

INTISARI

Sereal merupakan elemen dasar dalam menjamin ketahanan pangan manusia. Sorgum menempati peringkat ke lima di antara produksi sereal di dunia. Sorgum merupakan sumber pangan potensial karena mempunyai nilai gizi yang baik dan mudah dibudidayakan. Rasa pahit pada produk olahan sorgum menjadi salah satu permasalahan utama bagi konsumen. Hal ini disebabkan karena adanya tanin terkondensasi yang terkandung pada bagian perikarp. Selain mempengaruhi rasa, tanin terkondensasi juga menyebabkan buruknya daya cerna protein dari sorgum. Nikstamalisasi merupakan proses hidrolisis termo-alkali yang dapat menyebabkan perubahan kimia dan fisika. Proses ini terdiri dari dua langkah utama: pemasakan dan perendaman. Waktu perendaman yang lama merupakan salah satu kelemahan nikstamalisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *ultrasound* dalam mempersingkat waktu perendaman. Selain itu pengaruh suhu pemasakan dan konsentrasi kalsium hidroksida dalam meningkatkan daya cerna protein juga diamati. Selanjutnya dilakukan pemodelan difusi ion kalsium dalam biji sorgum untuk memprediksi parameter transfer massa.

Proses nikstamalisasi dengan bantuan *ultrasound* dilakukan dengan mencampurkan sorgum putih sebanyak 50 gram dan aquadest dengan perbandingan 1 : 3 (b/v). Kemudian ditambahkan kalsium hidroksida dengan konsentrasi 0,5%; 1%; dan 1,5%. Campuran dipanaskan dalam *ultrasound* pada suhu 70 °C, 80 °C dan 90 °C. Setelah pemanasan selesai sampel direndam dengan variasi waktu 0, 20, 40, 60 dan 90 menit. Larutan perendaman diukur dengan titrasi kompleksometri untuk mengetahui konsentrasi Ca^{2+} di larutan. Biji sorgum yang telah menjadi tepung dilakukan analisis protein total, analisis daya cerna protein pada pencernaan usus dan lambung, serta analisis FTIR. Untuk biji sorgum utuh dilakukan karakterisasi dengan SEM untuk mengetahui perubahan struktur perikarp.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa penggunaan *ultrasound* dapat berdampak pada pengurangan waktu perendaman pada nikstamalisasi. Waktu perendaman yang singkat dikaitkan dengan degradasi struktur perikarp yang disebabkan oleh fenomena kavitasi yang dihasilkan dari *ultrasound*. Kondisi optimum yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah pada suhu pemasakan 80 °C, konsentrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 1 % dan waktu perendaman 90 menit. Dalam percobaan ini pada suhu pemasakan 90 °C, difusi ion Ca^{2+} dalam biji sorgum semakin menurun. Hal ini disebabkan karena pembentukan endapan kalsium dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pada suhu tinggi memiliki kelarutan yang rendah. Proses nikstamalisasi tidak memiliki dampak yang begitu signifikan pada kandungan protein total pada sampel nikstamalisasi suhu 70 °C dan 80 °C. Namun pada perlakuan suhu 90 °C penurunan kandungan protein total cukup signifikan, karena hilangnya fraksi protein tertentu dalam larutan. Daya cerna protein sorgum pada pencernaan lambung tidak menunjukkan dampak peningkatan daya cerna yang signifikan. Namun pada pencernaan usus, daya cerna protein sorgum meningkat dari 54,7782% menjadi 80,1224% (kondisi optimum). Analisis FTIR sampel pada kondisi optimum menunjukkan bahwa adanya peningkatan intensitas dari α -kafirin. Sehingga dimungkinkan ikatan disulfida dari β dan γ -kafirin dapat direaktivasi oleh ion Ca^{2+} yang berhasil mendifusi masuk ke dalam biji sorgum. Pada kondisi optimum didapatkan nilai D_e , k_c dan H masing – masing sebesar $1,3421 \times 10^{-4}$ cm²/menit, $2,1009 \times 10^{-3}$ cm/detik dan $1,5034 \times 10^{-3}$ g/cm³.

Kata kunci: biji sorgum putih, nikstamalisasi, *ultrasound*, daya cerna protein, difusi ion Ca^{2+}

ABSTRACT

Cereal is a crucial component of ensuring human food security. Sorghum is the fifth largest cereal crop globally. The nutritional value and ease of cultivation of sorghum make it a potential food source. The bitter taste in processed sorghum products is a major concern for consumers. This is due to the presence of condensed tannins contained in the pericarp. In addition to affecting taste, condensed tannins also cause poor protein digestibility from sorghum. Nixtamalization is a thermo-alkaline hydrolysis process that causes chemical and physical modifications. The process consists of two primary steps: cooking and steeping. Long steeping time is one of the disadvantages of nixtamalization. The objective of this study is to investigate the impact of ultrasound on decreasing the duration of steeping. Additionally, the effects of cooking temperature and concentration of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in enhancing protein digestibility are also observed. In addition, mass transfer parameters are predicted using ion diffusion modeling of Ca^{2+} in sorghum grains.

The nixtamalization process with ultrasound assistance begins with a 1:3 (w/v) mixture of 50 grams of white sorghum and distilled water. Following that, 0.5 %, 1 %, and 1.5 % of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ are added. The mixture is heated using ultrasound at temperatures of 70°C, 80°C, and 90°C. After heating, the samples are steeped for varied amounts of time: 0, 20, 40, 60, and 90 min. The concentration of Ca^{2+} is determined by measuring the steeping liquid using complexometric titration. Sorghum flour undergoes to total protein analysis, protein digestibility analysis in intestinal and gastrointestinal digestion, and FTIR analysis. Whole sorghum grains are characterized using SEM to identify pericarp structural changes.

The outcomes of the experiment indicate that using ultrasound during nixtamalization can reduce the steeping time. The shorter steeping time is associated with pericarp structure degradation caused by cavitation phenomena generated by ultrasound. The optimum conditions in this research were a cooking temperature of 80°C, a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ concentration 1 %, and a steeping time of 90 minutes. In this experiment, at a cooking temperature of 90°C, Ca^{2+} ion diffusion in sorghum grains decreases. This phenomenon occurs as a result of the formation of calcium deposits and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ at high temperatures, which show limited solubility. The process of nixtamalization has a minimal effect on the total protein content in samples that are treated at temperatures of 70°C and 80°C. Nevertheless, when the temperature reaches 90°C, there is a significant decrease in the total protein content as a result of the loss of some protein fractions within the solution. The gastrointestinal digestibility of sorghum protein does not increase significantly. But, during intestinal digestion, the digestibility of sorghum protein showed a significant increase from 54.7782% to 80.1224% under optimal conditions. FTIR analysis of samples at the optimum condition indicates increased intensity of α -kafirin, suggesting the possible reactivation of disulfide bonds from β and γ -kafirin by Ca^{2+} ions that successfully diffused into sorghum. The values of D_e , k_c , and H were determined to be $1.3421 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{minute}$, $2.1009 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$, and $1.5034 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ respectively, under the optimal conditions.

Keywords: white sorghum grains, nixtamalization, ultrasound, protein digestibility, Ca^{2+} ion diffusion