

## SIFAT-SIFAT MEKANIK KOMPOSIT POLIPROPILENA BERPENGISI ABU PEMBAKARAN BIOMASSA KELAPA SAWIT

Danil Tarmizi<sup>1</sup>, Kartini Noor Hafni<sup>1</sup>, A. Haris Simamora<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,

<sup>2</sup>Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,

Jl. Almamater Kampus USU Medan 20155, Indonesia

Email: daniltarmizi@gmail.com

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi abu pembakaran biomassa kelapa sawit terhadap sifat-sifat mekanik komposit polipropilena. Komposit dibuat dengan metode ekstrusi dan *injection molding* dengan mencampurkan polipropilena dan abu *palm oil fuel ash* (POFA) dengan komposisi pengisi masing-masing 10, 15 dan 20 (% b/b). Sifat-sifat mekanik yang diuji yaitu kekuatan tarik, pemanjangan pada saat putus dan kekuatan bentur. Hasil yang diperoleh dari penelitian adalah penambahan bahan pengisi abu pembakaran biomassa kelapa sawit pada komposit polipropilena menurunkan sifat-sifat mekanik komposit sendiri seperti, kekuatan tarik, pemanjangan pada saat putus dan kekuatan bentur.

**Kata kunci:** abu pembakaran biomassa kelapa sawit, komposit, sifat-sifat mekanik

### Abstract

*This study aimed to determine the effect of palm oil fuel ash composition of the mechanical properties of polypropylene composites. Composites made by extrusion and injection molding method by mixing polypropylene and palm oil fuel ash with filler composition, respectively 10, 15, and 20 (% w/w). Mechanical properties which tested are tensile strength, elongation at break, and impact strength. The results obtained from the study is the addition of filler palm oil fuel ash in polypropylene composites decrease the mechanical properties of the composites, such as tensile strength, elongation at break, and impact strength.*

**Key words:** palm oil fuel ash, composite, mechanical properties

### Pendahuluan

Kelapa sawit adalah salah satu komoditi andalan Indonesia yang perkembangannya demikian pesat. Selain produksi minyak kelapa sawit yang tinggi, produk samping atau limbah pabrik kelapa sawit yang dihasilkan juga tinggi. Dengan kondisi yang demikian itu sebenarnya banyak sekali manfaat yang dapat diperoleh untuk menciptakan kelapa sawit sebagai industri yang *zero wastes* [6].

Limbah menjadi pusat perhatian dunia dalam peningkatan perlindungan terhadap alam maka, berbagai teknologi telah dikembangkan untuk memanfaatkan limbah tersebut. Limbah dalam jumlah berlimpah salah satunya adalah limbah abu pembakaran biomassa kelapa sawit atau *palm oil fuel ash* (POFA), yang mana dapat diperoleh tanpa biaya, diperbaharui dan mempunyai performa yang bagus pada kondisi panas yang tinggi [5].

Pengembangan teknologi selama beberapa tahun terakhir telah membawa ke penggunaan polimer sintetis. Hal ini dikarenakan bahan polimer memiliki sifat ringan, murah, tahan korosi dan temperatur pemrosesannya yang relatif rendah bila dibandingkan dengan bahan logam ataupun bahan keramik [2]. Pada umumnya bahan polimer ini dicampurkan dengan bahan lain untuk

memperoleh sifat yang lebih baik, yang dikenal sebagai bahan komposit.

Pemanfaatan POFA sebagai pengisi dalam pembuatan komposit polimer mempunyai nilai yang signifikan untuk memotong konsumsi dari matrix dan bahan pengikat dari material komposit [5]. Mengingat bahwa limbah abu pembakaran biomassa kelapa sawit atau *palm oil fuel ash* (POFA) ini adalah limbah biomassa berharga murah dan mempunyai jumlah yang berlimpah serta bersifat dapat dibaharui atau *renewable*, yang diperkirakan potensial dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada polimer termoplastik dan ditingkatkan fungsinya

Dalam penelitian ini yang menjadi permasalahan adalah bagaimana pengaruh perbandingan komposisi POFA terhadap sifat-sifat mekanik pada komposit polipropilena yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi pengisi terbaik POFA terhadap sifat-sifat mekanik pada komposit polipropilena yang dihasilkan.

