

HIDROGEL SELULOSA SERAT BATANG PISANG SEBAGAI MEDIUM PERTANIAN

**FARIS NAJMI RAMLI, NURFITRI HAIKAL ZOLKAFLI, IRDINA AZIZI
KHAIRUL AZIZI, RIZAFIZAH OTHAMAN***

Faculty of Science and Technology

Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, MALAYSIA

**Corresponding author: rizafizah@ukm.edu.my; Tel.: +60137408708*

ABSTRAK

Kajian ini telah dijalankan menggunakan ejen taut silang iaitu poli(etilena glikol) (PEG) sebagai media pertanian bandar bagi membantu membangunkan hidrogel serat batang pisang. Kepekatan PEG yang berbeza (0%, 20%, 40% dan 60%) digunakan bagi menghasilkan hidrogel. Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR) digunakan bagi mengenal pasti sifat kimia hidrogel, manakala Mikroskop Elektron Imbasan Medan Pancaran (FESEM) digunakan bagi mengenal pasti morfologi sampel. Ujian Pembengkakan dilakukan ke atas keempat-empat kepekatan PEG yang berbeza. Darjah Pembengkakan (DS) dapat melihat keupayaan hidrogel untuk menyerap air, manakala bagi menguji keupayaan hidrogel mengeluarkan air yang telah diserap diuji dengan penyahserapan. 40% PEG melalui ujian pembengkakan menunjukkan darjah pembengkakan yang tinggi berbanding 0% PEG, tetapi apabila pada kepekatan 60% PEG, darjah pembengkakan menurun jika dibandingkan dengan 40% PEG. Hasil ujian penyahserapan selepas 4 jam pertama adalah baik di mana berat hidrogel bagi kesemua kepekatan berkurang, tetapi bagi kepekatan 60%, berat hidrogel tidak menunjukkan sebarang perubahan. Kajian ini membawa kejayaan pembangunan hidrogel berasaskan gentian batang pisang yang menunjukkan tahap pembengkakan yang baik untuk digunakan sebagai media pertanian bandar.

Kata kunci: poli(etilena glikol) (PEG), hidrogel, media pertanian bandar, darjah pembengkakan (DS), penyahserapan

ABSTRACT

This study was conducted using the cross-linking agent poly(ethylene glycol) (PEG) as an urban agricultural media to help develop banana stem fiber hydrogels. Different concentrations of PEG (0%, 20%, 40% and 60%) were used to produce hydrogels. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) was used to identify the chemical properties of the hydrogel, while Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM) was used to identify the sample morphology. The Swelling Test was performed on all four different concentrations of PEG. The Degree of Swelling (DS) can see the ability of the hydrogel to absorb water, while to test the ability of the hydrogel to remove the water that has been absorbed, it is tested by desorption. 40% PEG through the swelling test showed a high degree of swelling compared to 0% PEG, but when at a concentration of 60% PEG, the degree of swelling decreased when compared to 40% PEG. The results of the desorption test after the first 4 hours were good where the weight of the hydrogel for all concentrations decreased, but for the concentration of 60%, the weight of the hydrogel did not show any change. This study led to the successful development of hydrogels based on banana stem fibers that showed good swelling levels for use as urban agricultural media.

Keywords: poly(ethylene glycol) (PEG), hydrogel, urban agricultural media, degree of swelling (DS), desorption

PENGENALAN

Menurut Shanmugam, Nagarkar, dan Kurhade (2015), pseudostem pisang adalah sisa tumbuhan pokok pisang, yang merupakan salah satu tanaman yang paling banyak ditanam di Asia, khususnya di India, Thailand, China, Indonesia, dan Malaysia menjadikan pokok pisang atau lebih dikenali dengan nama saintifiknya, *Musa sp.* tidak asing lagi di negara-negara tersebut. Penggunaan fiber selulosa daripada sisa buangan pertanian mempunyai banyak kebaikan seperti mesra alam, boleh dikitar semula dan kosnya yang murah.

Memandangkan pertanian pada masa ini menggunakan 70% air di seluruh dunia, kemungkinan besar akan berlakunya isu kekurangan air menjelang 2030 akibat daripada peningkatan hampir 50% dalam permintaan air global (Kashyap et al. 2015). Polimer hidrogel berguna dalam industri pertanian kerana ia meminimumkan hakisan tanah dan mempunyai kapasiti luar biasa dalam mengekalkan kandungan air.

