

PENGEMBANGAN HIDROGEL KOMPOSIT GLUKOMANAN PORANG (*Amorphophallus oncophyllus*) DENGAN KITOSAN SEBAGAI MIKROENKAPSULAN BAKTERI PROBIOTIK

INTISARI

Glukomanan merupakan polisakarida yang dapat diekstraksi dari umbi porang dan berpotensi dikembangkan menjadi enkapsulan probiotik. Pada pembuatan enkapsulan, interaksi glukomanan dengan kitosan dapat dipilih karena memiliki sifat responsif terhadap pH yang penting dalam membawa probiotik untuk mencapai target di kolon. Karboksimetilasi merupakan alternatif modifikasi untuk mengubah muatan glukomanan dari netral menjadi negatif agar dapat berinteraksi dengan kitosan. Namun demikian, sejauh mana modifikasi harus dilakukan agar membentuk hidrogel dengan kitosan dan bagaimana penggunaannya pada proses enkapsulasi sel bakteri, belum pernah diteliti. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan hidrogel komposit glukomanan porang-kitosan sebagai mikroenkapsulan probiotik.

Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu: (1) karboksimetilasi glukomanan porang pada beberapa kondisi suhu dan waktu reaksi, (2) karakterisasi hidrogel pada berbagai konsentrasi glukomanan dan konsentrasi awal sel bakteri, dan (3) uji viabilitas sel pada berbagai kondisi. Pada tahap pertama, karboksimetilasi pada glukomanan dievaluasi dengan analisis derajat substitusi, kelarutan, viskositas, dan zeta potensial. Konfirmasi terjadinya reaksi karboksimetilasi dilihat dari perubahan spektrum infra merah (FTIR). Glukomanan karboksimetil kemudian diuji kemampuannya untuk membentuk hidrogel dengan kitosan menggunakan mikroskop-optilab dan *scanning electron microscope*. Pada tahap kedua, hidrogel dikarakterisasi ukuran, indeks polidispersitas, zeta potensial, efisiensi enkapsulasi, rasio *swelling* pada berbagai pH dan konsentrasi NaCl, serta stabilitasnya selama penyimpanan dingin, pemanasan, dan paparan cairan simulasi di saluran cerna *in vitro*. Pada tahap ketiga, dilakukan uji stabilitas pH susu selama 56 hari penyimpanan pada suhu 5°C dan viabilitas sel di dalam hidrogel selama 56 hari penyimpanan dingin 5°C, 30 menit pemanasan 65 °C, dan paparan cairan simulasi di saluran cerna. Bakteri yang digunakan yaitu: *L. acidophilus* FNCC 0051, *L. plantarum* Dad-13, *Streptococcus thermophilus* FNCC 0040, *Lactobacillus bulgaricus* FNCC 0041. Hidrogel komposit glukomanan porang-kitosan juga dibandingkan dengan hidrogel dari Ca-alginat dan glukomanan konjak-kitosan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa reaksi karboksimetilasi pada glukomanan ditandai dengan adanya penambahan gugus karbonil (C=O) dan eter (C-O-C) yang masing-masing dapat dideteksi pada spektrum infra merah bilangan gelombang 1.600 cm^{-1} dan 1.000 cm^{-1} . Karboksimetilasi yang dilakukan pada suhu 60 dan 70 °C selama 20-60 menit dapat menghasilkan glukomanan yang mampu berinteraksi dengan kitosan untuk membentuk hidrogel. Glukomanan yang dikarboksimetilasi pada suhu 70 °C selama 40 menit memiliki kelarutan dan elektronegativitas yang tinggi, sehingga digunakan untuk tahap penelitian selanjutnya. Konsentrasi glukomanan dan konsentrasi sel awal berpengaruh terhadap ukuran dan zeta

potensial hidrogel, namun tidak berpengaruh terhadap indeks polidispersitasnya. Kenaikan konsentrasi glukomanan mampu meningkatkan kestabilan hidrogel terhadap panas, selama penyimpanan dingin, dan paparan cairan di saluran cerna *in vitro*, namun responsivitas terhadap perubahan pH berkurang. Konsentrasi glukomanan 0,5% (w/v) mampu mencapai efisiensi enkapsulasi hidrogel yang tinggi, stabil, dan responsivitas pH yang tergolong baik. Dengan menggunakan konsentrasi awal sel 10^{10} CFU/mL, hidrogel mampu mengenkapsulasi probiotik dengan jumlah sesuai target produk probiotik ($>10^6$ - 10^7 CFU/mL). Pada pengujian viabilitas sel dibuktikan bahwa hidrogel meningkatkan ketahanan sel selama penyimpanan dingin dan paparan cairan simulasi di usus halus, namun belum mampu menjaga kestabilan pH susu selama penyimpanan dingin dibandingkan dengan hidrogel dari Ca-alginat.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa glukomanan porang dapat dikembangkan sebagai pembawa bakteri probiotik di dalam saluran cerna.

