mengetahui pengaruh penambahan persentase karbon aktif tempurung kelapa terhadap kekuatan tarik polypropylene. Dalam penelitian ini, digunakan persentase berat filler karbon aktif yaitu 0%, 2%, 5%, 7% dan 10%. Karbon aktif tempurung kelapa yang akan digunakan dilakukan proses pengayakan untuk mendapatkan ukuran yang seragam, mesh yang digunakan adalah mesh 100 hingga 200. Pembuatan spesimen dalam penelitian ini menggunakan proses injection molding dengan tekanan injeksi yang digunakan 90 bar dan temperatur untuk melelehkan 180 °C yang dicetak menggunakan cetakan ukuran spesimen uji tarik sesuai standar ASTM D638. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin bertambah persentase berat karbon aktif dapat menaikkan kekuatan tarik polypropylene akibat interface yang baik antara matriks dan filler. Namun pada penambahan persentase karbon aktif 5% hingga 10% terjadi penurunan kekuatan tarik akibat berlebihnya filler. Semakin bertambahnya persentase karbon aktif maka elongation semakin berkurang dapat dibuktikan dengan foto pada patahan spesimen yang menunjukkan semakin bertambahnya persentase karbon aktif permukaan semakin kasar karena yang menunjukkan bentuk patahan getas. Kekuatan tarik rata-rata tertinggi ada pada spesimen dengan penambahan 2% karbon aktif yaitu sebesar 31,61 MPa dan nilai kekuatan tarik rata-rata yang terendah adalah spesimen dengan penambahan 10% karbon aktif yaitu sebesar 26,39 MPa.

**Kata kunci:** Karbon aktif, Polypropylene, Kekuatan tarik, Injection molding,

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Pada saat ini, dunia industri semakin berkembang pesat, hal ini di akibatkan oleh berkembangnya teknologi dan semakin besar daya

beli masyarakat dalam membeli produk. Dari perkembangan yang terjadi mengharuskan pelaku industri perlu memberikan inovasi. Untuk itu para pelaku industri dituntut harus dapat menghasilkan suatu produk yang memiliki karakteristik yang

baik. Salah satu cara untuk menghasilkan produk yang seperti itu adalah dengan pemilihan material yang tepat. Material yang saat ini banyak digunakan dan diminati sebagai produk yang digunakan sehari-hari adalah material plastik. [2]

Plastik merupakan material yang banyak digunakan sebagai bahan baku peralatan dan komponen - komponen di bidang elektronik, kontruksi, pertanian, tekstil, otomotif, furnitur, kemasan makanan, dan bidang lainnya. Selain harganya yang ekonomis, plastik juga memiliki sifat mampu bentuk yang baik dan juga dapat didaur ulang. Banyak sekali macam-macam plastik yang memiliki sifat dan karakteristik masing-masing antara lain: Polietilen (PE), Polipropilen (PP), ABS, Polistiren (PS), Polivinil klorida (PVC), PET. Untuk mengolah bahan plastik menjadi suatu produk juga bermacam-macam, salah satunya adalah *injection molding*. [2]

Proses *injection molding* adalah proses pembentukan suatu benda atau produk dari material plastik dengan bentuk dan ukuran tertentu yang mendapat perlakuan panas dan pemberian tekanan dengan cara diinjeksikan pada cetakan [3,11,12]. Dalam proses *injection molding* sendiri banyak digunakan jenis polymer *Polypropylene* (PP). *Polypropylene* mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (180°C-200°C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130°C–135°C. *Polypropylene* mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*chemical resistance*) yang tinggi. Selain itu *Polypropylene* (PP) merupakan salah satu jenis plastik yang paling aman digunakan sebagai kemasan makanan karena memiliki titik didih yang tinggi, oleh sebab itu *Polypropylene* (PP) banyak dipakai sebagai bahan baku kemasan makanan. [2,12]

