

INTISARI

Pada perkembangannya, penelitian mengenai biomaterial mulai memasuki generasi baru. Hal ini ditandai ketika perkembangan biomaterial mulai menuju pada material yang dapat meregenerasi jaringan fungsional maupun material yang memiliki respon spesifik terhadap rangsangan stimuli tertentu. Salah satu jenis stimuli yang sering digunakan sebagai rangsangan adalah pH. Hal ini dikarenakan dalam tubuh manusia memiliki kisaran pH yang cukup lebar (2 – 7,4) sehingga pengaplikasiannya sangat luas. Hidrogel *polyampholyte* mempunyai gugus fungsional yang dapat terprotonasi dan terdeprotonasi (membentuk muatan positif dan negatif) pada beberapa nilai pH sehingga menjadikannya kandidat yang menarik untuk digunakan sebagai material pintar. Kitosan yang merupakan polimer bermuatan positif dapat disintesis menjadi *polyampholyte* menggunakan metode *grafting* dengan senyawa yang bermuatan negatif. Pada penelitian ini, kitosan akan direaksikan dengan maleat anhidrida. Pada polimer ini, sifat *polyampholyte* terbentuk karena adanya protonasi gugus amina pada kitosan dan deprotonasi gugus karboksilat dari maleat yang telah bereaksi dengan kitosan. Kajian ini menggunakan bentuk film (hidrogel 2D) sebagai sistemnya. Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji *fourier transform infrared* (FTIR) untuk mengidentifikasi keberhasilan reaksi, pengujian total konten asam, uji kekuatan mekanik dan kelarutan film pada berbagai rasio maleat-kitosan, *swelling ratio* untuk mencari nilai isoelektriknya, dan uji pelepasan kurkumin sebagai model obat yang digunakan. Kemudian hasil dari pelepasan kurkumin digunakan sebagai dasar untuk membuat model matematis laju pelepasan obat. Hasil FTIR yang diperoleh menunjukkan bahwa proses *grafting* maleat anhidrida dan kitosan telah berhasil dilakukan ditandai dengan adanya bergesernya *peak* amida dan munculnya *peak* pada kisaran 1705.1 cm^{-1} yang merupakan *peak* C=O pada gugus karboksilat. Selain itu hasil dari pengukuran total konten asam juga mengalami kenaikan seiring bertambahnya nilai rasio maleat anhidrida-kitosan yang digunakan. dari hasil observasi makroskopis dan mikroskopis, film yang dihasilkan memiliki homogenitas yang baik. Kekuatan mekanik dari film meningkat seiring bertambahnya maleat yang digunakan. Sifat *polyampholyte* dari film muncul ketika rasio maleat anhidrida:kitosan yang digunakan sebesar 2:1 (w/w). Sedangkan hasil *swelling* menunjukkan nilai yang besar pada pH di atas dan bawah titik isoelektriknya yaitu pH 6. Hasil degradasi memiliki tren yang sama dengan hasil *swelling*. Model matematis laju pelepasan obat yang digunakan meliputi difusi obat pada matriks film diikuti dengan *moving boundary* yang diakibatkan oleh adanya degradasi polimer. Sedangkan model kesetimbangan yang digunakan meliputi kesetimbangan Henry, Langmuir, dan Freundlich. Hasil evaluasi dari model matematisnya menunjukkan bahwa model kesetimbangan Henry, Langmuir, dan Freundlich menghasilkan kesalahan yang kecil sehingga ketiga model kesetimbangan ini dapat digunakan pada proses pelepasan kurkumin dari sistem ini.

Kata kunci: material pintar; *polyampholyte*; model matematis; kinetika; kesetimbangan



ABSTRACT

In the last 2 decade, research in the field of biomaterial was starting to enter a new generation. It has been begun since the development of biomaterials started to lead to materials that can regenerate functional tissues or have specific responses to certain stimuli. One of stimuli that is usually used is pH, since human body has wide range of pH (2 – 7.4). Material that has a specific response along with a wide range of pH is polyampholyte hydrogel. Its functional groups can be protonated and deprotonated reversibly, resulting positively and negatively charge along the structure. This charges make the hydrogel become responsive to wide range of pH so that it can be categorized as smart materials. Chitosan is known as positively charged natural polymer. Chitosan (Ch) can be modified with maleic anhydride (MA) through grafting method in order to synthesize polyampholyte. This chitosan based polyampholyte is occurred because of the protonated of amine groups from chitosan and deprotonated of carboxyl groups from grafted maleic. This research used chitosan grafted maleic anhydride in form of film (2D hydrogels). Characterization of film including FTIR in order to identify whether the reaction is success or not; total acidic content, mechanical strength and solubility of films as a function of MA:Ch ratio were done to study the effect of grafting ratio; swelling ratio analysis was conducted to determine the isoelectric point of polyampholyte; and drug release rate analysis was conducted to observe the release behavior. The model of drug used in this research was curcumin. The shifting of amide bands and appearance of new peak around 1705.1 cm^{-1} from FTIR spectra show that the reaction is successfully done. On the other hand, the total acidic content and mechanical strength of the film were increased along with the ratio of MA:Ch. Characteristic of polyampholyte was obtained at the ratio of MA:Ch 2:1 (w/w). The isoelectric point of this ratio was obtained at pH 6. The result of drug release study was used to make a mathematical model of drug release rate. The mathematical model used included diffusion of drugs inside film matrix involving moving boundaries caused by polymer degradation. This model evaluated the kinetics and equilibrium parameters consisting of Henry, Langmuir, and Freundlich equilibrium. The evaluation result from those mathematical models produced small error, so it can be concluded that Henry, Langmuir, and Freundlich equilibrium model are all satisfied for this system.

Keywords: smart materials; polyampholyte; mathematical model; kinetics; equilibrium