

## Penambahan Limbah Ampas Kopi dengan Perlakuan Alkalisasi KOH pada Komposit Bermatriks Polipropilena

Ella Melyna<sup>1,\*)</sup>, Ahmad Rais Jibalautada Hamidatu Rabbi<sup>2)</sup>

Politeknik STMI Jakarta, Indonesia

\*) Corresponding author: [melynae@gmail.com](mailto:melynae@gmail.com)

(Received: 7 May 2024 • Revised: 27 May 2024 • Accepted: 29 May 2024)

### Abstract

*Along with the development of technology, the development processing, and utilization of waste is also increasing. In this study, coffee grounds waste was used as a mixture of fillers in polypropylene composites with alkalization treatment KOH with a size of coffee grounds used <400 micrometers. The alkalization of coffee grounds waste with a concentration of 10% KOH and the composition ratio of added coffee grounds to the weight of polypropylene in this study was 5:95%wt; 10:90%wt and 15:85%wt to obtain the best polymer stiffness, impact strength, and melt flow rate properties. The results of this study showed that the highest Young's modulus value was 2911,71 MPa in the composition of alkalized coffee grounds waste 10%:polypropylene 15:85%wt. The highest impact strength value was 3,16 kJ/m<sup>2</sup> in the 10% alkalizing coffee grounds composition: polypropylene 5:95%wt. Furthermore, the highest melting flow rate value of polypropylene polymer was 9,46 g/10 minutes in the composition of 10% alkalizing coffee grounds: polypropylene 5:95%wt which was +9% higher than the value of melting flow rate of polypropylene polymer without the addition of coffee grounds. ie 8,68 g/10 minutes. The increase in the value of the melt flow rate of this polymer shows that the addition of coffee grounds has the potential to maintain the melting stability of polypropylene in forming it into composites due to the presence of polyphenols contained in coffee grounds.*

### Abstrak

Seiring berkembangnya teknologi maka perkembangan pengolahan dan pemanfaatan limbah juga semakin meningkat. Pada penelitian ini, limbah ampas kopi digunakan sebagai campuran bahan pengisi dalam komposit polipropilena dengan perlakuan alkalisasi KOH dengan ukuran limbah ampas kopi yang digunakan adalah <400 mikrometer. Alkalisasi limbah ampas kopi dengan konsentrasi KOH 10% dan perbandingan komposisi penambahan limbah ampas kopi terhadap berat polipropilena dalam penelitian ini adalah 5:95% wt; 10:90% wt dan 15:85% wt dengan tujuan agar didapatkan sifat kekakuan, kuat impak, dan laju alir leleh polimer terbaik. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai *modulus young* tertinggi adalah 2911,71 MPa pada komposisi limbah ampas kopi alkalisasi 10%:polipropilena 15:85%wt. Nilai kuat impak tertinggi adalah 3,16 kJ/m<sup>2</sup> pada komposisi limbah ampas kopi alkalisasi 10%:polipropilena 5:95% wt. Selanjutnya untuk nilai laju alir leleh polimer polipropilena tertinggi adalah 9,46 g/10 menit pada komposisi limbah ampas kopi alkalisasi 10%:polipropilena 5:95%wt lebih tinggi +9% dibandingkan dengan nilai laju alir leleh polimer polipropilena tanpa penambahan limbah ampas kopi yaitu 8,68 g/10 menit. Peningkatan nilai laju alir leleh polimer ini menunjukkan penambahan limbah ampas kopi berpotensi menjaga stabilitas leleh polipropilena dalam proses pembentukannya menjadi komposit karena adanya kandungan polifenol yang terdapat pada limbah ampas kopi.

**Keywords:** Alkalization, composite, polypropylene, spent coffee ground

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan komoditas perhutanan yang cukup besar terutama dalam subsektor nonkayu, dan salah satu yang menjadi unggulan dalam subsektor perkebunan adalah komoditas kopi. Menurut data *International Coffee Organization* (ICO) tahun 2021, Indonesia merupakan penghasil kopi urutan ke-4 setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia dengan jumlah kopi yang dihasilkan sebesar 11,95 juta karung dengan ukuran per karung seberat 60 kg. Konsumsi kopi sudah menjadi gaya hidup dan tren di Indonesia yang ada sejak tahun 1696 hingga saat ini. Bahkan menurut data organisasi kopi internasional, sejak tahun 2015 hingga 2019 Indonesia menjadi negara pengonsumsi kopi yang terbesar kedua di bawah negara Brazil dengan konsumsi kopi per tahun sebanyak 4,55 juta karung kopi berukuran 60 kg. Jumlahnya juga terus bertambah, hingga periode 2019 pertumbuhannya positif di angka 1,8% dengan jumlah konsumsi mencapai 4,8 juta karung kopi berukuran 60 kg.