Perkembangan industri plastik dari tahun ke tahun semakin bertambah, sehingga banyak ditemukan metode-metode untuk meningkatkan kualitas produk plastik. Salah satu metode untuk meningkatkan kualitas plastik adalah dengan menambahkan bahan pengisi (*filler*) yang mampu memberi nilai tambah pada bahan plastik [2]. Material plastik sering diperkuat oleh material berbentuk partikel. Partikel pengisi (*filler*) yang dipakai untuk memperkuat material plastik adalah karbon [4]. Salah satu material yang memiliki kandungan karbon adalah karbon aktif. Karbon aktif adalah arang yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai daya serap/adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. [7,9,10]

penambahan *filler* dari alam seperti karbon aktif dari arang bambu dalam matriks *Polypropylene* (PP) mampu meningkatkan kekuatan tariknya.

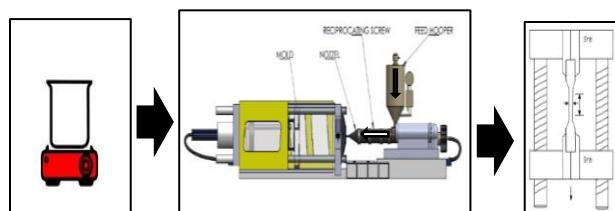
Penambahan 20% *filler* arang bambu pada matriks *Polypropylene* (PP) menunjukkan hasil kekuatan tarik yang meningkat 15% dari PP murni. Hal ini dikarenakan bahwa arang bambu menyebabkan gaya tarik-menarik antar permukaan (*interfacial adhesion*) dengan PP, sehingga dapat ditambahkan ke dalam matriks *Polypropylene* (PP) dan dapat meningkatkan kekuatan komposit PP – arang bambu.[1]

Penelitian ini akan dicari pengaruh penambahan karbon aktif tempurung kelapa terhadap kekuatan tarik *Polypropylene* (PP) hasil *injection molding*. Dalam penelitian kali ini, produk dicetak dengan proses *injection molding* dengan menggunakan cetakan berupa spesimen uji tarik yang sesuai dengan ASTM. Dipilihnya *filler* karbon aktif tempurung kelapa dalam penelitian ini karena selain mudah didapatkan, penulis juga berharap limbah tempurung kelapa dapat lebih bermanfaat untuk proses manufaktur di masa depan. Variasi yang digunakan adalah variasi kadar karbon aktif tempurung kelapa, yang ditambahkan pada biji plastik *Polypropylene* (PP) lalu dicetak dengan menggunakan mesin *injection molding*.

## Metode Penelitian

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah kadar karbon aktif tempurung kelapa yaitu 0%, 2%, 5%, 7% dan 10%. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah kekuatan tarik. Variabel terkontrol yang digunakan yaitu tekanan mesin injeksi 90 bar, serbuk arang tempurung kelapa dengan ukuran mesh 100 – 200, temperatur leleh adalah 180°C, uji tarik menggunakan standar ASTM D638.

Skema penelitian ditunjukkan pada gambar 1.

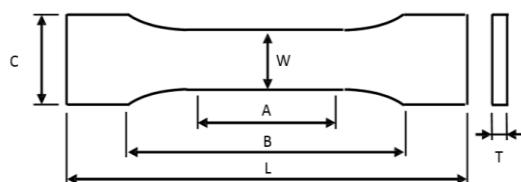


Gambar 1. Instalasi Alat Penelitian

Pada Gambar 1 menunjukkan skema penelitian yaitu, proses pencampuran bahan baku di dalam gelas beker dengan dipanaskan menggunakan kompor listrik sambil diaduk hingga bahan baku tercampur merata. Proses pembuatan spesimen uji tarik menggunakan mesin *injection molding*. Yang terakhir adalah proses pengujian kekuatan tarik untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik spesimen.

## 2.1 Uji tarik

Pada proses *injection molding* spesimen dicetak menggunakan cetakan berbentuk sesuai dengan ASTM D638 untuk *sheet-type* seperti pada gambar 3 berikut[6].



