

OPTIMIZING CONDITIONS OF PINEAPPLE LEAF FIBER DELIGNIFICATION FOR DEVELOPING ACID-FREE PAPER SUITABLE FOR HISTORICAL OBJECTS CONSERVATION

Christopher Alma Suranto

20/454550/PA/19581

ABSTRACT

The conservation of historical paper-based objects such as ancient books and letters is often conducted using acid-free paper, which has low lignin content or high cellulose content, to prevent deterioration. In Indonesia, the limited production of acid-free paper necessitates importing it from abroad. To address this issue, this research utilizes the low-cost, rich α -cellulose, and relatively low-lignin pineapple (*Ananas comosus*) leaf fibers as a material for producing acid-free paper. To ensure that paper made from pineapple leaf fibers meets conservation criteria, its lignin content must be reduced through the delignification process.

In this study, delignification was carried out using Na_2CO_3 and NaOH solutions based on the central composite design of experiment. The delignification process involved optimizing the concentration and time, determined computationally using response surface methodology in Minitab 16 with kappa number and tensile index as response parameters. Subsequently, paper was formed from fibers delignified under the identified optimized condition and then characterized using FTIR and SEM, as well as determining the kappa number and tensile index. The colorimetry of the paper was also analyzed to determine the color index. The next phase involved testing the paper quality through accelerated aging, both with and without the addition of CaCO_3 buffering agent, using dry heat to evaluate changes in tensile index, pH, and yellowness index.

Based on response surface analysis, the optimized delignification conditions were 14.64 % for 114 minutes with Na_2CO_3 solution and 10.64 % for 48 minutes with NaOH solution. After dry heat ageing, unbuffered papers showed pH drops below neutral (6.94 for Na_2CO_3 and 6.92 for NaOH delignification), while buffered papers maintained higher pH levels (8.08 for Na_2CO_3 and 9.52 for NaOH). Tensile index decreased across all samples, with the lowest values in buffered NaOH pulps (4.56 Nm/g). Yellowness increased to 18.9 (unbuffered Na_2CO_3), 13.7 (unbuffered NaOH), 19.2 (buffered Na_2CO_3), and 7.8 (buffered NaOH). These results indicate that pineapple leaf fibers can be used to produce acid-free paper suitable for heritage conservation in Indonesia.

Keywords: acid-free paper, delignification, paper conservation, pineapple leaf fiber, response surface methodology

OPTIMASI KONDISI DELIGNIFIKASI SERAT DAUN NANAS UNTUK MENGEMBANGKAN KERTAS BEBAS ASAM UNTUK KONSERVASI BENDA BERSEJARAH

Christopher Alma Suranto
20/454550/PA/19581

INTISARI

Konservasi benda bersejarah berbahan kertas seperti kitab dan surat kuno sering dilakukan menggunakan kertas bebas asam, dengan kadar lignin rendah atau kadar selulosa yang tinggi, untuk mencegah kerusakan. Di Indonesia, produksi kertas bebas asam yang terbatas memaksa pengadaan impor dari luar negeri. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini memanfaatkan serat daun nanas yang murah, kaya akan α -cellulose, serta kandungan lignin yang relatif rendah sebagai bahan pembuatan kertas bebas asam. Agar kertas dari serat daun nanas (*Ananas comosus*) memenuhi kriteria konservasi, kandungan ligninnya harus dikurangi melalui proses delignifikasi.

Dalam penelitian ini, delignifikasi dilakukan menggunakan larutan Na_2CO_3 dan NaOH berdasarkan desain eksperimen *central composite design*. Proses delignifikasi melibatkan optimasi konsentrasi dan waktu yang ditentukan secara komputasi dengan *response surface methodology* di Minitab 16 dengan parameter respons bilangan kappa dan indeks tarik. Selanjutnya, karakterisasi menggunakan FTIR dan SEM untuk kertas yang dibentuk dari serat yang telah terdelignifikasi optimal dilakukan, serta ditentukan bilangan kappa dan indeks tarik. Kertas dari serat tersebut juga dianalisis secara kolorimetri untuk menentukan indeks warna. Tahap berikutnya adalah uji kualitas kertas melalui *accelerated ageing*, baik tanpa maupun dengan penambahan *buffer* CaCO_3 , menggunakan panas kering untuk mengevaluasi perubahan pH, *yellowness index*, dan indeks tarik.

Berdasarkan analisis respons permukaan, kondisi delignifikasi yang optimal adalah 14,64 % dan 114 menit dalam larutan Na_2CO_3 dan 10,64 % dan 48 menit dalam larutan NaOH . Setelah *dry heat ageing*, kertas tanpa buffer menunjukkan penurunan pH di bawah netral (6.94 untuk pulp Na_2CO_3 dan 6.92 untuk pulp NaOH), sementara kertas dengan buffer mempertahankan tingkat pH yang lebih tinggi (8.08 untuk pulp Na_2CO_3 dan 9.52 untuk pulp NaOH). Indeks tarik menurun pada semua sampel, dengan nilai terendah pada pulp NaOH yang diberi buffer (4.56 Nm/g). Kekuningan meningkat menjadi 18.9 (pulp NaOH tanpa buffer), 13.7 (pulp Na_2CO_3 tanpa buffer), 19.2 (pulp Na_2CO_3 dengan buffer), dan 7.8 (pulp NaOH dengan buffer). Hasil ini menunjukkan bahwa serat daun nanas dapat digunakan untuk menghasilkan kertas bebas asam yang cocok untuk konservasi benda cagar budaya berbahan kertas di Indonesia.

Kata kunci: delignifikasi, kertas bebas asam, konservasi kertas, metodologi respons permukaan, serat daun nanas