Berdasarkan besarnya konsumsi kopi di Indonesia, tentunya juga akan berimbas pada banyaknya sisa hasil produksi yaitu berupa ampas kopi yang jika ampas ini dibuang secara sembarangan akan berdampak buruk pada lingkungan berupa racun yang dihasilkan dari kafein, tanin, dan polifenol yang terkandung didalamnya [1]. Selain itu, dampak sederhana yang ditimbulkan dengan banyaknya limbah kopi adalah bau yang kurang sedap yang cepat muncul terutama saat turun hujan apabila tidak ditangani dengan baik, sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan. Hal ini karena kulit kopi masih memiliki kadar air yang tinggi, yaitu 75-80% sehingga sangat mudah ditumbuhi oleh mikroba pembusuk [2]. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan penelitian selain untuk memanfaatkan sisa limbah di atas menjadi sesuatu yang bermanfaat, juga untuk mendukung harapan pemerintah terhadap program *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang diharapkan dapat dicapai pada tahun 2030.

Plastik yang banyak digunakan saat ini merupakan polimer sintetik, terbuat dari minyak bumi (*non-renewable*) yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan, salah satu dari plastik sintesis tersebut adalah polipropilena (PP) yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi di Industri. Oleh karena banyaknya kebutuhan akan penggunaan polipropilena, maka muncul berbagai macam bahan campuran yang digunakan untuk membuat sifat polipropilena yang dihasilkan dapat sesuai dengan yang diinginkan berdasarkan kebutuhan dan kegunaannya dalam industri [3]. Material yang kerap kali ditambahkan dalam pencampuran polipropilena sangat beragam dari mulai bahan kimia seperti  $\text{CaCO}_3$ , bahan berbasis metal dan atau kaca, hingga bahan alami sekalipun [4]. Selain itu bahan limbah alami seperti limbah ampas kopi juga dapat ditambahkan dalam pencampuran polimer seperti polipropilena hingga *polylactic acid*. Partikel dengan jenis seperti ini terdiri dari senyawa organik seperti selulosa, hemiselulosa, lignin dan asam lemak. Senyawa ini dikenal memberikan kekakuan dan fleksibilitas yang tinggi untuk biokomposit [5].

Pada produk polimer, selulosa bisa dijadikan penguat dan zat aditif pada polimer. Serat alam mempunyai struktur selulosa, hemiselulosa dan lignin yang dapat menentukan sifat mekanik dan seluruh komposit serat alam yang diaplikasikan di industri memerlukan kandungan selulosa [4]. Salah satu bahan alami yang memiliki keseluruhan faktor diatas adalah limbah ampas kopi yang memiliki kandungan selulosa sebesar 12,4%, hemiselulosa 39,1%, lignin 23,9%, lemak 2,29%, protein 17,44%, nitrogen 2,79% dan abu sebesar 1,3%. Selain itu untuk nilai ekonomis dan ramah lingkungan bahan ini sangat unggul dibandingkan dengan bahan-bahan sintetik lainnya [6]. Selanjutnya untuk mendapatkan selulosa dari limbah ampas kopi ini dibutuhkan perlakuan kimia yaitu proses alkalisasi. Pada proses ini dilakukan pemisahan bahan alami dari hemiselulosa dan lignin melalui proses perendaman bahan dengan larutan alkali, pada perlakuan ini diharapkan dapat menghilangkan sejumlah hemiselulosa, lignin, pektin serta *wax* yang menutupi permukaan serat sehingga mengurangi sifat hidrofilik dari serat yang akan menyebabkan terjadinya kompatibilitas antara penguat serat dengan matriks polimer yang bersifat hidrofobik [4]. Selain

faktor kandungan dan komposisi, ukuran partikel juga mempengaruhi sifat mekanis dari penambahan zat pengisi ataupun zat aditif pada komposit polimer itu sendiri. Adapun untuk faktor ukuran partikel limbah ampas kopi pada komposit yang menghasilkan sifat mekanis terbaik yaitu berkisar pada 30-50 mesh [7]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah ampas kopi terhadap sifat kekakuan, kuat impak, dan laju alir polimer polipropilena.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah ampas kopi yang dikumpulkan dari limbah rumah tangga dengan komposisi jenis arabica:robusta 50:50, pellet polipropilena Homopolimer H1010 dengan merek dagang Trilene®, KOH p.a dan *aquadest*.