### Teori

Pada pembuatan minyak kelapa sawit, minyak dari buah kelapa sawit segar diekstraksi, sisa padatan dari produk dalam bentuk cangkang, serat dan tandan kosong (lebih dari 70% dari buah

kelapa sawit segar) dikeluarkan dari proses. Limbah ini digunakan kembali di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang sama sebagai bahan bakar boiler untuk menghasilkan steam yang berfungsi untuk membangkitkan tenaga listrik dan menjalankan operasi internal dan proses pembakaran ini akan menyisakan abu sekitar 5%. Abu ini dikenal dengan abu pembakaran biomassa kelapa sawit atau *palm oil fuel ash* (POFA). Oleh karena kekurangan nutrisi yang dibutuhkan sebagai pupuk maka POFA dibuang ke tanah kosong disekeliling pabrik minyak kelapa sawit sehingga menyebabkan masalah lingkungan dan resiko kesehatan. Oleh karena itu ditemukan solusi dalam beberapa studi untuk menggunakan POFA sebagai filler untuk beberapa material [1].

Kandungan utama palm oil fuel ash (POFA) adalah Silicon Dioxide ( $\text{SiO}_2$ ), Aluminum Oxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Magnesium Oxide ( $\text{MgO}$ ), Ferric Oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Calcium Oxide ( $\text{CaO}$ ), Potassium Oxide ( $\text{K}_2\text{O}$ ) [4]. Silicon Dioxide ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan senyawa yang paling banyak terdapat pada POFA yaitu sekitar 40-70%, Aluminum Oxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 5-15%, Calcium Oxide ( $\text{CaO}$ ) 5-10%, Ferric Oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 5-10% dan Magnesium Oxide ( $\text{MgO}$ ) sekitar 3-10% [1].

### Metodologi Penelitian

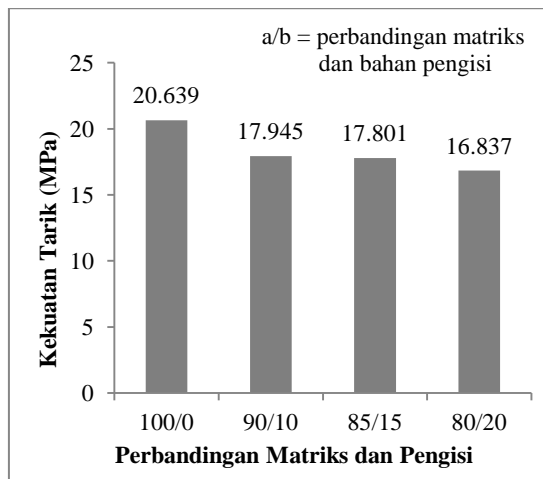
Propilena disuplai dari The Polyolefin Company Singapura dan POFA diperoleh dari salah satu PKS di daerah Sumatera Utara. POFA digiling di dalam *ball mill* untuk menyeragamkan dan memperkecil ukuran partikel POFA tersebut. Setelah digiling kemudian POFA diayak dengan menggunakan ayakan 140 mesh. Hasil ayakan dimasukkan kedalam larutan NaOH 0,1 M sambil diaduk perlahan sampai tercapai temperatur ruang. Campuran POFA dengan NaOH disaring menggunakan ayakan 200 mesh dan setelah itu dicuci, dibilas dengan air secukupnya dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C hingga kering. Gerus endapan tersebut tersebut pada mortar untuk memecahkan aglomerasinya. Dilakukan pencampuran antara Polipropilena dan POFA dengan komposisi yaitu 10, 15 dan 20% (b/b) dan penambahan agen pendispersi berupa magnesium stearat.

