

Pengaruh Penambahan Kalsium Karbonat (CaCO_3) Terhadap Sifat Tarik Komposit Kenaf/PP

Iman Kurnia Sentosa^a, Harini Sosiati^b, Cahyo Budiantoro^c

^{a,b,c}Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta 55183

(0274) 387656

e-mail: iman.kurnia.eng@gmail.com

Abstract

Kenaf/PP composite has been used in an automotive application. The addition of CaCO_3 microparticle can improve the mechanical properties of kenaf/PP composite. This research aims to fabricate kenaf powder/PP composite and to study the influence of CaCO_3 on tensile properties of the composite. Kenaf powder reinforced PP composites with 5 wt. % kenaf powder content and the addition of CaCO_3 (0, 10 and 20 wt. %) were fabricated using an injection molding machine at the laboratory of Department of Mechanical Engineering, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY). The fabrication process was done at barrel temperature of 200°C, mold temperature 70°C, injection pressure 11.9 MPa and holding pressure 9 MPa with cycle time 40 seconds. Tensile test of the composite specimens was conducted based upon the ISO 527 1b: 2012. Fracture tensile surface was observed with an optical microscope. The results showed that tensile strength the composite increases with the increase of a mass fraction of CaCO_3 and the higher value reached by the composite with the addition of 20% CaCO_3 . However, this research did not show the desired results, because kenaf powder could not be injected completely. Thus, the injection molding machine in this facility could not be used to fabricate the composite using the fiber powder.

Keywords: Kenaf powder, polypropylene, CaCO_3 , kenaf fiber, tensile properties

1. LATAR BELAKANG

Material komposit serat alam telah banyak diaplikasi dalam dunia industri otomotif karena serat alam memiliki beberapa keunggulan yaitu *low density*, *low cost*, ramah lingkungan dan sifat mekanik yang sebanding dengan serat sintesis, contohnya adalah kenaf, sisal, flax, pisang dan jute [8,9]. Penggunaan komposit serat alam pada kendaraan juga dapat mengurangi berat kendaraan sehingga dapat menekan konsumsi bahan bakar. Pada kendaraan biasanya komposit serat alam diaplikasikan untuk pembuatan *spare tire cover*, *door inner panel*, *roof inner panel* dan *seat back*[4,5].

Komposit kenaf/PP merupakan salah satu material komposit berbasis serat alam yang diaplikasi oleh banyak industri otomotif. Beberapa industri otomotif yang mengaplikasikannya adalah industri otomotif MercedesBenz dalam pembuatan komponen interior mobil *mercedes benz E class* dan industri otomotif ToyotaMotorCorporation dalam pembuatan panel dan *spare tire cover* mobil [3,5]. Pengaplikasian komposit serat alam kenaf/PP oleh industri-industri otomotif tersebut merupakan salah satu bentuk regulasi dari revolusi hijau yang tertuang dalam *European Union's Directive on end-life of Vehicle/ELVs* pada tahun 2015 yang menekankan bahwa semua komponen mobil harus menggunakan material yang 85% - 95% dapat didaur ulang [2].

Seiring dengan semakin luasnya pemanfaatan komposit serat alam dalam industri otomotif, membuat perkembangan penelitian material komposit berbasis serat alam menjadi semakin pesat. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan menggunakan beragam serat alam dan metode dengan tujuan untuk mendapatkan komposit serat alam yang memiliki nilai mekanik yang tinggi atau meningkatkan nilai mekanik dari komposit serat alam yang sudah ada dengan menambahkan material penguat lainnya. Salah satu

material penguat yang sering digunakan adalah kalsium karbonat (CaCO_3), karena kalsium karbonat mudah ditemukan dan harganya yang terjangkau [1]. Selain itu, penambahan kalsium karbonat kedalam material komposit dapat meningkatkan kekuatan dan kekakuannya, dengan begitu dapat meningkat nilai mekaniknya [11].

