

INTISARI

Hidrogel merupakan material hidrofilik dan *insoluble* yang bisa diaplikasikan dalam bidang farmasi. Kemampuan hidrogel dalam menyerap dan menyimpan air dalam matrik gel membuat hidrogel bersifat lunak, elastis dan mempunyai tekanan interfasial yang rendah sehingga dapat diaplikasikan sebagai pembalut luka. Biomaterial dari alam khususnya pati ubi kayu sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan film hidrogel. Selain ketersediaan bahan yang melimpah dan murah, sifatnya yang tidak toksik, biokompatibel, dan dapat terdegradasi secara alami menjadi nilai lebih dari pati ubi kayu. Meskipun demikian hidrogel ini menunjukkan kekuatan mekanik yang inferior dan mudah larut dalam air sehingga perlu diperbaiki menggunakan metode ikatan silang kimiawi. Asam sitrat dan *oxidized sucrose* dipilih sebagai agen ikatan silang karena selain mampu memperbaiki karakteristik hidrogel juga bersifat tidak beracun dan berbahaya bagi sel manusia. Penelitian ini akan mengoptimalkan kekuatan mekanis hidrogel melalui variasi komposisi menggunakan *central composite design* sehingga dapat memperoleh hidrogel dengan kekuatan mekanis yang optimal serta mempelajari pengaruh derajat ikatan silang terhadap perubahan kekuatan mekanis dan kelayakan hidrogel sebagai pembalut luka.

Pembuatan hidrogel dengan metode ikatan silang diawali dengan pencampuran bahan pada suhu ruang dan dilanjutkan dengan proses gelatinasi. Pada ikatan silang pati dengan asam sitrat proses gelatinasi dilakukan pada suhu 70-80 °C selama satu jam dan dilanjutkan dengan proses pencetakan dan pengeringan suspensi. Sedangkan pada ikatan silang pati dengan *oxidized sucrose* proses gelatinasi dilakukan pada suhu 90 °C selama 30 menit dan dilanjutkan dengan proses *autoclave* suhu 105 °C selama 10 menit. Proses *autoclave* ini akan membuat gel yang terbentuk menjadi lebih encer sehingga memudahkan saat pencetakan dan pengeringan lembaran hidrogel. Selanjutnya lembaran hidrogel kering di karakterisasi secara morfologi, *swelling*, FTIR, NMR, XRD, DSC, WVTR, sudut kontak dan uji sitotoksitas.

Hasil optimasi menunjukkan kekuatan lembaran hidrogel (*tensile strength*) dipengaruhi secara signifikan oleh komposisi agen ikatan silang (asam sitrat/*oxidized sucrose*) dan gliserol dengan keduanya memiliki nilai p-value <0,05. Nilai *tensile strength* optimum lembaran hidrogel pati-asam sitrat (CAH) adalah 30,23 MPa yang dicapai dengan komposisi asam sitrat 2,57% w/w pati dan gliserol 1,51% w/w pati. Sedangkan nilai *tensile strength* optimum lembaran hidrogel pati-*oxidized sucrose* (OSH) adalah 27,99 MPa yang dicapai dengan komposisi asam sitrat 7,32 mL dan gliserol 0,47 gr. Karakterisasi FTIR dan NMR produk hidrogel pada titik optimum ini juga membuktikan terjadinya ikatan silang gugus hidroksil pati dengan gugus karboksil asam sitrat dan gugus aldehida *oxidized sucrose*. Karakterisasi fungsional menunjukkan kedua hidrogel ini berpotensi sebagai *vehicle* pembalut luka yang kuat tariknya mendekati kulit manusia (± 34 MPa), mampu menyerap eksudat (nilai *swelling* CAH 141% dan OSH 95%), penahan kelembaban yang baik dengan nilai WVTR CAH 774,68 g/m²/24 jam dan OSH 714,92 g/m²/24 jam atau kurang dari 840 g/m²/24 jam, serta



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Pengembangan Hidrogel dari Sintesa Pati dengan Non-Toxic Crosslinker untuk Aplikasi di Bidang Kesehatan

Fitri Nur Kayati, Prof. Ir. Chandra Wahyu Purnomo, S.T., M.E., M.Eng., D.Eng., IPM.; Ir. Yuni Kusumastuti, S.T., M.E.

Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

bersifat cukup membasahi/hidrofilik dengan nilai sudut kontak CAH $49,33^\circ$ dan OSH $74,76^\circ$ atau lebih kecil dari 90° . Hasil pengujian sitotoksitas menunjukkan nilai viabilitas sel pada berbagai konsentrasi OSH dan CAH lebih dari 90%, sehingga kedua hidrogel ini tidak memberikan efek toksisitas yang signifikan terhadap proliferasi sel saat dilakukan uji sitotoksitas menggunakan sel NIH3T3 (*Mouse fibroblast cell line*) sejumlah 10.000 sel/*well* dan inkubasi selama 24 jam.

ABSTRACT

Hydrogels are hydrophilic and insoluble materials that can be applied in the pharmaceutical field. Hydrogels have low interfacial pressure, are soft, and absorb and hold water in the gel matrix, which makes them good for use as wound dressings. Hydrogel film production can also be greatly aided by biomaterials, particularly cassava starch. In addition to its abundant and cost-effective availability, its non-toxic and biocompatible properties add value to cassava starch. However, the hydrogel exhibits inferior mechanical strength and is easily soluble in water, necessitating improvement through cross-linking methods. Oxidized sucrose and citric acid are selected as cross-linking agents because they are safe and non-toxic to human cells. This study aims to optimize the mechanical strength of the hydrogel through compositional variations using a central composite design and to investigate the influence of the degree of cross-linking on changes in mechanical strength and the feasibility of the hydrogel as a wound dressing.

The synthesis of hydrogels through cross-linking begins with the mixing of ingredients at room temperature and proceeds with the gelatinization process. For starch cross-linking with citric acid, the gelatinization process is conducted at a temperature of 70-80 °C for one hour, followed by molding and drying. On the other hand, for starch cross-linking with oxidized sucrose, the gelatinization process takes place at 90 °C for 30 minutes, followed by an autoclave process at 105 °C for 10 minutes. Subsequently, the dried hydrogel sheets are characterized for morphology, swelling, FTIR, NMR, XRD, DSC, WVTR, contact angle, and cytotoxicity.

The optimization results indicate that the tensile strength of hydrogel sheets was significantly influenced by the composition of the cross-linking agent (citric acid/oxidized sucrose) and glycerol, with both having p-values <0.05. The citric acid hydrogel (CAH) has an optimal tensile strength of 30.23 MPa when its composition is 1.51% w/w glycerol and 2.57% w/w citric acid in relation to starch. In the meantime, the oxidized sucrose hydrogel (OSH) has an optimal tensile strength value of 27.99 MPa when its composition is 7.32 mL citric acid and 0.47 g glycerol. FTIR and NMR at these optimum points also confirm the occurrence of cross-linking between the hydroxyl groups of starch and the carboxyl groups of citric acid, as well as the aldehyde groups of oxidized sucrose. Both hydrogels have the potential to be used as wound dressing vehicles, according to functional characterization. They have tensile strengths of approximately 34 MPa, excellent exudate absorption (swelling values of 95% for OSH and 141% of CAH), good moisture retention (WVTR values of 714.92 g/m²/24 hours for OSH and 774.68 g/m²/24 hours for CAH), and a sufficiently wettable/hydrophilic (contact angle values of 49.33° for CAH and 74.76° for OSH, both less than 90°). According to the results of the cytotoxicity test, cell viability values at different concentrations of OSH and CAH surpass 90%, suggesting that neither hydrogel significantly inhibits the growth of cells. The cytotoxicity test, which used 10,000 NIH3T3 cells (a mouse fibroblast cell line) per well and a 24-hour incubation period, led to this outcome.