

Pengembangan Teknologi Proses Produksi Selulosa Mikrokrystalin (MCC) dua Tahapan dari Limbah Ampas Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb)

INTISARI

Sagu adalah tanaman non kayu yang umumnya dimanfaatkan dalam ekstraksi pati pada bagian empulur batang dan menyisakan berbagai limbah biomassa seperti ampas sagu yang dapat dimanfaatkan menjadi bioproduk. Penelitian ini bertujuan mengembangkan teknologi proses produksi selulosa mikrokrystalin (MCC) dengan dua tahap dari limbah ampas sagu. Penelitian ini terdiri atas empat fase dimulai dengan fase pertama untuk menganalisis potensi dan karakterisasi ampas sagu melalui pendekatan deskriptif kuantitatif, termasuk estimasi produksi berdasarkan bobot batang sagu serta karakteristik fisikokimia ampas sagu. Fase kedua adalah pengembangan teknologi proses yang membandingkan asam perasetat (PAA) dan Hidrogen peroksida-asam sitrat (PCA) melalui dua metode pemanasan (autoklaf dan *waterbath stirrer*) pada ampas sagu yang telah diberikan praperlakuan *alkaline hydrogen peroxide* (AHP). Fase ketiga adalah pembakuan teknologi proses menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan variabel penelitian, yaitu waktu reaksi (20-60 menit), konsentrasi asam sitrat (60-100%) dan rasio larutan terhadap padatan (10-16 mL/g). Respons yang diamati terdiri dari rendemen dan derajat polimerisasi (DP) serta proses produksi yang optimal dikarakterisasi sesuai standar *Food and Agriculture Organization* (FAO) dan *United States Pharmacopeia* (USP). Fase keempat adalah evaluasi teknologi proses yang dibandingkan dengan teknologi proses produksi MCC tiga tahapan menggunakan Peta Proses Operasi (PPO) dan analisis nilai tambah.

Hasil penelitian menunjukkan ampas sagu berpotensi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan MCC karena telah memiliki komponen selulosa dan hemiselulosa. Teknologi proses dua tahap AHP-PCA dengan pemanasan *waterbath stirrer* menjadi perlakuan yang mampu menghasilkan MCC dari ampas sagu. Pada kondisi produksi yang optimal dari model RSM Linier dan 2FI yang terdiri dari waktu reaksi 20 menit, konsentrasi asam sitrat 60%, dan rasio larutan-padatan 16ml/g menghasilkan MCC dengan morfologi seperti batang, ukuran partikel sekitar $83,85 \pm 36,28 \mu\text{m}$, berwarna putih, derajat kristalinitas tinggi (76,22%) dan ukuran kristalit kecil (2,97nm). Meskipun memiliki rendemen MCC ampas sagu (29.89%) yang rendah, pada kondisi optimal selulosa ampas sagu terkonversi oleh bahan kimia menjadi komponen selulosa naokristal (NCC) yang menjadi salah satu kebaruan dari penelitian ini. Meskipun demikian, MCC ampas sagu memiliki kemampuan menahan air (WHC, *Water holding capacity*) relatif baik ($4,16 \pm 0,93 \text{ g/g}$), kemampuan menahan minyak (OHC, *Oil holding capacity*) relatif baik ($2,24 \pm 0,54 \text{ g/g}$) dan derajat polimerisasi rendah ($<2,5$) telah memenuhi standar MCC menurut FAO dan farmakope.

Pengembangan metode isolasi dua tahap mampu menghasilkan MCC dengan waktu yang lebih cepat di bandingkan dengan metode 3 tahap dengan mengurangi jumlah tahapan proses dan meningkatkan nilai tambah limbah serat sagu, dengan rasio nilai tambah sebesar 67,51% dan estimasi marjin laba 95,17%,

yang menunjukkan potensi teknis dan ekonomis yang kuat untuk produksi MCC dari limbah ampas sagu.

Kata kunci: Ampas Sagu, MCC, Optimasi, Dua tahap, Nilai Tambah.

Technological Development of a Two-Stage Microcrystalline Cellulose (MCC) Production Process from Sago Pith Waste (*Metroxylon sagu* Rottb)

ABSTRACT

Sago was a non-wood starch-producing plant that generated substantial lignocellulosic residues, particularly pith waste. This study sought to valorize sago pith waste as a feedstock for microcrystalline cellulose (MCC) and to establish, effective and economically attractive production process. The research is carried out in four stages: (1) assessing the potential and physicochemical characteristics of sago pith waste and estimating its production based on stem weight; (2) developing process technology by comparing peracetic acid (PAA) and percitric acid (PCA) treatments combined with two heating methods (autoclave and water-bath stirrer) on sago bagasse pretreated with alkaline hydrogen peroxide (AHP); (3) optimizing the selected process using Response Surface Methodology (RSM), with reaction time (20–60 min), citric acid concentration (60–100%), and solution-to-solid ratio (10–16 mL/g) as factors, and yield and degree of polymerization (DP) as responses, followed by characterization according to Food and Agriculture Organization (FAO) and United States Pharmacopeia (USP) standards; and (4) evaluating the new process against conventional MCC production using a Process Map of Operations (PPO) and value-added analysis. The optimal route is the two-stage AHP–PCA process with water-bath stirring, which produces MCC with rod-like morphology, a particle size of about 83.85 ± 36.281 , white color, high crystallinity (76.22%), and small crystallite size (2.97 nm). These properties are obtained under RSM-derived optimal conditions of 20 min reaction time, 60% citric acid concentration, and a 16:1 solution-to-solid ratio. Although the MCC yield is relatively low (29.89%), possibly because the accessible sago cellulose is further converted into soluble products and mostly insoluble nanocrystalline cellulose (NCC), the resulting MCC exhibits good water holding capacity (4.16 ± 0.93 g/g), good oil holding capacity (2.24 ± 0.54 g/g), and a low degree of polymerization (<2.5), consistent with FAO and pharmacopeial specifications for MCC. The two-stage isolation strategy also reduces processing steps and increases the added value of sago fiber waste, with an added-value ratio of 67.51% and an estimated profit margin of 95.17%, indicating strong technical and economic potential for MCC production from sago pith waste.

Keywords: Sago Pith Waste, MCC, Optimization, Two-Stage Process, Added Value