Pada penelitian tentang pengaruh penambahan kalsium karbonat pada komposit serat alam kenaf/HDPE dengan variasi fraksi massa kalsium karbonat 0%, 10%, 20% dan 30% yang difabrikasi dengan metode *hot press*, Abdul Aziz et al. (2016) menyatakan bahwa penambahan kalsium karbonat yang optimum didapatkan pada penambahan fraksi massa sebanyak 20% dengan nilai kekuatan fleksural sebesar 35 MPa [6]. Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Suharty et al. (2012) mengenai pengaruh penambahan kalsium karbonat terhadap kuat tarik komposit kenaf/PP dengan variasi 0% dan 7%, komposit difabrikasi dengan metode *hot press* yang sebelumnya material digiling dan dicampur menggunakan alat Laboplastomill. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit kenaf/PP pada penambahan kalsium karbonat 7% memiliki nilai kuat lebih besar dibandingkan komposit kenaf/PP tanpa penambahan kalsium karbonat dengan nilai kuat tarik masing-masing 28 MPa dan 25 MPa [10]. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, nilai mekanik dari komposit serat alam akan meningkat seiring dengan penambahan kalsium karbonat.

Dari penelitian yang dilaporkan sebelumnya, komposit difabrikasi dengan menggunakan metode *hot press*. Hasil dari penelitian yang mereka peroleh menunjukkan nilai kekuatan mekanik yang masih rendah sehingga perlu dilakukan variasi lebih lanjut untuk mendapatkan kekuatan mekanik tinggi.

Pada penelitian ini, komposit kenaf/PP berpenguat kalsium karbonat dengan variasi fraksi massa difabrikasi menggunakan metode injeksi melalui mesin *plastic injection molding* karena dapat menghasilkan produk dengan kepresisian bentuk yang sempurna, daur produksi yang lebih cepat dan tingkat efisiensi yang lebih tinggi. Komposit hasil fabrikasi mesin *plastic injection molding* dapat dimungkinkan memiliki nilai kekuatan mekanik yang tinggi dengan mengatur parameter proses yang tepat karena sangat berpengaruh terhadap benda cetak, sehingga perlu dicari parameter terbaik [1]. kemudian permukaan patahan hasil uji tarik dikarakterisasi dengan menggunakan mikroskop optik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Material

Kalsium karbonat dengan berat molekul 100,09 gr/mol, densitas 2,8 gr/cm³, *average diameter* 2,7 μm dan titik lebur 825°C diproduksi oleh PT. Sutra Nusa Inti Prima Industri. Serat kenaf dibeli dari hasil pembudidayaan Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang, Jawa Timur. *Polypropylene homopolimer* HI10HO yang memiliki *melt flow rate index* (230°C/216kg) dan densitas sebesar 0,903 gr/cm³ diproduksi oleh PT. Chandra Asri Petrochemical

2.2 Persiapan Serat

Serat kenaf yang berasal dari hasil budidaya terlebih dahulu dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran sisa dari proses penyeratan, kemudian dikeringkan dalam oven pada temperature 100 °C selama 15 menit. Setelah itu, serat kenaf dipotong dengan menggunakan blender sehingga panjangnya ± 1 mm.

2.3 Pembuatan Spesimen *Multipurpose*

Pembuatan spesimen *multipurpose* mengacu pada ISO 294-1. Spesimen *multipurpose* difabrikasi dengan metode injeksi menggunakan mesin *plastic injection molding* tipe Meiki 70B dengan kapasitas *clamping* maksimum 70 ton, dioperasikan pada kondisi 200°C, temperatur *molding* 70°C, *injection molding* 10,5 MPa dan *holding pressure* 9 MPa dalam waktu siklus 40 detik. Variasi fraksi massa kalsium karbonat yang digunakan adalah 0%, 10% dan 20% dengan rincian fraksi massa seperti pada Tabel 1.

Tabel 1.1 Variasi fraksi massa kalsium karbonat

Massa Kalsium Karbonat (gr)	Massa Serat Kenaf (gr)	Massa Matriks (gr)
0	50	950
10	50	940
20	50	930

2.3 Pengujian Sifat Mekanis

Pengujian kekuatan tarik komposit kenaf/PP/CaCO₃ mengacu pada ISO 527-1a dengan menggunakan alat uji tarik *wick roell (germany)* pada kecepatan 1 mm/min. pengujian tarik komposit hibrida dilakukan di Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik (BBKPP) Daerah Istimewa Yogyakarta.

2.3 Analisis Struktur Patahan

Analisis struktur permukaan patahan hasil uji tarik komposit kenaf/PP/CaCO₃ digunakan untuk mempelajari morfologi struktur ikatan antara serat, *filler* dan matriks, dengan menggunakan mikroskop optik *olympuz – SZ* di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Spesimen Hasil Fabrikasi

Proses fabrikasi spesimen uji tarik komposit Kenaf/PP/CaCO₃ telah berhasil dilakukan menggunakan mesin *plastic injection molding* dengan standar ISO 294. Berikut hasil spesimen yang telah berhasil dibuat melalui mesin *injection molding*.