Menurut Soliman et al. (2016), hidrogel mempunyai struktur tiga dimensi yang mempunyai kapasiti lebih besar untuk menyerap air atau garam berbanding bahan penyerap air konvensional. Kehadiran kumpulan hidrofilik dalam strukturnya mempunyai pengaruh signifikan terhadap keupayaan hidrogel untuk menyerap dan mengekalkan kandungan air. Menurut Chang dan Zhang (2011), struktur hidrogel terbentuk daripada biopolimer atau polielektrolit dan mengandungi sejumlah besar air yang terperangkap. Dalam kajian ini, serat batang pisang digunakan untuk menghasilkan hidrogel dengan kehadiran poli(etilena glikol), PEG telah dijalankan.

METODOLOGI

Serbuk poli(etilena glikol) (PEG), ~216,000 Sigma-Aldrich digunakan dengan formula empirik iaitu $(C_2H_4O)_nH_2O$. Larutan natrium hidroksida digunakan dengan formula empirik iaitu NaOH.

Pembangunan Hidrogel Berasaskan Serat Batang Pisang

Batang pokok pisang dibasuh dengan air suling dan dikeringkan di bawah cahaya matahari selama 36 jam, kemudian dipotong kepada saiz 3cm x 3cm sebelum dibasuh dengan air suling dan dikeringkan dalam ketuhar selama 24 jam. Mesin penghancur digunakan untuk menghancurkan serat batang pisang sehingga menjadi serbuk kepada saiz penjerat di bawah 0.053 mm. Oleh itu, pengekstrakan serat batang pisang dapat dilakukan.

Teknik refluks digunakan dalam rawatan kimia untuk ekstrak serat batang pisang yang direndam di dalam 20% larutan NaOH selama 2 jam, suhu 80°C. Serat dibasuh dengan sempurna sehingga memperoleh nilai pH 7 kemudian ditapis dan dikeringkan dalam ketuhar setelah rawatan NaOH tersebut dilakukan.

1 g serat batang pisang dikacau dengan 50 mL air suling selama 5 minit dengan bantuan PEG sebagai ejen taut silang dengan kepekatan yang berbeza (0%, 20%, 40% dan 60%) selama 24 jam, suhu 70°C bagi menghasilkan hidrogel. Hidrogel tersebut dikeringkan di dalam ketuhar selama 24 jam.

Darjah Pembengkakan (DS)

Hidrogel direndam dalam air suling selama 5 hari pada suhu bilik dan kemudian dikeluarkan dan ditimbang. Darjah pembengkakan dikira menggunakan persamaan (1)

$$DS = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100\% \quad (1)$$

di mana W_s dan W_D adalah berat hidrogel selepas dan sebelum direndamkan ke dalam air suling.

Penyahserapan

Hidrogel yang telah dibengkakkan dikeringkan dalam ketuhar selama 2 jam pada suhu bilik (28°C) dan kemudian dikeluarkan dan ditimbang setiap 2 jam. Ini merupakan ujian penyahserapan.

Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR)

Kumpulan berfungsi yang terdapat pada 3 sampel iaitu hidrogel, serat batang pisang yang telah dirawat dan serat batang pisang yang tidak dirawat dapat dikenal pasti dengan menggunakan kaedah FTIR untuk melakukan perbandingan.

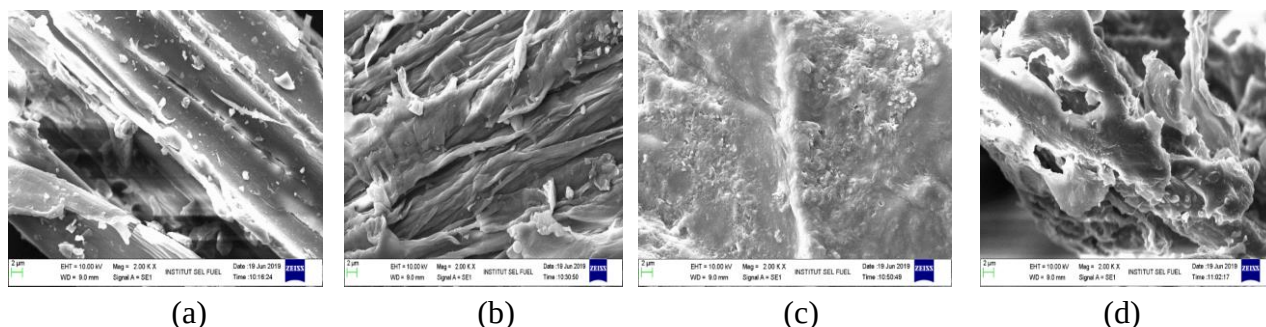
Mikroskop Elektron Imbasan Medan Pancaran (FESEM)