### Persiapan bahan

Persiapan bahan dimulai dengan menyiapkan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan komposit diantaranya pellet polipropilena, limbah ampas kopi, padatan KOH dan *aquadest* untuk proses alkalisasi. Limbah ampas kopi dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80°C dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah kering, limbah ampas kopi disaring menggunakan saringan mikron berukuran <400 mikrometer. Selanjutnya limbah ampas kopi yang sudah memiliki ukuran partikel <400 mikrometer dilakukan alkalisasi dengan KOH 10%. Limbah ampas kopi direndam di dalam larutan alkali KOH selama 4 jam kemudian dicuci dengan *aquadest* hingga pH normal. Limbah ampas kopi yang telah dicuci dengan *aquadest* hingga pH normal dikeringkan di dalam oven pada suhu 80°C sampai beratnya konstan.

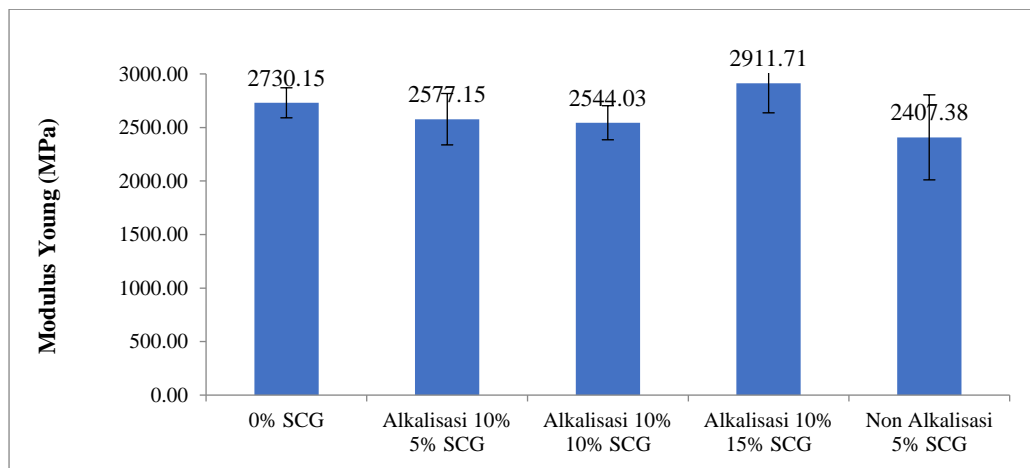
### Pembuatan komposit

Pembuatan komposit menggunakan *Manual Forming Machine* dengan ukuran cetakan 20cm x 20cm x 0,2mm. Limbah ampas kopi dan pellet polipropilena ditimbang sesuai dengan variasi komposisi limbah ampas kopi:polipropilena 5:95% wt; 10:90% wt dan 15:85% wt. Setelah ditimbang, pellet polipropilena dituang ke atas palet logam sebagai lapisan awal hingga merata. Selanjutnya limbah ampas kopi yang sudah diberi perlakuan alkalisasi dituang ke atas palet logam yang telah diberi lapisan awal berupa pellet polipropilena sampai memenuhi seluruh sisi palet logam. Pellet polipropilena ditaburkan kembali sebagai lapisan akhir diatas lapisan limbah ampas kopi. Palet logam ditutup dengan palet yang lain sehingga campuran pellet polipropilena dengan limbah ampas kopi berada di antara kedua palet. Palet diletakkan pada *Manual Forming Machine* setelah temperatur yang diinginkan tercapai. Material komposit ditekan pada mesin dengan tekanan 300 kg/cm<sup>2</sup> pada suhu 195°C selama 25 menit. Air sebagai media pendingin komposit pada *Manual Forming Machine* dialirkan setelah alarm waktu yang menunjukkan waktu proses telah berbunyi. *Manual Forming Machine* dimatikan dan tekanannya dikurangi secara perlahan. Komposit dikeluarkan dari *Manual Forming Machine* kemudian dibuat menjadi spesimen uji menggunakan mesin *pneumatic specimen punch* dengan tekanan 5 bar. Setiap lembar komposit dibuat 5 spesimen uji yang selanjutnya akan dilakukan pengujian *modulus young* menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) sesuai ASTM D638, pengujian kekuatan impak dengan tipe *Izod Notch* menggunakan alat Resil *Impactor* CEAST sesuai ASTM D256-10, sedangkan untuk pengujian laju alir leleh menggunakan *Melt Flow Indexer* (MFI) sesuai ASTM D1238 Metode A.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### ***Pengaruh variasi penambahan limbah ampas kopi terhadap sifat kekakuan polimer polipropilena***