Pencampuran POFA dengan matriks polipropilena dilakukan secara manual dan kemudian dilanjutkan dengan proses ekstrusi dan pelletisasi. Komposit hasil ekstrusi di cetak pada injection molding Niigata CN 75 untuk pembuatan spesimen uji sesuai dengan ASTM standar. Spesimen didiamkan/*ageing* selama 24 jam di dalam desikator kemudian dilakukan pengujian sifat masing-masing varian komposit tersebut. Pengujian kekuatan tarik dan pemanjangan saat putus dilakukan sesuai dengan ASTM D 638 dan kekuatan bentur dengan ASTM D 256.

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Gambar 1 menunjukkan pengaruh penambahan bahan pengisi POFA pada matriks polipropilena terhadap kekuatan tarik komposit.



**Gambar 1. Pengaruh Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena**

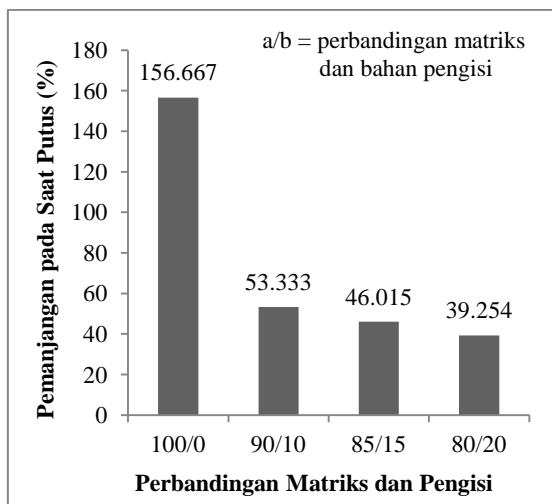
Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai kekuatan tarik bahan berpengisi POFA tersebut berada di bawah nilai kekuatan tarik polipropilena murni. Penurunan ini disebabkan karena penambahan POFA yang akan menimbulkan interaksi dan mempengaruhi sifat-sifat dari komposit, termasuk kekuatan tarik.

Partikel dari POFA yang cukup besar dan cenderung berikatan atau berkumpul membentuk aglomerasi dalam kondisi lembab yang kemudian berinteraksi di daerah antar fasa sebagai pengisi dengan matriks polipropilena akan mempengaruhi kekuatan tarik komposit. Aglomerasi mengurangi kecocokan dari pengisi dan matriks [3].

Hal ini juga yang menunjukkan kemampuan pengisi dalam menurunkan tegangan (*stress*) yang diberikan sehingga nilai kekuatan tarik komposit berada dibawah matriks murninya. Penyebab lain juga diperkirakan akibat butiran POFA yang terhidrasi bersifat hidrofil sementara permukaan dari polipropilen bersifat hidrofob. Ketidaksesuaian ini akan memberikan kontribusi terhadap perubahan sifat mekanis kekuatan tarik dari matriks murni dibandingkan komposit.

### 2. Sifat Pemanjangan Pada Saat Putus (*Elongation at Break*)

Gambar 2 menunjukkan pengaruh penambahan bahan pengisi POFA pada matriks polipropilena terhadap sifat pemanjangan (*elongation at break*) pada saat putus.



**Gambar 2. Pengaruh Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Sifat Pemanjangan Pada Saat Putus (Elongation Break) Komposit Polipropilena**

Hasil pengujian komposit menunjukkan bahwa pemanjangan pada saat putus menurun dengan meningkatnya kandungan bahan pengisi POFA. Hal ini menunjukkan bahwa semakin bertambahnya bahan pengisi akan mengakibatkan bahan komposit kehilangan keelastisannya.