Morfologi hidrogel berasaskan serat batang pisang dan PEG dapat dianalisis menggunakan FESEM.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Analisis Mikroskopi Elektron Pengimbas Medan Pemancaran (FESEM)

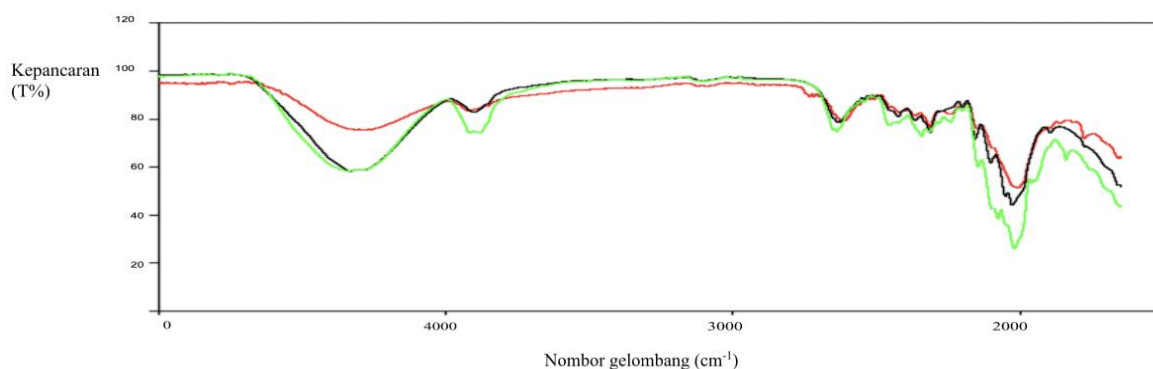
Rajah 1 menunjukkan perubahan morfologi di mana permukaan batang pisang yang dirawat (b) lebih bersih berbanding yang tidak dirawat (a) kerana hemiselulosa dan pektin telah disingkirkan setelah batang pisang dirawat. Rajah 1(c) menunjukkan permukaan hidrogel yang ditaut silang dengan 40% PEG mempunyai permukaan rata dan berliang manakala Rajah 1 (d) pula menunjukkan keratan rentas hidrogel dengan lebih terperinci. Pembentukan liang menyebabkan ruang bebas antara rantai polimer bertambah dan berpotensi meningkatkan pengambilan air daripada hidrogel.



Rajah 1 FESEM permukaan (a) serat batang pisang tidak dirawat, (b) serat batang pisang dirawat, (c) hidrogel 40% PEG dan (d) keratan kentas hidrogel 40% PEG

Analisis Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR-ATR)

Berdasarkan Rajah 2, serat batang pisang yang dirawat dengan NaOH mempunyai puncak 3347 cm^{-1} yang mewakili kumpulan alkohol telah berkurang kerana hemiselulosa telah disingkirkan. Namun, berbeza dengan sampel hidrogel di mana puncak itu menaik kerana kehadiran kumpulan hidroksil pada unit glikosidik. Puncak yang berada pada 2920 dan 2850 cm^{-1} adalah disebabkan oleh kumpulan CH dan puncak ini lebih ketara dalam spektrum Hidrogel 40% PEG berbanding spektrum serat batang pisang dirawat kerana PEG dijangka membentuk kumpulan $-\text{CH}_2-$ dan $-\text{CH}-$. Serat batang pisang tidak dirawat menunjukkan puncak penyerapan karbonil yang meregang pada 1732 cm^{-1} berikutan kehadiran hemiselulosa.