Nilai *modulus young* dapat menunjukkan sifat kekakuan polimer polipropilena yang ditampilkan pada Gambar 1. Pada data tersebut didapatkan nilai *modulus young* tertinggi 2911,71 MPa pada penambahan limbah ampas kopi 15%wt dan nilai terendah pada penambahan 10%wt limbah ampas kopi dengan nilai 2544,03 MPa. Nilai *modulus young* yang didapatkan pada pengujian ini baik pada nilai terendah hingga nilai tertinggi berhasil melebihi rentang nilai *modulus young* pada sifat kekakuan polipropilena murni yaitu sebesar 1.200-2.000 MPa, hal ini disebabkan oleh pengaruh penambahan limbah ampas kopi yang memiliki sifat kekakuan cukup baik [8].



Gambar 1 Grafik nilai modulus young

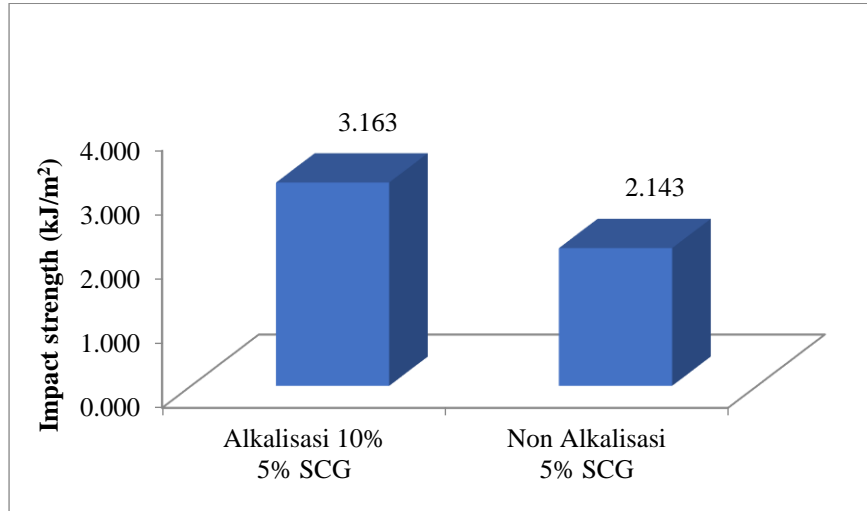
Hasil uji kekakuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh [5] dimana komposisi terbaik untuk polipropilena dan limbah ampas kopi pada sifat kekakuan adalah dengan penambahan limbah ampas kopi terbanyak, hal ini disebabkan oleh sifat kekakuan intrinsik dari limbah ampas kopi itu sendiri. Selain itu dalam data yang ditampilkan pada Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa proses alkalisasi limbah ampas kopi dapat meningkatkan *modulus young* hingga sebesar  $\pm 7\%$ . Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [5] yang menyatakan bahwa perlakuan alkalisasi pada limbah ampas kopi dapat berdampak positif terhadap nilai *modulus young* yang diperoleh. Perlakuan alkalisasi dapat menghilangkan sejumlah hemiselulosa, lignin, pektin serta *wax* yang menutupi permukaan serat sehingga mengurangi sifat hidrofilik dari serat yang akan menyebabkan terjadinya sifat kepadatan antara biomaterial penambah dengan matriks polimer yang bersifat hidrofobik [4].