Gambar 3.1 Spesimen *multipurpose*

Dimensi :

Panjang bentang : 150 mm

Lebar luar : 20 mm

Lebar dalam : 10 mm

Tebal : 4 mm

3.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik

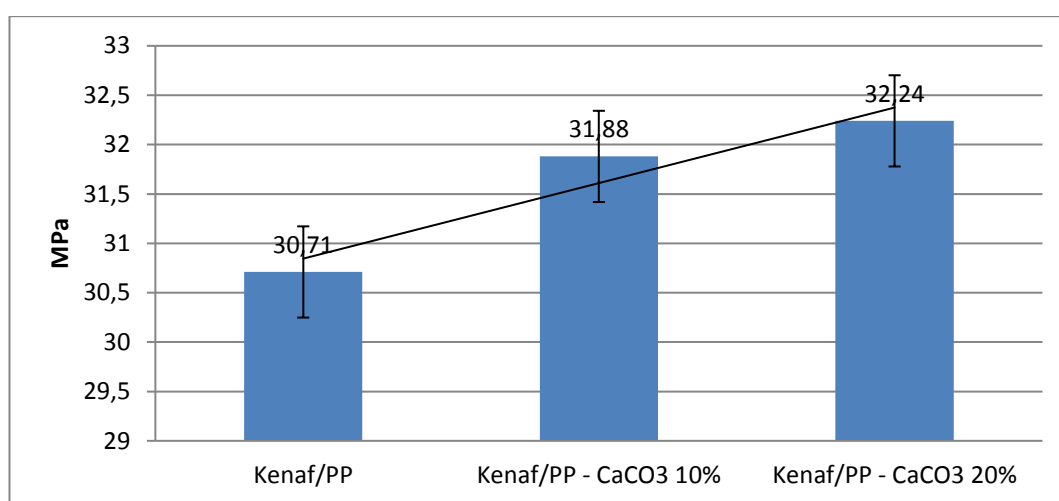
Grafik 3.1 dan Tabel 3.1 menunjukkan nilai kuat tarik rata-rata spesimen komposit kenaf/PP, kenaf/PP - CaCO₃ 10% dan kenaf/PP – CaCO₃ 20% sebesar 30,71±0.87MPa, 31,88±2,13 MPa dan 32,24±1,17 MPa dengan *coefficient of variation* 2,84%, 6,69% dan 3,62%. Berdasarkan data hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit meningkat sering bertambah fraksi massa kalsium karbonat. Kekuatan tarik komposit memiliki harga paling tinggi pada perbandingan fraksi massa kalsium karbonat sebanyak 20% yakni dengan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 32,24± 1,17 MPa dan *coefficient of variation* 3,62%.

Berdasarkan data hasil pengujian yang telah dilakukan oleh adeosun et al (2013) bahwa meningkatnya nilai kekuatan tarik komposit sesuai dengan meningkatnya fraksi massa kalsium karbonat [7]. Kekuatan tarik yang terus meningkat dengan semakin bertambahnya fraksi massa kalsium karbonat disebabkan oleh ikatan permukaan yang

baik antara *polypropylene* dan kalsium karbonat, dibandingkan dengan ikatan antara *polypropylene* dan serat kenaf

Tabel 3.1 Kuat Tarik Hasil Pengujian

Nilai Kuat Tarik (MPa)			
Nomor Spesimen	Kenaf/PP	Kenaf/PP – CaCO ₃ 10%	Kenaf/PP – CaCO ₃ 20%
1	31,32	30,65	33,58
2	31,1	34,34	31,41
3	29,71	30,64	31,74
AVERAGE	30,71	31,88	32,24
STDV	0,87	2,13	1,17
MIN	29,71	30,64	31,41
MAX	31,32	34,34	33,58
Coefficient of Variation (%)	2,84	6,69	3,62



Grafik 3.1 Kuat tarik spesimen komposit kenaf/PP dengan variasi perbandingan kalsium karbonat (CaCO₃)

