

## INTISARI

Penambahan *clay* ke dalam Polipropilena (PP) telah diketahui meningkatkan sifat mekanik dari komposit PP/*clay*. Terdapat beberapa variabel penting yang mempengaruhi peningkatan sifat *tensile strength* dari komposit PP/*clay*. Namun, kondisi optimum dari variabel tersebut belum diketahui. Variabel-variabel penting tersebut meliputi komposisi bahan dan kondisi pemrosesan. Adapun tujuan penelitian ini adalah mencari kondisi optimum untuk memperoleh sifat *tensile strength* dari komposit polipropilena (PP)/*clay* yang terbaik. Kondisi optimum yang dimaksud meliputi rasio *clay:compatibilizer*, kecepatan *screw*, dan suhu proses.

Komposit PP/*clay* diproses melalui pencampuran dengan metode pelelehan (*melt mixing*) menggunakan alat proses *twin screw extruder*. Metode *Response Surface* (desain Box-Behnken) dipilih untuk memperoleh kondisi optimum pembuatan komposit PP/*clay* yang diproses menggunakan *twin screw extruder*. Rasio *clay:compatibilizer* dengan variasi 1:1;1:2;1:3, kecepatan *screw* 30, 40, dan 50 rpm, serta suhu proses 180, 200, dan 220 °C dianalisa untuk mengetahui pengaruh dari variabel-variabel ini. Polipropilena-grafted-Maleat Anhidrida (PP-g-MA) digunakan sebagai *compatibilizer* untuk memfasilitasi ikatan PP dan *clay*. Komposisi PP-g-MA ditetapkan sebesar 6 wt%. Data *tensile strength* dari percobaan kemudian diolah menggunakan *software* MINITAB 16.

Hasil eksperimen menunjukkan peningkatan *tensile strength* dari 27,89 N/mm<sup>2</sup> untuk PP murni menjadi sekitar 30,36 sampai 32,35 N/mm<sup>2</sup> (peningkatan 8,83 - 15,98 %) untuk komposit PP/*clay* yang didapatkan dengan memvariasikan tiga variabel proses. Berdasarkan hasil tersebut, optimasi dilakukan menggunakan *software* MINITAB 16. Hasilnya, nilai *tensile strength* optimum dari komposit diprediksi pada kondisi rasio *clay:compatibilizer* sebesar 1:1,25, kecepatan *screw* 50 rpm, dan suhu proses 220 °C. Percobaan pada kondisi optimum dilakukan untuk memverifikasi nilai *tensile strength* yang diprediksi oleh *software*. Nilai *tensile strength* yang diperoleh pada kondisi optimum tersebut adalah sebesar 32,84 N/mm<sup>2</sup> (Standar Deviasi = 0,29) atau meningkat 17,7 %. Struktur lapisan *clay* dalam PP diinvestigasi menggunakan analisa XRD dan menunjukkan adanya pergeseran puncak ke sudut yang lebih rendah. *Clay* juga berperan sebagai agen nukleasi untuk fase kristalin PP sehingga dapat meningkatkan derajat kristalinitas dari PP. Hal ini terkonfirmasi melalui peningkatan derajat kristalinitas dari 37,83 % untuk PP murni menjadi 53,86 % untuk komposit PP/*clay* pada kondisi optimum. Peningkatan ini mengakibatkan terjadinya kenaikan *tensile strength* dari PP. Nilai *tensile strength* terbaik diperoleh dengan mendispersi *clay* dalam PP yang ditandai dengan struktur *clay* yang terinterkalasi.

Kata kunci : komposit; optimasi; *response surface*; *tensile strength*.

## ABSTRACT

The addition of clay to polypropylene (PP) has been known to improve the mechanical properties of PP/clay composites. There are several important variables that affect the increase in tensile strength properties of PP/clay composites. However, the optimum conditions for these variables are not known. The important variables are material composition and processing conditions. The purpose of this study was to find the optimum conditions to obtain the best tensile strength properties of the polypropylene (PP)/clay composite. The optimum conditions are clay:compatibilizer ratio, screw speed, and process temperature.

PP/clay composites were processed via melt mixing using twin screw extruder. The Box-behnken response surface method was selected to obtain optimum conditions of PP/clay composite prepared by twin screw extruder. The ratio of clay:compatibilizer with variations of 1:1;1:2;1:3, screw speeds of 30, 40, and 50 rpm, and process temperatures of 180, 200, and 220 °C were analyzed to determine the effect of these variables. Polypropylene-grafted-maleic anhydride (PP-g-MA) was used as a compatibilizer to facilitate PP-clay bonding. The composition of PP-g-MA was fixed at 6 wt%. The tensile strength data from the experiment was then processed using the MINITAB 16 software.

The experimental results showed an increase in tensile strength from 27.89 N/mm<sup>2</sup> for pure PP and around 30.36 to 32.35 N/mm<sup>2</sup> (8.83 - 15.98 % increase) for PP/clay composites obtained by varying the three process variables. Based on these results, optimization was carried out using MINITAB 16 software. As a result, the optimum tensile strength value of the composite was predicted at a clay:compatibilizer ratio of 1:1.25, screw speed 50 rpm, and a process temperature of 220 °C. An experiment at the optimum conditions were carried out to verify the tensile strength value predicted by the software. At the optimum conditions, the tensile strength was 32.84 N/mm<sup>2</sup> (with Standard Deviation = 0,29) or an increase of 17.7%. The clay structure on PP was investigated using XRD analysis and showed the peak shifting to lower angle. Clay acts as a nucleating agent for the crystalline phase of PP, therefore increase the degree of crystallinity of PP. It was confirmed by increasing the degree of crystallinity from 37.83% for pure PP to 53.86% for PP/clay composite at optimum conditions. This increment resulted in an increase of tensile strength of PP. Moreover, the best tensile strength was obtained by dispersing clay in PP which was characterized by an intercalated clay structure.

**Keywords :** composite; optimization; response surface; tensile strength