### ***Pengaruh perlakuan alkalisasi limbah ampas kopi terhadap kuat impact polimer polipropilena***

Nilai kuat impact ditampilkan pada Gambar 2 dimana nilai kuat impact komposit yang telah dialkalisasi sebelumnya lebih tinggi dibandingkan dengan komposit tanpa perlakuan alkalisasi yang dapat dilihat nilai *impact strength* dengan perlakuan alkalisasi 10% KOH dan penambahan 5% SCG sebesar 3,16 kJ/m<sup>2</sup>, sedangkan tanpa perlakuan alkalisasi sebesar 2,14 kJ/m<sup>2</sup>. Seluruh nilai kuat impact yang dihasilkan pada pengujian ini sesuai dengan rentang nilai kuat impact pada sifat polipropilena murni yaitu sebesar 1,8-6,9 kJ/m<sup>2</sup> [8].

Pada Gambar 2 terlihat peningkatan nilai kuat impact yang didapatkan setelah dilakukan proses alkalisasi sebesar  $\pm 47\%$ . Hal ini juga sesuai penelitian yang dilakukan oleh [9] dimana pengaruh alkalisasi bersifat positif terhadap kuat impact komposit polimer. Hal ini dapat terjadi

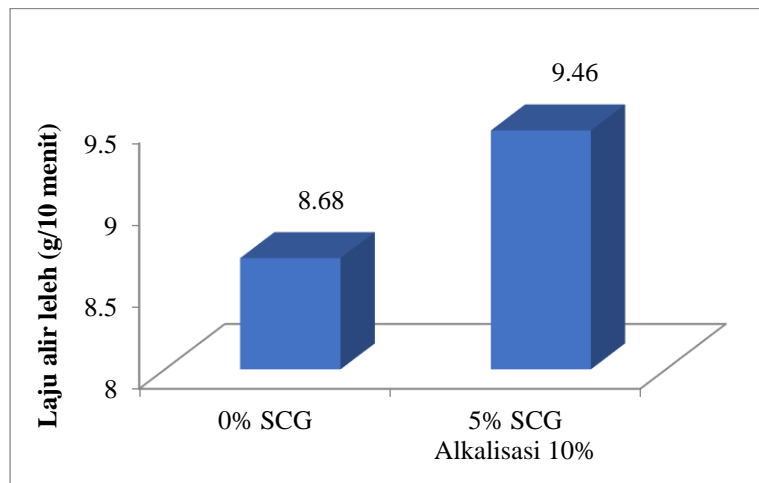
karena pada perlakuan alkalisasi terjadi proses pembersihan limbah ampas kopi dari lapisan lignin dan kandungan-kandungan lain yang jika tidak dibersihkan akan berpengaruh terhadap penurunan sifat dan kinerja mekanis dari polimer, sehingga diperlukan proses delignifikasi untuk meningkatkan adhesi antarmuka polimer dengan bahan pengisi serta meningkatkan ikatan antara *bio-filler* dan matriks yang berbeda tersebut.



Gambar 2 Grafik nilai kuat impak

***Pengaruh penambahan limbah ampas kopi terhadap laju alir leleh polimer polipropilena***

Nilai laju alir leleh polimer ditampilkan pada Gambar 3 dimana nilai laju alir leleh polimer polipropilena dengan penambahan 5% wt limbah ampas kopi alkalisasi 10% adalah 9,46 g/10 menit lebih tinggi  $\pm 9\%$  dibandingkan dengan nilai laju alir leleh polimer polipropilena tanpa penambahan limbah ampas kopi yaitu 8,68 g/10 menit. Nilai *melt flow index* yang dihasilkan pada pengujian ini masih sesuai dengan rentang nilai pada sifat polipropilena murni yaitu sebesar 0,3-40 g/10 menit [8].



Gambar 3 Grafik nilai laju alir leleh

Pada Gambar 3 terlihat peningkatan nilai laju alir leleh yang didapatkan dengan penambahan limbah ampas kopi 5%wt alkalisasi 10% sebesar  $\pm 9\%$ . Hal ini menunjukkan potensi sifat antioksidan yang disebabkan oleh adanya kandungan fenol pada limbah ampas kopi yang dapat aktif jika ditambahkan kedalam polimer. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan fenol yang ada

pada limbah ampas kopi mampu menahan degradasi akibat pembakaran yang terjadi pada polipropilena sehingga nilai laju alir leleh dapat meningkat [10].