Rajah 2 Spektrum FTIR bagi serat pisang tidak dirawat, serat batang pisang dirawat dan hidrogel 40% PEG

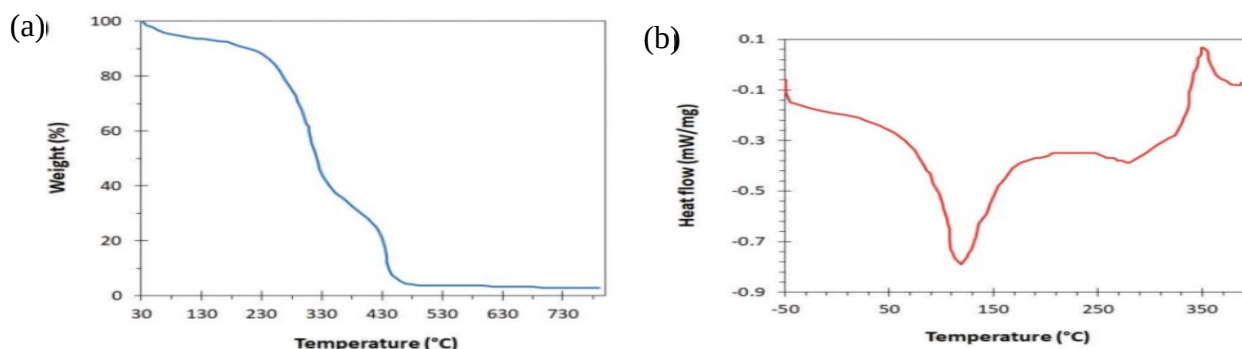
Jadual 1 Nombor gelombang (cm^{-1}) kumpulan berfungsi bagi spektrum FTIR serat batang pisang tidak dirawat, serat batang pisang dirawat dan hidrogel 40% PEG

Nombor gelombang (cm^{-1})	Puncak asal FTIR
3200-3500	Kumpulan hidroksil dan regangan OH terikat
2920	Alifatik dan aromatik CH
2850	Alifatik dan aromatik CH
1731	Getaran regangan C=O (kumpulan asid karboksilik dan ester)
1312	Kumpulan alkohol
1245	Hemiselulosa dan pektin
1101	Regangan simetrik glikosida C-O-C
777	Komponen lignin

Puncak besar pada 777 cm^{-1} pada spektrum serat batang pisang tidak dirawat disebabkan oleh kehadiran lignin dan telah disingkirkan oleh rawatan NaOH. Glikosida simetri C-O-C yang meregang pada 1101 cm^{-1} terhasil daripada komponen polisakarida yang sebahagian besarnya selulosa dan muncul pada serat batang pisang tidak dirawat, dirawat dan Hidrogel 40% PEG. Dapat disimpulkan rawatan kimia (NaOH dan PEG) menyingkirkan kumpulan hemiselulosa dan lignin. Kesannya, sifat hidrofilik akan semakin dominan serta meningkatkan sifat mekanikal komposit batang pisang.

Analisis sifat terma menggunakan kalorimetri imbasan pembeza, DSC dan analisis termogravimetri, TGA.

Berdasarkan Rajah 3 (a), degradasi haba bagi serat batang pisang berlaku dalam tiga peringkat. Peringkat pertama degradasi ialah penyejatan lembapan pada julat suhu $30-144^\circ\text{C}$. Walau bagaimanapun, lembapan yang terdapat dalam serat batang pisang tidak dapat disingkirkan sepenuhnya kerana terdapat rintangan hasil daripada struktur serat dan sifat hidrofilik serat itu sendiri. Pada peringkat pertama, kehilangan berat serat batang pisang dianggarkan dalam julat 5-10 wt%. Pada peringkat kedua, degradasi hemiselulosa berlaku. Hemiselulosa mula terurai pada suhu sekitar 178°C . Hemiselulosa mempunyai kestabilan haba yang rendah disebabkan kehadiran kumpulan asetil yang mempercepatkan proses degradasi hemiselulosa. Pada peringkat ketiga, degradasi selulosa pula berlaku pada suhu sekitar 296°C . Peringkat terakhir merupakan peringkat di mana lignin terurai. Namun, lignin merupakan komponen yang lebih sukar untuk terurai dan berlaku dengan sangat perlahan pada suhu 700°C dan ke atas.