**Gambar 2.** Spesimen Uji Tarik

Keterangan gambar:

1. W—Lebar = 13 mm
  2. T—Tebal = 3,2 mm
  3. R—Radius = 12,5 mm
  4. L—Panjang seluruhnya = 165 mm
  5. A—Daerah pengurangan = 57 mm
  6. B—panjang daerah yang tidak dicekam = 115 mm
  7. C—Lebar = 19 mm

Setelah sesuai dengan ukuran standart itu barulah spesimen di uji tarik untuk mengetahui kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menahan beban tarik. Dalam pengujian ini kita bisa mendapat beban dan pertambahan panjang dan juga mendapat membuat diagram tegangan regangan. Kita bisa mendapatkan tegangan dari persamaan,

#### Keterangan:

$\sigma$  = Tegangan normal akibat beban statik ( $N/mm^2$ )

F = Beban tarik (N)

$A_o$  = Luas penampang spesimen mula-mula ( $\text{mm}^2$ )

Sedangkan regangan dari material yang di uji bisa kita dapat dari persamaan :

Dimana:  $\Delta L = L - L_0$

## Keterangan:

$\varepsilon$  = Regangan akibat beban tarik statik

L = Perubahan panjang spesimen akibat beban tarik (mm)

$L_o$  = Panjang spesimen mula-mula (mm)

Setelah mendapat nilai tegangan dan regangan dibuatlah sebuah diagram tegangan-regangan.

## **Hasil dan Pembahasan**

### 3.1 Analisis pengaruh penambahan karbon aktif tempurung kelapa terhadap kekuatan tarik *polypropylene*.



**Gambar 3.** Grafik hubungan penambahan karbon aktif tempurung kelapa terhadap kekuatan tarik.

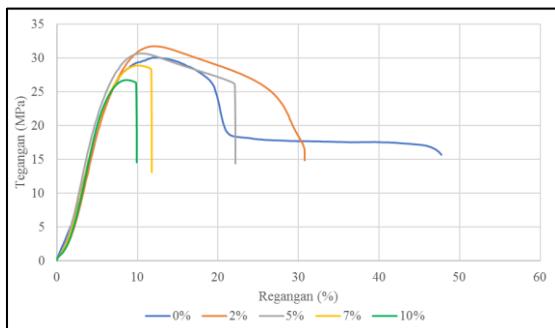
Dapat dilihat dari grafik hubungan antara kandungan karbon aktif tempurung kelapa terhadap kekuatan tarik pada Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi ada pada spesimen dengan penambahan karbon 2%. Jika dilihat keseluruhan nilai kekuatan tarik tertinggi ada pada spesimen dengan penambahan persentase karbon aktif 2% yakni sebesar 31,61 MPa dan kekuatan tarik terendah ada pada spesimen dengan penambahan persentase karbon aktif 10% yakni sebesar 26,39 MPa. Dan jika dirata-rata urutan nilai kekuatan tarik dari tertinggi ke terendah yaitu spesimen dengan penambahan persentase karbon aktif 2% kemudian spesimen dengan penambahan persentase karbon aktif 5% kemudian spesimen dengan penambahan persentase karbon aktif 7% kemudian spesimen tanpa penambahan karbon aktif dan yang terendah ada pada spesimen dengan penambahan persentase karbon aktif 10%.

Kemudian dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah persentase karbon aktif akan menyebabkan nilai kekuatan tariknya meningkat pada persentase karbon aktif tertentu lalu menurun. Dari grafik dapat dilihat kenaikan kekuatan tarik terjadi hingga persentase karbon aktif 2% hal ini terjadi karena karbon aktif tempurung kelapa dapat dengan mudah menembus ke dalam struktur polipropilen sehingga terjadi *interface* (ikatan antarmuka) yang baik antara polipropilen dengan *filler* yang dapat meningkatkan keuatannya.

