

SERAT PANGAN DAN KALSIUM

Spirulina (Arthrospira) platensis:

PERUBAHAN SIFAT FISIKO KIMIA SELAMA PENGOLAHAN DAN UJI BIOAVAILABILITAS *In-Vivo* PADA TIKUS SPRAGUE DAWLEY

INTISARI

Spirulina (Arthrospira) platensis merupakan mikroalga berwarna hijau-kebiruan, mudah tumbuh di berbagai wilayah di Indonesia dengan berbagai media budidaya, terutama media air laut maupun tawar. *S. platensis* dapat mengandung kalsium mencapai 700-1000 mg per 100 g. Kalsium merupakan salah satu mineral makro yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Kekurangan asupan kalsium di dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan kesehatan tulang. Sebagai sumber kalsium *S. platensis* harus dapat diabsorpsi dengan baik. Bioavailabilitas kalsium dipengaruhi oleh serat pangan, kalsium dalam bentuk kompleks atau terionisasi serta mineral lain dengan valensi yang sama. Fortifikasi dalam produk pangan menyebabkan *S. platensis* terpapar panas, pH, oksigen dan cahaya saat pengolahan. Mineral dapat berubah struktur kimianya selama pengolahan atau akibat interaksi dengan bahan lain, sehingga mengalami perubahan bioavailabilitas.

Tujuan penelitian ini adalah: (i) mengetahui sifat sensoris, fisik, kimia dan fisikokimiawi *Spirulina platensis* yang berasal dari berbagai tempat budidaya yang berpotensi sebagai sumber kalsium, (ii) mengetahui pengaruh pengolahan dengan pemanggangan (*baking*) terhadap perubahan sifat fisiko kimia (kelarutan, kemampuan mengikat air dan lemak), proporsi serat pangan tak larut dan serat pangan larut serta bioavailabilitas kalsium dari massa semi padat *S. platensis*, (iii) mengetahui pengaruh kondisi pengolahan dengan variasi pH dan suhu pemanasan terhadap kelarutan kalsium biomassa *S. platensis*, (iv) mengevaluasi bioavailabilitas kalsium dan fermentabilitas serat pangan serta pengaruh fermentasi serat pangan terhadap bioavailabilitas kalsium *S. platensis* secara *in-vivo* menggunakan hewan coba tikus *Sprague-Dawley*.

Penelitian dilakukan dalam 4 tahap yaitu, Tahap I: Karakterisasi sensoris, sifat fisik, kimia dan fisikokimiawi *S. platensis*. Sampel dikelompokkan berdasarkan media budidaya (air laut dan air tawar) serta cara pengeringan (*dehumidifier*, *spray drying*, oven dan sinar matahari). Tahap II: simulasi pemanggangan *S. platensis* dengan kombinasi suhu (120, 150, 180°C) dan lama pemanggangan (10,20,30 menit). Tahap III: melarutkan biomassa *S. platensis* dengan variasi pH (3;4;5;6,3;7;8) dan suhu (tanpa pemanasan, pemanasan suhu 70, 85, 100°C). Tahap IV: uji *in-vivo* kalsium dari *S. platensis* dibandingkan dengan kalsium dari susu tinggi kalsium dan kalsium karbonat pada tikus *Sprague Dawley* yang diberi diet defisiensi vitamin D selama 8 minggu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *S. platensis* yang dibudidayakan dengan media air laut memiliki kandungan mineral (Ca, Mg dan P) lebih tinggi dibandingkan air tawar, berpotensi sebagai alternatif sumber kalsium karena memiliki rasio Ca:P yang baik yaitu sebesar 1:1,79 dan secara sensoris memiliki

karakteristik bau yang sedikit amis. Sampel tersebut mengandung serat pangan tak larut (STLA) dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan serat pangan larutnya (SLA). Pemanasan *S. platensis* pada suhu tinggi (180°C) menurunkan kelarutan, kapasitas mengikat air (WHC) dan mengikat lemak (OHC) serta retensi mineral (Ca, Mg, P). Pemanggangannya mengakibatkan proporsi serat pangan tak larut meningkat dibandingkan serat pangan larut dan menurunkan bioavailabilitas kalsium *in-vitro*. Kombinasi suhu dan pH mempengaruhi bioavailabilitas mineral (Ca, Mg). Perlakuan pH rendah menyebabkan kelarutan kalsium meningkat, pada pH 3 peningkatan suhu menyebabkan peningkatan kalsium terlarut dan terdialisis. Studi *in-vivo* dengan hewan coba dengan diet defisiensi vitamin D, menunjukkan bahwa pemberian *S. platensis* mampu mempertahankan kandungan Ca, Mg, P dan *alkaline phosphatase* serum darah dalam kondisi normal. Fermentasi serat pangan menghasilkan rasio molar asetat:propionat:butirat sebesar 65:25:10 pada diet *S. platensis*, susu tinggi kalsium dan kalsium karbonat. Namun demikian, diet *S. platensis* menghasilkan total *short chain fatty acid* yang terbesar sehingga meningkatkan absorpsi kalsium dan memberikan efek fisiologis yang lebih baik dibandingkan susu tinggi kalsium dan kalsium karbonat, sehingga densitas dan morfologi tulang femur juga paling baik, serta ukuran organ (ginjal, hati dan usus) normal.