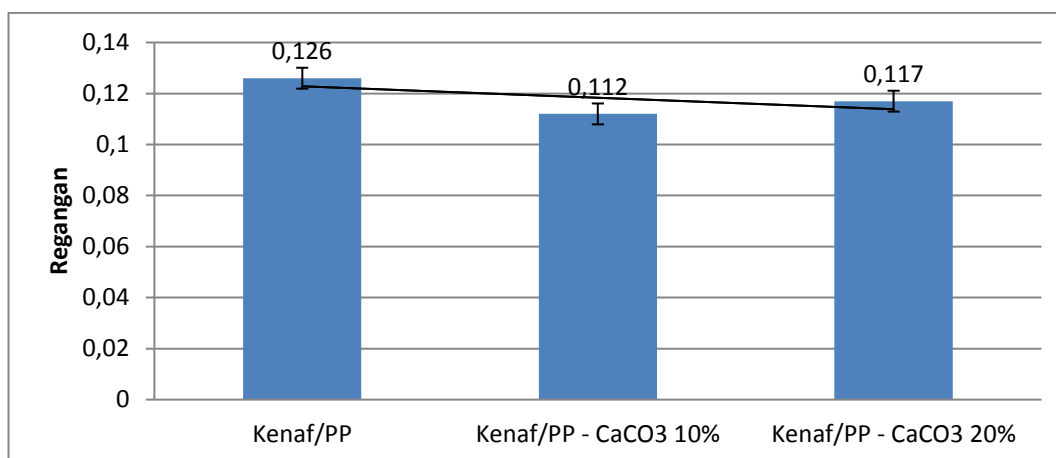
Berdasarkan data nilai kekuatan tarik yang telah diperoleh, maka didapatkan regangan tarik seperti pada tabel 3.2 yang menunjukkan bahwa regangan tarik rata-rata spesimen kenaf/PP, kenaf/PP – CaCO₃ 10%wt dan kenaf/PP – CaCO₃ 20% sebesar $0,126 \pm 0,00265$, $0,112 \pm 0,0225$ dan $0,117 \pm 0,0142$ dengan *coefficient of variation* 2,0833%, 20,249% dan 12,127%.

Pada grafik 3.2 ditunjukkan bahwa nilai regangan tertinggi yaitu pada spesimen komposit kenaf/PP dengan nilai regangan tarik sebesar $0,126 \pm 0,00265$ dengan nilai *coefficient of variation* sebesar 2,0833%. Berdasarkan data hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai regangan tarik komposit menurun dengan semakin bertambahnya fraksi massa kalsium karbonat. Menurunnya nilai regangan tarik terjadi dikarenakan penambahan kalsium karbonat yang membuat komposit menjadi semakin getas.

Tabel 3.2 Regangan Tarik Hasil Pengujian

Nilai Regangan Tarik			
Nomor Spesimen	Kenaf/PP	Kenaf/PP – CaCO ₃ 10%	Kenaf/PP – CaCO ₃ 20%
1	0,126	0,095	0,104
2	0,13	0,104	0,114
3	0,131	0,137	0,138
AVERAGE	0,127	0,112	0,117
STDV	0,00265	0,0225	0,0142
MIN	0,126	0,095	0,104

MAX	0,131	0,138	0,132
Coefficient of Variation (%)	2,0833	20,249	12,127



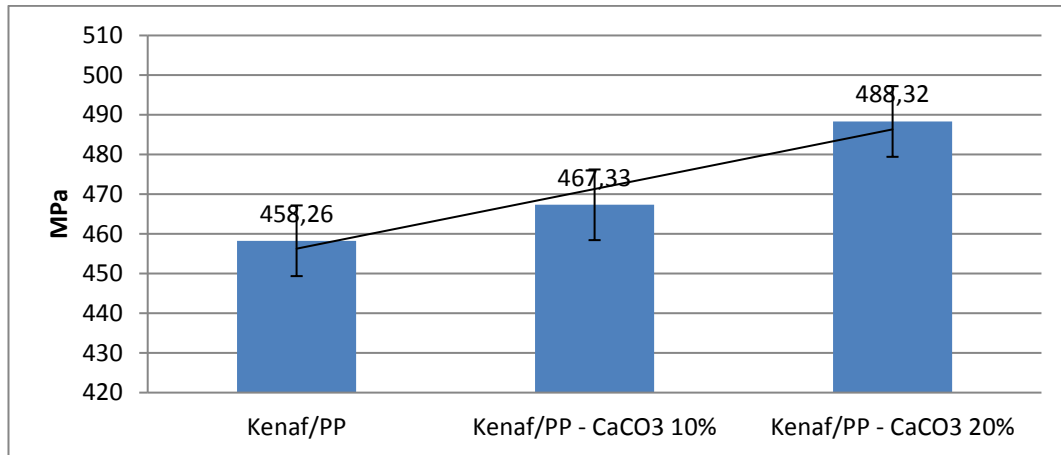
Grafik 3.2 Regangan tarik spesimen komposit kenaf/PP dengan variasi perbandingan kalsium karbonat (CaCO₃)

