

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN NATRIUM SULFIDA  
PADA PROSES DELIGNIFIKASI SERAT TKKS  
TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT Matriks  
*POLYESTER-MMA***

Oleh:

**FAISAL KURNIAWAN**

**NIM. 2110912033**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ANDALAS**

**PADANG**

**2026**

## ABSTRACT

*The palm oil industry in Indonesia generates a large amount of empty fruit bunch (EFB) waste, which has significant potential as reinforcement in natural fiber composites. However, its application is often limited by poor interfacial bonding due to the incompatibility between hydrophilic fibers and hydrophobic polymer matrices. To address this issue, fiber surface treatment using the kraft process (NaOH and Na<sub>2</sub>S) was applied to reduce lignin content, while methyl methacrylate (MMA) was added to the polyester matrix to improve toughness and interfacial adhesion. This study aims to evaluate the effect of sodium sulfide (Na<sub>2</sub>S) addition during the delignification of EFB fibers on the mechanical properties of polyester-MMA composites and to determine the optimum treatment condition. Delignification was conducted using NaOH concentrations of 1%, 3%, and 5% combined with 4% Na<sub>2</sub>S at 80 °C for 2 hours. The treated fibers were then incorporated into a polyester matrix blended with 10% MMA. Composite specimens were fabricated using the open-mold casting method and tested according to ASTM D638. FTIR analysis confirmed that the 5% NaOH + 4% Na<sub>2</sub>S treatment resulted in the most significant lignin removal and the highest cellulose dominance. However, tensile testing revealed that the highest tensile strength (19.23 MPa) was achieved in the 5% NaOH treatment without Na<sub>2</sub>S, while the addition of Na<sub>2</sub>S led to slightly lower tensile strength values. On the other hand, the elastic modulus increased significantly, reaching 602.67 MPa for the 5% NaOH + 4% Na<sub>2</sub>S treatment, indicating enhanced composite stiffness, accompanied by reduced elongation at break. These results indicate that Na<sub>2</sub>S exhibits a dual effect: it enhances delignification efficiency but may also induce cellulose degradation under strong treatment conditions, leading to reduced tensile strength. Therefore, the relationship between delignification and mechanical properties is not linear, and optimal performance is achieved by balancing lignin removal and cellulose integrity.*

**Keywords:** *Empty Fruit Bunch (EFB), kraft process, delignification, natural fiber composite, polyester-MMA, mechanical properties.*

## ABSTRAK

Industri kelapa sawit di Indonesia menghasilkan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dalam jumlah besar yang berpotensi dimanfaatkan sebagai penguat komposit serat alam. Namun, pemanfaatannya masih terbatas akibat lemahnya ikatan antarmuka antara serat yang bersifat hidrofilik dan matriks polimer yang bersifat hidrofobik. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan perlakuan permukaan serat menggunakan metode kraft (NaOH dan Na<sub>2</sub>S) untuk menurunkan kandungan lignin, serta penambahan *methyl methacrylate* (MMA) pada matriks *polyester* untuk meningkatkan ketangguhan dan adhesi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan natrium sulfida (Na<sub>2</sub>S) pada proses delignifikasi serat TKKS terhadap sifat mekanik komposit *polyester*-MMA serta menentukan kondisi perlakuan yang optimum. Proses delignifikasi dilakukan menggunakan variasi konsentrasi NaOH 1%, 3%, dan 5% yang dikombinasikan dengan Na<sub>2</sub>S 4% pada suhu 80 °C selama 2 jam. Serat hasil perlakuan kemudian digunakan sebagai penguat dalam matriks polyester yang dicampur 10% MMA. Spesimen komposit dibuat dengan metode cetak terbuka dan diuji tarik mengacu pada standar ASTM D638. Hasil FTIR menunjukkan bahwa perlakuan 5% NaOH + 4% Na<sub>2</sub>S menghasilkan penghilangan lignin paling signifikan dan dominasi selulosa tertinggi. Namun, hasil uji tarik menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi sebesar 19,23 MPa diperoleh pada perlakuan 5% NaOH tanpa Na<sub>2</sub>S, sedangkan penambahan Na<sub>2</sub>S menghasilkan nilai kekuatan tarik yang lebih rendah. Sebaliknya, modulus elastisitas meningkat signifikan hingga 602,67 MPa pada perlakuan 5% NaOH + 4% Na<sub>2</sub>S, yang menunjukkan peningkatan kekakuan komposit, disertai penurunan nilai *elongation at break*. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan Na<sub>2</sub>S memiliki efek ganda, yaitu meningkatkan efektivitas delignifikasi sekaligus berpotensi menyebabkan degradasi struktur selulosa pada kondisi perlakuan yang kuat, sehingga menurunkan kekuatan tarik. Dengan demikian, hubungan antara delignifikasi dan sifat mekanik tidak bersifat linear, dan kondisi optimum dicapai melalui keseimbangan antara penghilangan lignin dan integritas selulosa.

**Kata Kunci:** Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), proses *kraft*, delignifikasi, komposit serat alam, Polyester-MMA, sifat mekanik.