Namun pada penambahan persentase karbon aktif 5% hingga 10% terjadi penurunan kekuatan tarik hal ini disebabkan oleh persentase karbon aktif yang ditambahkan terlalu berlebih sehingga polipropilen tidak mengikat *filler* dengan optimal

dan *interface* (ikatan antarmuka) antar polipropilen dan karbon aktif menjadi buruk dan mengakibatkan kekuatan tariknya menurun. [5,8]

### 3.2 Analisis Regangan Tegangan



**Gambar 4.** Grafik tegangan regangan antar spesimen

Pada gambar 4 menunjukkan grafik tegangan regangan masing masing spesimen dengan variasi persentase karbon aktif tempurung kelapa 0%, 2%, 5%, 7% dan 10%. Dimana sumbu x menjelaskan regangan dan sumbu y menjelaskan tegangan. Pada grafik tegangan regangan bila diurutkan kekuatan tarik dari tinggi ke rendah adalah spesimen dengan persentase karbon aktif 2%, spesimen dengan persentase karbon aktif 5%, spesimen tanpa penambahan karbon aktif, spesimen dengan persentase karbon aktif 7% dan yang terakhir spesimen dengan persentase karbon aktif 10%.

Sedangkan bila diurutkan regangan maksimal tiap spesimen dari tinggi ke rendah adalah spesimen tanpa penambahan karbon aktif dengan besar regangan maksimalnya yaitu sebesar 47,754%, spesimen dengan persentase karbon aktif 2% dengan regangan maksimal sebesar 30,745%, spesimen dengan persentase karbon aktif 5% dengan regangan maksimal sebesar 22,192%, spesimen dengan persentase karbon aktif 7% dengan regangan maksimal sebesar 11,794% dan spesimen dengan regangan terendah adalah spesimen dengan persentase karbon aktif tempurung kelapa 10% dengan besar regangan maksimalnya 9,936%.

Hal tersebut menunjukkan semakin berkurangnya persentase karbon aktif tempurung kelapa spesimen memiliki sifat yang ulet karena semakin berkurangnya persentase karbon aktif tempurung kelapa spesimen memiliki nilai regangan maksimum yang semakin meningkat. Sifat ini akan sangat mempengaruhi bentuk patahan yang terjadi.



(a)



(b)



(c)

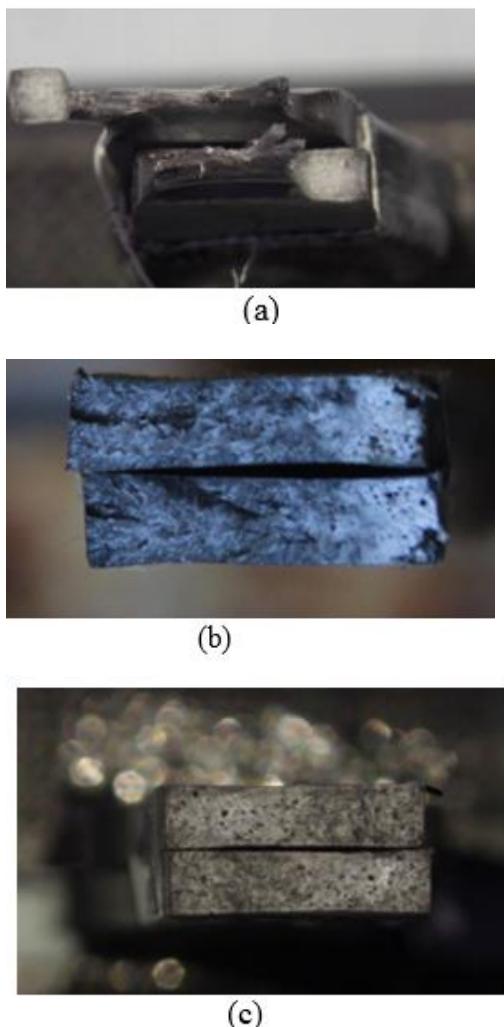


(d)

**Gambar 5** Foto patahan (a) Spesimen tanpa penambahan karbon aktif (b) Spesimen dengan persentase karbon aktif 2% (c) Spesimen dengan persentase karbon aktif 5% (d) Spesimen dengan persentase karbon aktif 7%

Gambar 5 menunjukkan bentuk patahan masing spesimen., dilihat bahwa spesimen tanpa

penambahan karbon aktif mempunyai bentuk patahan ulet dan pada spesimen dengan penambahan karbon aktif bentuk patahan tidak menunjukkan terjadinya deformasi yang signifikan dengan kata lain mempunyai bentuk patahan yang getas.