Pada tabel 3.3, memberikan keterangan bahwa nilai rata-rata modulus elastisitas spesimen komposit kenaf/PP, kenaf/PP – CaCO₃ 10% dan kenaf/PP – CaCO₃ 20% sebesar 458,26 ± 13,135 MPa, 467,33 ± 14,026 MPa dan 488,32 ± 25,575 MPa dengan *coefficient of variation* 2,866%, 3,0014% dan 5,237%.

Pada grafik 3.3, diperlihatkan bahwa nilai modulus elastisitas tarik tertinggi didapatkan oleh spesimen komposit kenaf/PP dengan nilai 488,32 ± 25,575 MPa dengan *coefficient of variation* 5,237%. Nilai modulus elastisitas cenderung menurun seiring dengan bertambahnya fraksi massa kalsium karbonat, hal ini dikarenakan penambahan kalsium karbonat membuat spesimen menjadi semakin getas. Selain itu, spesimen komposit kenaf/PP memiliki kemampuan untuk menahan deformasi elastis yang lebih tinggi dibandingkan dengan kenaf/PP – CaCO₃ 10% dan kenaf/PP CaCO₃ 20%. Hal ini sejalan dengan data hasil pengujian tarik yang telah dilakukan oleh Pradithaam et al (2014) bahwa menurunnya nilai modulus elastisitas komposit selaras dengan meningkatnya fraksi massa kalsium karbonat (CaCO₃) [12].

Tabel 3.3 Modulus Elastisitas Tarik Hasil Pengujian

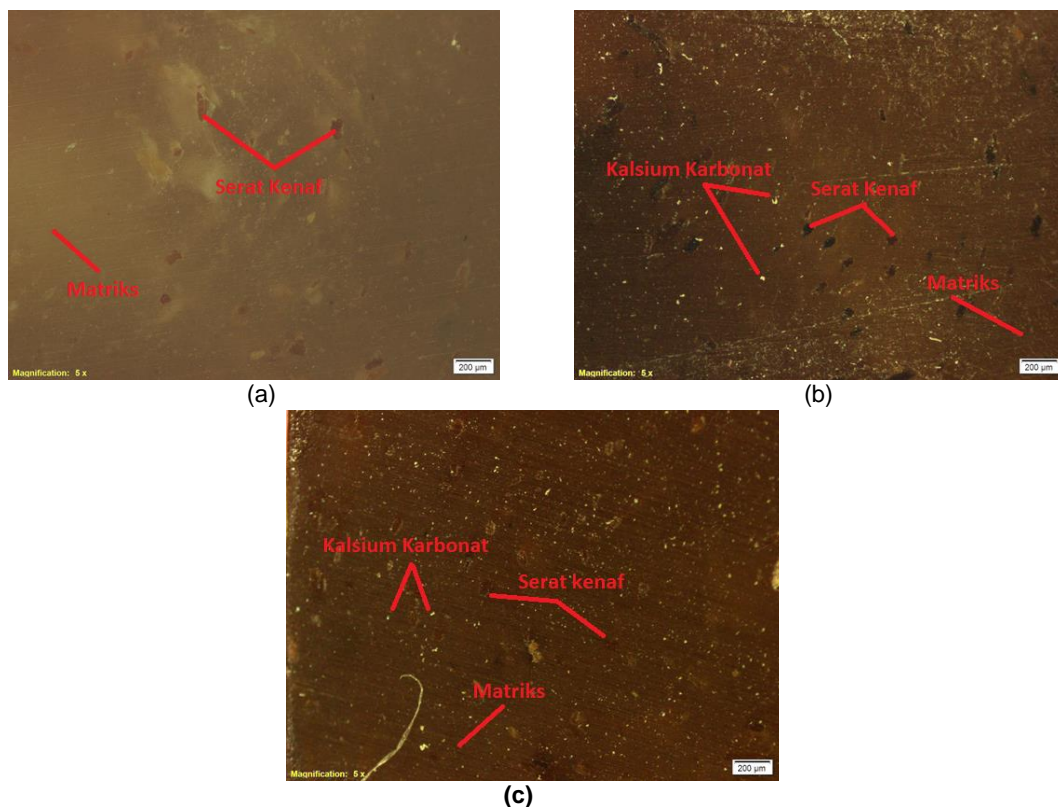
Nomor Spesimen	Nilai Modulus Elastisitas Tarik (MPa)		
	Kenaf/PP	Kenaf/PP – CaCO ₃ 10%	Kenaf/PP – CaCO ₃ 20%
1	444,44	457,14	463,16
2	470,58	461,53	487,5
3	459,77	483,33	514,29
AVERAGE	458,26	467,33	488,32
STDV	13,135	14,026	25,575
MIN	444,44	457,14	463,16
MAX	470,58	483,33	514,29
Coefficient of Variation (%)	2,866	3,0014	5,237