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah Variasi komposisi penambahan limbah ampas kopi memberikan peningkatan terhadap sifat kekakuan komposit polipropilena dengan indikasi nilai *modulus young* yang juga meningkat. Nilai *modulus young* komposit polipropilena tertinggi pada penambahan limbah ampas kopi 15% wt adalah 2911,71 MPa. Perlakuan alkalisasi limbah ampas kopi memberikan peningkatan terhadap nilai kekuatan impak pada komposit polipropilena yang ditambahkan limbah ampas kopi. Nilai kuat impak komposit polipropilena yang ditambahkan limbah ampas kopi 5% wt yang telah di alkalisasi dengan KOH 10% adalah 3,1633 kJ/m<sup>2</sup> lebih tinggi dibandingkan nilai kuat impak komposit polipropilena ditambahkan limbah ampas kopi 5% wt tanpa alkalisasi yaitu 2,1434 kJ/m<sup>2</sup>. Penambahan limbah ampas kopi memberikan peningkatan terhadap nilai laju alir leleh pada komposit polipropilena. Nilai laju alir leleh komposit polipropilena yang ditambahkan limbah ampas kopi 5% wt alkalisasi 10% adalah 9,46 g/10 menit lebih tinggi dibandingkan nilai laju alir leleh komposit polipropilena tanpa penambahan limbah ampas kopi yaitu 8,68 g/10 menit.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Politeknik STMI Jakarta untuk dana yang diberikan pada penelitian ini. Penelitian ini didukung oleh fasilitas riset, dan dukungan ilmiah serta teknis dari Laboratorium Polimer, Laboratorium Instrumentasi Polimer, Politeknik STMI Jakarta dan Laboratorium Teknologi Polimer Badan Riset dan Inovasi Nasional.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mussatto SI, Machado EMS, Martins S, Teixeira JA. Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. *Food Bioprocess Technol.* 2011;4(5):661–72.
- [2] Simanihuruk K dan JS. Silase Kulit Buah Kopi Sebagai Pakan Dasar Pada Kambing Boerka Sedang Tumbuh ( Coffee Pulp Silages as Basal Feed for Boerka Goats on Growth Phase ). *Semin Nas Teknol Peternak dan Vet.* 2010;557–66.
- [3] Moritomi S, Watanabe T, Kanzak S. Polypropylene Compounds for Automotive Applications. *Predict Potential Agro Waste Fibers.* 2010;1:1–16.
- [4] Ismail I, Chalid M. Perilaku Kristalisasi Polipropilena dengan Penambahan Selulosa Mikro fibril Serat Sorgum sebagai Bio-Based Nucleating Agent. *SPECTA J Technol.* 2017;1(1):37–47.
- [5] Essabir H, Raji M, Laaziz SA, Rodrique D, Bouhfid R, Qaiss A el kacem. Thermo-mechanical performances of polypropylene biocomposites based on untreated, treated and compatibilized spent coffee grounds. *Compos Part B Eng.* 2018;149:1–11.
- [6] Sutono NA. Karakterisasi Ampas Kopi Robusta (*Coffe canephora*) Pada Berbagai Tingkat Penyangraian Dan Suhu Penyeduhan. *Digital Repository Universitas Jember.* 2017.
- [7] Sumarji, Laksana DD, Syuhri A, Nurdiansyah H, Abduh M. Pengaruh Ukuran Partikel Limbah Kopi Terhadap Karakterisasi Sifat Mekanik Pada Panel Komposit. *J ROTOR.* 2017;(3):1–4.
- [8] Wypych G. *Handbook of Polymers. Handbook of Thermoplastics: Second Edition.* Toronto: ChemTec Publishing; 2016.

- [9] Yanto DD, Rei R, Triono A. Pengaruh Alkalisasi Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak pada Komposit Epoxy Berpenguat Serat Daun Nanas. *STATOR*. 2019;2:19–22.
- [10] Ismariny, Wisojodharmo L. Pengaruh Antioksidan Pada Proses Pengolahan Dan Daur Ulang Polipropilen. *Pros Simp Nas Polim V*. 2005;216–22.