**Gambar 6** Foto patahan (a) Spesimen dengan persentase karbon aktif 2% (b) Spesimen dengan persentase karbon aktif 5% (c) Spesimen dengan persentase karbon aktif 7%

## Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah dengan penambahan persentase karbon aktif tempurung kelapa dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik polypropylene. Dimana semakin bertambah persentase karbon aktif akan menyebabkan nilai kekuatan tariknya meningkat hal ini terjadi karena polypropylene dapat mengikat karbon aktif tempurung kelapa sehingga terjadi interface (ikatan antarmuka) yang baik antara polypropylene dengan karbon aktif. Namun setelah meningkat terjadi

penurunan kekuatan tarik hal ini disebabkan oleh persentase karbon aktif yang ditambahkan terlalu berlebih sehingga polypropylene tidak mengikat filler dengan optimal dan interface (ikatan antarmuka) antar polypropylene dan karbon aktif menjadi buruk. Kekuatan tarik rata-rata tertinggi ada pada spesimen dengan penambahan 2% karbon aktif kemudian disusul dengan spesimen dengan penambahan 5% karbon aktif dan kemudian spesimen dengan penambahan 7% karbon aktif dan nilai kekuatan tarik yang terendah adalah spesimen dengan penambahan 10% karbon aktif. Nilai kekuatan tarik tertinggi ada pada spesimen dengan penambahan persentase karbon aktif 2% yakni sebesar 31,61 MPa dan kekuatan tarik terendah ada pada spesimen dengan penambahan persentase karbon aktif 10% yakni sebesar 26,39 MPa.

## Referensi

- [1] Kittinaovarat, Siriwan. 2009. *Physical Properties of Polyolefin / Bamboo Charcoal Composites*. Bangkok: Chulalongkorn Universit.
- [2] Mujiarto, Imam. 2005. *Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif*.
- [3] De Garmo, E. P. 1998. *Material and Process in Manufacturing*. John Wiley and Sons, Inc.
- [4] Callister, William D. 2007. *Materials Science and Engineering an Introduction 7<sup>th</sup> edition*. University of Utah.
- [5] Khamsatul, Laila. 2013. *Uji Karakterisasi Tarik dan Termal Plastik HDPE dengan Filler Abu Layang dan Silane..* Madura: Universitas Trunojoyo.
- [6] ASTM D638-03. 2003. *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. ASTM International, West Conshohocken, PA
- [7] Suhartana. 2006. *Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Baku Arang Aktif Dan Aplikasinya Untuk Penjernihan Air Sumur Di Desa Belor Kecamatan Ngaringan Kabupaten Grobogan*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [8] Kanagaraj, S. 2006. *Mechanical Properties of High Density Polyethylene/Carbon*

- Nanotube Composites. Portugal:  
University of Aveiro.
- [9] You, Zhipei. 2013. *Highly filled Bamboo Charcoal Powder Reinforced Ultra-High Molecular Weight Polyethylene*. Nanjing: Nanjing Forestry University.
- [10] Lempang, Mody. 2006. *Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif*. Makassar: Balai Penelitian Kehutanan Makassar.
- [11] Firdaus., dan Tjitro, Soejono. 2002. *Studi Eksperimental Pengaruh Paramater Proses Pencetakan Bahan Plastik Terhadap Cacat Penyusutan Shrinkage Pada Benda Cetak Pneumatics Holder*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 4, No. 2. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- [12] Darojat, Ibnu Saba'at. *Analisis Pengaruh Waktu Pemanasan Awal Dan Massa Sampel Terhadap Hasil Uji Indeks Alir Lelehan Polipropilena*. Depok: Universitas Indonesia