Grafik 3.3 Modulus elastisitas tarik spesimen komposit kenaf/PP dengan variasi perbandingan kalsium karbonat (CaCO₃)

3.3 Morfologi

Hasil uji foto mikro pada struktur patahan uji tarik komposit kenaf/PP/CaCO₃ (gambar 3.2) menunjukkan ikatan antara serat kenaf dan kalsium karbonat dengan matriks *polypropylene*.

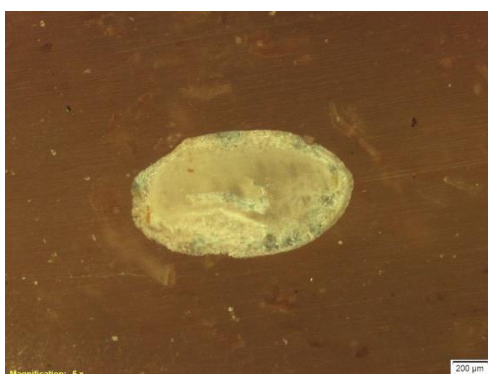


Gambar 3.2 Foto mikro komposit (a) Kenaf/PP (b) Kenaf/PP - CaCO₃ 10% (c) kenaf/PP - CaCO₃ 20%.

Hasil uji foto mikro pada gambar 3.2 menunjukkan struktur mikro dari permukaan struktur patahan komposit. Dari hasil foto mikro dapat terlihat bahwa adanya ikatan antara matriks *polypropylene* dengan serat kenaf (gambar 3.2a) dan *filler* kalsium karbonat (gambar 3.2b dan 3.2c). Gambar hasil uji foto mikro pun menunjukkan bahwa

serat kenaf tidak terisi penuh kedalam komposit disebabkan oleh proses injeksi yang tidak sempurna, hal ini terjadi karena ukuran diameter lubang *nozzle* yang terlalu kecil sehingga membuat serat kenaf menggumpal pada lubang *nozzle* dan sulit keluar menuju *molding*. Penggumpalan serat kenaf pada lubang *nozzle* pun menyebabkan distribusi kalsium karbonat didalam komposit menjadi tidak merata, sehingga membuat nilai kekuatan tariknya tidak seperti yang diharapkan.

Berdasarkan hasil analisis foto mikro, terlihat pula adanya gumpalan kalsium karbonat didalam komposit yang ditunjukkan pada gambar 3.3. Gumpalan kalsium karbonat terlihat semakin jelas pada penambahan kalsium karbonat dengan fraksi massa yang semakin tinggi. Adanya penggumpalan kalsium karbonat didalam komposit disebabkan oleh proses pencampuran yang tidak sempurna ketika pengadukan didalam *barrel* pada mesin *injection molding*.



Gambar 3.3 Foto mikro komposit dengan gumpalan kalsium karbonat

3.4 Kendala dalam Proses Fabrikasi

Dalam penelitian ini, banyak kendala yang dihadapi saat proses fabrikasi specimen komposit kenaf/PP-CaCO₃ dengan menggunakan mesin *plastic injection molding*. Kendala-kendala yang dihadapi selama proses fabrikasi yaitu serbuk serat kenaf yang sulit keluar dari *nozzle* mesin *plastic injection molding* disebabkan oleh serbuk serat kenaf yang menggumpal pada lubang *nozzle* sehingga membuat serbuk serat kenaf tidak terisi penuh kedalam komposit, dengan begitu mengakibatkan tidak meratanya distribusi serat kenaf dan kalsium karbonat yang ada pada setiap specimen komposit kenaf/PP-CaCO₃, pencampuran kalsium karbonat yang tidak sempurna didalam mesin *plastic injection molding*, sehingga membentuk gumpalan kalsium karbonat yang dibuktikan dengan ditemukannya gumpalan kalsium karbonat pada permukaan patahan specimen hasil uji tarik dari gambar foto mikro (Gambar 3.3) dan banyaknya serat kenaf yang hangus atau gosong ketika keluar dari mesin *plastic injection molding* (Gambar 3.4) dikarenakan bersentuhan yang cukup lama dengan dinding barel.