Kata kunci: *Spirulina platensis*, kalsium, serat pangan, pengolahan, bioavailabilitas, defisiensi vitamin D

**DIETARY FIBER AND CALCIUM *Spirulina (Arthrospira) platensis*:
PHYSICO CHEMICAL PROPERTIES CHANGES DURING PROCESSING
AND IN-VIVO BIOAVAILABILITY
IN RATS SPRAGUE DAWLEY**

ABSTRACT

Spirulina (Arthrospira) platensis is a blue - green microalgae (Cyanophyceae), easy to grow in various regions in Indonesia with various media cultivation, especially sea water or fresh media. *S. platensis* content of calcium, reaching the concentration of 700-1000 mg per 100 g. Calcium is one of the macro mineral that is needed by the body. Deficiency of calcium cause bone health disruption. As a source of calcium, *S. platensis* should be well absorbed. Bioavailability of calcium is affected by the presence of fiber, the calcium configuration whether in the form of a complex or ionized, and also the presence of other minerals with the same valency. Fortification of *S. platensis* in food products causing the material undergone the harsh environment during processing, such as heat exposure, pH change, oxygen contact and light exposure. Minerals can change their form during processing or as a result of interaction with other materials, thus changing the bioavailability.

The purposes of this study were to: (i) determine sensory, physical, chemical and physico-chemical of *S. platensis* that have the potential use as a source of calcium. (ii) determine the effect of baking on the physico chemical properties (solubility, the ability to bind water and fat), the proportion of dietary fiber and in-vitro Ca bioavailability of *S. platensis* in a semi-solid mass. (iii) determine the effect of treatment in various pH and heating temperature on the solubility of calcium, (iv) evaluate the bioavailability of calcium and fermentability of *S. platensis* dietary fiber in-vivo using Sprague Dawley rats.

The study was conducted in four stages. Stage I: classification of sensory, physical, chemical and physico-chemical of *S. platensis*. Samples were grouped by the cultivation media (sea water and fresh water) as well as the method of drying process (dehumidifier, spray drying, oven and sun dried). Stage II: the baking simulation of semi solid *S. platensis* at the combination of temperature (120, 150 and 180°C) and duration (10, 20 and 30 minutes). Stage III: solubility assessment by dissolving the *S. platensis* biomass in various pH (3; 4; 5; 6.3; 7; 8) and heat (without heating, heating: at 70, 85, 100°C). Stage IV: bioavailability test of *S. platensis* calcium compared to calcium from high calcium milk and calcium carbonate in Sprague Dawley rats fed with vitamin D deficient diet for 8 weeks.

The results show that *S. platensis* cultivated by sea water media has a higher mineral content (Ca, Mg and P) than freshwater. Sea water cultivated *S. platensis* is potential as an alternative source of calcium as it has a good ratio of Ca: P with the proportion of 1: 1.79 and the smell of fishy-like odour was light. The sample containing insoluble dietary fiber (IDF) in an amount greater than soluble dietary fiber (SDF). High temperature increased the proportion of insoluble dietary fiber compared to soluble dietary fiber and lowered in-vitro

*bioavailability of calcium. The combination of temperature and pH affected the bioavailability of minerals (Ca, Mg). Low pH increased calcium solubility, and at pH 3 increase in temperature caused an increase in dissolved and calcium dialysate. In-vivo studies shows that the *S. platensis* was able to maintain the content of Ca, Mg, P and alkaline phosphatase in the blood serum under normal conditions. Fermentation of dietary fiber in *S. platensis* diet produce a molar ratio of acetate: propionate: butyrate at 65:25:10. High calcium milk and calcium carbonate diets showed a similar rate ($P > 0.05$). However, *S. platensis* diet created the largest amount of total short chain fatty acid thus improving calcium absorption and provided a better physiological effect to the bone than high calcium milk or calcium carbonate, resulting to a better density and morphology of the femur, as well as the normal size of the organ (kidney, liver and intestine).*

*Key words: *Spirulina platensis*, calcium, dietary fiber, processing, bioavailability, vitamin D deficiency*