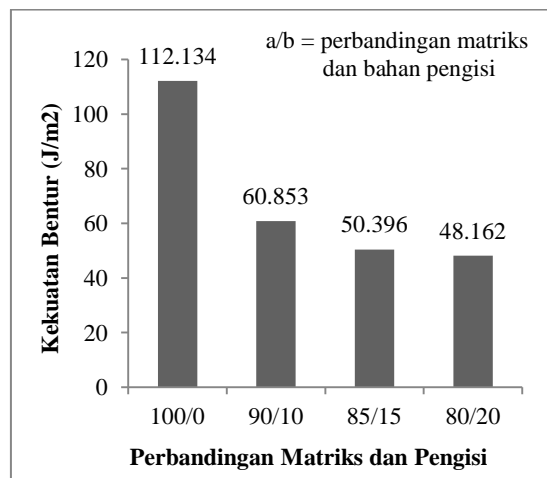
Semakin elastis suatu bahan mengindikasikan tingginya nilai pemanjangan pada saat putus. Penurunan nilai pemanjangan pada saat putus menunjukkan penurunan kemampuan bahan pengisi untuk menyokong perpindahan tegangan (*stress*) dari bahan polimer ke matriks [3]. Hal ini disebabkan karena interkalasi dari POFA yang terhidrasi pada matriks sehingga mengurangi keelastisan dari matriks, yang mana menyebabkan kekakuan komposit. Penurunan nilai pemanjangan pada saat putus komposit juga disebabkan oleh pengurangan komposisi dari matriks.

### 3. Kekuatan Bentur (Impact Strength)

Gambar 3 menunjukkan pengaruh penambahan POFA pada matriks polipropilena terhadap kekuatan bentur (*impact strength*) komposit. Dimana dapat dilihat bahwa nilai kekuatan bentur komposit polipropilena berpengisi abu pembakaran biomassa kelapa sawit berada di bawah nilai kekuatan bentur untuk polipropilena murni.

Penurunan kekuatan bentur komposit disebabkan massa matriks mengalami penurunan sedangkan massa bahan pengisi bertambah, sehingga permukaan matriks tidak dapat menutupi permukaan pengisi dengan baik, artinya interaksi antara matriks dan bahan pengisi tidak maksimal. Sifat kepolaran bahan matriks dan bahan pengisi yang berbeda juga menyebabkan interaksi yang terjadi tidak maksimal. Hal ini yang dibutuhkan pada bahan untuk memperkuat bahan komposit agar membentuk produk yang efektif yaitu harus

ada ikatan permukaan yang kuat antara pengisi dan matriks, tanpa adanya faktor tersebut penambahan pengisi dapat menurunkan kekuatan bentur bahan komposit yang dihasilkan [3].



**Gambar 3. Pengaruh Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kekuatan Bentur (Impact Strength) Komposit Polipropilena**

### Kesimpulan

Sifat mekanik yaitu kekuatan tarik, pemanjangan pada saat putus dan kekuatan bentur, menunjukkan bahwa untuk setiap peningkatan komposisi bahan pengisi yaitu POFA mengalami penurunan, yang berarti POFA belum mampu meningkatkan sifat mekanik dari komposit yang dihasilkan.

### Daftar Pustaka

- [1] Altwair, Nurdeen M., Megat Azmi Megat Johari dan Syed Fuad Saiyid Hashim, Strength Activity Index and Microstructural Characteristics of Treated Palm Oil Fuel Ash, International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS, Vol: 11, No: 05, 2011.
- [2] Andhika, S. Siregar dan Cristopel L. Tobing, Pemanfaatan Serbuk Pohon Karet Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Polipropilena Dengan Penyerasi Benzoil Peroksida, Laporan Penelitian, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, USU, 2010.
- [3] Awal, A.S.M. Abdul dan Siew Kiat Nguong, A Short-Term Investigation On High Volume Palm Oil Fuel Ash (Pofa) Concrete, 35th Conference on Our World In Concrete & Structures: Singapore, 25-27 August, 2010.
- [4] Ditjen PPHP, Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit, Direktorat Hasil Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta, 2006.
- [5] Ibrahim, M.S., S.M. Sapuan dan A.A. Faieza., Mechanical And Thermal Properties Of Composites From Unsaturated Polyester

- Filled With Oil Palm Ash. Journal of Mechanical Engineering and Sciences (JMES), Volume 2, Hal: 133-147, 2012.
- [6] Ratnasari, Pengolahan Cangkang Kelapa Sawit Dengan Teknik Pirolisis Untuk Produksi Bio-Oil, Skripsi, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.