Gambar 3.4 Spesimen dengan serat kenaf yang gosong

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian kuat tarik material komposit kenaf/PP/CaCO₃ menunjukkan bahwa dengan semakin bertambahnya fraksi massa kalsium karbonat didalam komposit akan meningkatkan nilai kekuatan tarikannya. Nilai kekuatan tarik maksimum diperoleh pada komposit kenaf/PP dengan penambahan kalsium karbonat CaCO₃ 20% dengan nilai kekuatan tarik sebesar 32,24 MPa, regangan tarik sebesar 0,117 dan modulus elastisitas tarik sebesar 417,15 MPa. Hasil analisa morfologi struktur patahan uji tarik menunjukkan bahwa serat kenaf tidak terisi penuh kedalam komposit karena proses injeksi serbuk

serat kenaf yang tidak sempurna dan terbentuknya gumpalan kalsium karbonat karena proses pencampuran kalsium karbonat yang tidak sempurna didalam mesin, sehingga dari penelitian ini belum menunjukkan hasil seperti yang diharapkan. Oleh karena itu, mesin *plastic injection molding* di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta belum dapat digunakan untuk pembuatan komposit dengan *filler* serbuk serat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Ibu Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng dan Bapak Cahyo Budiantoro, S.T., M.Sc yang telah membimbing penulis dalam penelitian hingga penulisan jurnal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Firdaus, & Tjitro, S. (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* , 75-80.
- [2] Peijs, T. (2003). Composite for Recyclability. *Material Today Vol-6* , 30-35.
- [3] Holbery, J &Houston, D. (2006). *Natural-Fiber-Reinforced Polymer Composite in Automotive Applications*. JOM, 58, 80-86.
- [4] Mallick, P. (2007). *Fiber Reinforced Composites, Materials, Manufacturing and Design*. Boca Raton: Taylor & Francis, 74.
- [5] Asilah, N. *Mechanical Performance of Kenaf Fibre Reinforced Thermoplastic Composite*. Thesis. Pahang: Chemical Engineering University Malaysia Pahang; 2011.
- [6] Suharty, N., Almanar, I.P, Sudirman, Diharjo, K., &Astarsari, A. (2012). Flammability, Biodegradability and Mechanical Properties of Bio-Composites Waste Polypropylene/Kenaf Fiber Containing Nano CaCO₃ with Diammonium Phosphate. *Procedia Chemistry Vol-4* , 282 – 287.
- [7] Adeosun, S. A., Usman, M. A., Ayoola, W. A., & Bodude, M. A. (2013). Physico-Mechanical Responses of Polypropylene-CaCO₃ Composite. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering* , 145-152.
- [8] Koronis, G., Silva, A., & Fontul, M. (2013). Green composites: A review of adequate materials for automotive applications. *Composites Part B: Engineering Vol-44* , 120-127.
- [9] Subasinghe, A.D.L, Das, R., & Bhattacharyya, D. (2015). Fiber dispersion during compounding/injection molding of PP/kenaf composites: Flammability and mechanical properties. *Materials and Design Vol-86* , 500 - 507.
- [10] Abdul Aziz, N. Z., & Mohamed, R. (2016). Calcium Carbonate Composition Effect Upon Morphology, Water Absorption and Flexural Properties of Hybrid Filled Kenaf and Rice Husk. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology Vol-4* , 31-35.
- [11] Saiful Fikri, M. L. *Komparasi Sifat Mekanis Material Polypropylene dengan Variasi Persentasi Kandungan Filler CaCO₃*. Tugas Akhir. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta; 2017.
- [12] Pradittham, A., Charitngam, N., Puttajan, S., Atong, D., & Pechyen, C. (2014). Surface modified CaCO₃ by palmitic acid as nucleating agents for polypropylene film: mechanical, thermal and physical properties. *Energy Procedia Vol-56* , 264- 273.