Kata kunci: glukomanan porang, karboksimetilasi, hidrogel glukomanan porang-kitosan, probiotik

DEVELOPMENT OF HYDROGEL FROM COMPOSITE OF PORANG (*Amorphophallus oncophyllus*) GLUCOMANNAN WITH CHITOSAN AS PROBIOTIC MICROENCAPSULANT

ABSTRACT

Glucomannan is polysaccharide that may be extracted from porang tuber. It has the potency to be developed as probiotic encapsulant. In producing encapsulant, the interaction of glucomannan and chitosan may be chosen because it has pH-responsiveness that is important in probiotic delivery in gastrointestinal to achieve target area in colon. To electrostatically interact with chitosan, glucomannan must be modified. Carboxymethylation is an alternative modification to convert glucomannan charge from neutral to negative. However, how far the modification must be done to get the product that was able to form hydrogel with chitosan and how to use it in encapsulation processing of bacteria cells had not been studied yet. The aim of this research was to develop hydrogel from composite porang glucomannan-chitosan as microencapsulant of probiotics.

The research was divided into 3 steps as follow: (1) carboxymethylation of porang glucomannan in various temperatures and period of reaction, (2) characterization of hydrogel in various glucomannan and initial cell concentration (3) The encapsulated cell's viability in several environment conditions. At the first step, the carboxymethylation of glucomannan was evaluated for degree of substitution, solubility, viscosity, and zeta potential. Confirmation of carboxymethylation process in glucomannan was detected with Fourier-transform-infrared (FTIR). Carboxymethyl glucomannan was then evaluated for its ability to form hydrogel with chitosan using optilab microscope and scanning electron microscope. At the second step, hydrogel characterized for the size, polydispersity index, zeta potential, encapsulation efficiency, swelling ratio in various of pH and NaCl concentration, and its stability during cold storage, heating, and the exposure of simulation fluid in gastrointestinal *in vitro*. At the third step, the survival tests were done to prove the stability of pH milk during storage and cell's viability in hydrogel during 56 days of storage at 5°C, 30 minutes of heating at 65 °C, and simulation fluid in gastrointestinal *in vitro*. The bacteria used for the encapsulation were *L. acidophilus* FNCC 0051, *S. thermophilus* FNCC 0040, *L. bulgaricus* FNCC 0041, *L. plantarum* Dad-13. Porang glucomannan-chitosan hydrogel was also compared with Ca-alginate and konjac glucomannan-chitosan hydrogels.

The result showed that carboxymethylation in glucomannan was indicated by the addition of carbonyl (C=O) and ether (C-O-C) groups that could be detected by infrared spectrum at the wavenumber of 1600 cm⁻¹ and 1.000 cm⁻¹. Carboxymethylation done at the temperature of 60°C and 70°C during 20-60 minutes generated glucomannan that could be interacted with chitosan to form hydrogel. Glucomannan carboxymethylated at 70 °C for 40 menit had higher solubility and electornegativity, so it was used in the following steps. Concentration of glucomannan and initial cells influenced the size and zeta potential of hydrogel, but it did not influence the polydispersity index. The

increase of glucomannan could improve the hydrogel stability when heating, cold storage, and exposure of simulation fluid in gastrointestinal *in vitro*, but the responsiveness to pH became lower. Glucomannan concentration of 0.5% (w/v) was able to reach the optimal encapsulation efficiency, stable, and had good responsiveness to pH. By using the initial cell of 10^{10} CFU/mL, hydrogel could encapsulate probiotics which can meet the quantity target of probiotics product ($>10^6$ - 10^7 CFU/mL). In the survival test, it was proved that hydrogel had the role in increasing survivability of cells during cold storage and simulation fluid in the intestine, but it could not stabilize milk pH compared to hydrogel from Ca-alginate.

Based on the result, it was concluded that porang glucomannan may be developed as probiotik carrier in gastrointestinal tract.

Key words: porang glucomannan, carboxymethylation, porang glucomannan-chitosan hydrogel, probiotic