Rajah 3 (a) Lengkung TGA dan (b) Termogram DSC bagi serat batang pisang
Sumber: Guimarães et al. (2009)

Rajah 3 (b) menunjukkan termogram bagi kalorimetri imbasan pembeza, DSC bagi serat batang pisang. Puncak yang ditunjukkan oleh DSC iaitu pada julat suhu antara 50-150°C berkait rapat dengan haba yang diperlukan oleh serat untuk menyejat lembapan yang terdapat pada serat. Tambahan pula, kekonduksian terma serat batang pisang didapati agak lemah iaitu pada 0.0253 W/m²K menjadikan serat batang pisang turut berguna sebagai penebat haba yang baik (Subagyo & Chafidz 2020).

KESIMPULAN

Empat hidrogel selulosa serat batang pisang dengan kepekatan 0%, 20%, 40% dan 60% berjaya dihasilkan. Hasil analisis Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR-ATR), lignin dan hemiselulosa terbukti telah disingkirkan. Analisis mikroskopi elektron pengimbas medan pemancaran (FESEM) menunjukkan terdapat banyak liang pada permukaan hidrogel serat batang pisang yang membantu dalam aktiviti resapan dan penyerapan air. Serat batang pisang yang telah ditaut silang dengan 40% PEG menunjukkan pertambahan kehadiran liang dan ruang bebas antara rantai polimer. Implikasinya, pengambilan air daripada hidrogel dapat ditingkatkan serta dapat diaplikasikan dalam bidang pertanian agar pelepasan air berlaku secara sekata dan tidak terlalu cepat. Hidrogel dengan 40% PEG mempunyai darjah pembengkakan tertinggi iaitu sebanyak 818% dan mempunyai kadar penyahserapan optimum

PENGHARGAAN

Kami mengucapkan terima kasih kepada penyelia kami, Prof. Madya Ts. ChM. Dr. Rizafizah binti Othaman atas komen yang membina serta pendapat dan bimbingan sepanjang proses menyiapkan manuskrip ini. Tidak dilupakan juga kepada saudara Faris bin Ramli untuk tesis beliau yang telah dijadikan sebagai rujukan dan banyak membantu dalam memberikan idea dalam penulisan ilmiah ini. Kami ingin memberikan sekalung penghargaan kepada Kelab Teknologi Kimia UKM kerana menganjurkan Pertandingan Menulis Manuskrip sekaligus memberi kami peluang untuk menyertai pertandingan ini bagi menggilap potensi kami dalam penulisan akademik.

RUJUKAN

- Chang, C. & Zhang, L. 2011. Cellulose-based hydrogels: Present status and application prospects. *Carbohydrate Polymers* 84(1): 40–53.
- Guimarães, J. L., Frollini, E., da Silva, C. G., Wypych, F. & Satyanarayana, K. G. 2009. Characterization of banana, sugarcane bagasse and sponge gourd fibers of Brazil. *Industrial Crops and Products* 30(3): 407–415
- Kashyap, P. L., Xiang, X. & Heiden, P. 2015, June 1. Chitosan nanoparticle based delivery systems for sustainable agriculture. *International Journal of Biological Macromolecules*. 77(1): 36-51.
- Shanmugam, N., Nagarkar, R. D., & Kurhade, M. 2015. Microcrystalline Cellulose Powder from Banana pseudostem fibers using bio-chemical route. *Indian Journal of Natural Products and Resources* 6(1): 42-50.
- Soliman, F. M., Yang, W., Guo, H., Shinger, M. I., Idris, A. M., & Hassan, E. S. 2016. Preparation of Carboxymethyl Cellulose-g-Poly (AcrylicAcid - 2-Acrylamido-2-Methylpropanesulfonic SulfonicAcid)/Attapulgate Superabsorbent Composite. *American Journal of Polymer Science and Technology* 2(1): 11-19
- Subagyo, A. & Chafidz, A. 2020. Banana Pseudo-Stem Fiber: Preparation, Characteristics, and Applications. *Banana Nutrition - Function and Processing Kinetics*. IntechOpen.