

## PENGGUNAAN GEL POLIMER SUPER PENYERAP DALAM PENGEKSTRAKKAN MINYAK KELAPA DARA MELALUI FERMENTASI SEMULAJADI

(APPLICATION OF SUPER ABSORBENT POLYMER GEL IN VIRGIN COCONUT OIL EXTRACTION VIA NATURAL FERMENTATION)

AMIRUL ARIF SAMLIN, RUSLI DAIK\*

*Pusat Pengajian Sains Kimia dan Teknologi Makanan, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia,  
43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia*

\*Pengarang utama: [rusli.daik@ukm.edu.my](mailto:rusli.daik@ukm.edu.my)

### ABSTRAK

Penyelidikan ini dijalankan untuk mengkaji kesan penambahan gel polimer super penyerap (SAP) ke atas pengekstrakkan minyak kelapa dara (VCO) secara fermentasi semulajadi. Gel polimer super penyerap ini dihasilkan menggunakan kaedah penyinaran gelombang mikro dengan kehadiran natrium hidroksida (NaOH) dan kalium persulfat (KPS) sebagai pemula. Manakala N,N-metilena bisakrilamida (MBA) digunakan sebagai agen taut silang. Sampel yang terhasil telah dicirikan dan dianalisis dengan menggunakan Mikroskop Imbasan Elektron (SEM), Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR) dan Analisis Termogravimetri (TGA). Analisis FTIR menunjukkan kehadiran kumpulan berfungsi amida dengan isyarat yang kuat pada puncak  $1562\text{ cm}^{-1}$ ,  $1658\text{ cm}^{-1}$  dan  $3185\text{ cm}^{-1}$ . TGA pula menunjukkan bahawa sampel ini mempunyai tahap kestabilan terma yang tinggi. Mikrograf SEM membuktikan terdapat liang-liang di permukaan gel polimer yang berukuran lebih kurang 1 - 2 mikron yang sangat sesuai untuk proses penyerapan. Penggunaan gel polimer ini didapati mempercepatkan pemisahan minyak dan air serta meningkatkan perolehan minyak.

**Kata kunci:** polimer super penyerap; penyinaran gelombang mikro; akrilamida; minyak kelapa dara; gel polimer

### ABSTRACT

*This research was carried out to study the effect of super absorbent polymer (SAP) gel addition on the virgin coconut oil extraction (VCO) via natural fermentation. Super absorbent polymer gel was produced using microwave irradiation method with the presence of sodium hydroxide (NaOH) and potassium sulfate (KPS) as the initiator. Meanwhile, N,N-methylene bisacrylamide (MBA) was used as the cross-linking agent. Samples produced were characterized and analysed using Scanning Electron Microscope (SEM), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and Thermogravimetric Analysis (TGA). FTIR analysis indicated the presence of amide functional group with strong signal at peaks of  $1562\text{ cm}^{-1}$ ,  $1658\text{ cm}^{-1}$  dan  $3185\text{ cm}^{-1}$ . TGA showed that samples were highly thermally stable. SEM micrographs proved that there were pores on the surface of the samples with 1 - 2 micron in diameter which is highly appropriate for absorption. The application of the polymer gel was found to expedite the oil separation from water and increase the recovery of oil.*

**Keywords:** super absorbent polymer; microwave irradiation; acrylamide; virgin coconut oil; polymer gel

### PENGENALAN

Era pasca-perindustrian yang serba serbi mencabar telah membuatkan kita terlepas pandang terhadap kelebihan dan kebaikan sumber semulajadi yang ada di sekeliling termasuklah minyak kelapa dara (VCO). Minyak kelapa dara atau nama saintifiknya *Virgin Cocos Nucifera Oil* mempunyai ciri-ciri yang unik berbanding minyak lain kerana kandungan asid lemak yang membentuk minyak kelapa itu sendiri. Menurut *Asian Pacific Coconut Community* (APCC 2009), VCO ialah minyak yang terhasil daripada isi buah kelapa yang segar dan matang melalui kaedah mekanikal atau semulajadi, dengan atau tanpa menggunakan haba, tanpa melalui pemurnian kimia, proses pemutihan atau penyahbauan. Sama ada dengan menggunakan haba atau tidak, minyak tersebut mestilah tidak mengalami sebarang perubahan atau transformasi terhadap sifat fizikal dan kimianya [1].

Tiada sebarang proses yang spesifik dalam menghasilkan minyak kelapa dara namun ia diklasifikasikan kepada dua kaedah iaitu secara basah ataupun kering [1]. Melalui kaedah kering, isi kelapa segar yang dikeringkan ditekan untuk mengeluarkan minyak. Haba yang digunakan adalah minimum supaya isi kelapa cepat kering dan minyak ditekan menggunakan pendekatan mekanikal. Dalam kaedah basah pula, santan kelapa digunakan dengan memisahkan fasa minyak dan air. Pemisahan ini dilakukan dengan kaedah pendidihan, fermentasi, pendinginan, enzim dan emparan [2]. Semua kaedah yang digunakan ini mempunyai beberapa kelemahan seperti tempoh pemprosesan yang lama, minyak yang terhasil tidak boleh disimpan lama serta memerlukan kos yang tinggi. Secara umumnya, santan merupakan emulsi minyak dalam air yang distabilkan oleh protein yang terdapat di dalam santan. Untuk mendapatkan minyak, emulsi ini perlu dinyahstabilkan terlebih dahulu. Penggunaan bahan kimia yang bersifat hidrofilik boleh menyahstabilkan emulsi santan dengan memusnahkan protein yang terdapat dalam santan [3]. Polimer super penyerap yang digunakan dalam kajian ini merupakan polimer yang hidrofilik.

Lazimnya kapas, kertas, dan span digunakan untuk menyerap air. Bahan-bahan ini mampu menyerap air beberapa kali ganda berat asalnya. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa polimer dan ko-polimer yang berupaya bertindak sebagai penyerap air yang sangat tinggi serta mampu mengekalkan kandungan air yang diserap. Dengan menggunakan air sebagai agen pembengkak, bahan polimer dengan keaifan yang tinggi terhadap air diistilahkan sebagai hidrogel polimer atau nama lainnya polimer super penyerap (SAP) [4].

Polimer super penyerap (SAP) merupakan polimer dengan struktur tiga dimensi ataupun tertaut silang yang mampu menyerap air yang banyak [5]. SAP telah mendapat perhatian yang ketara, terutama dalam tempoh 30 tahun yang lalu kerana aplikasi meluas dalam pelbagai bidang. SAP sering digunakan dalam pelbagai aplikasi seperti produk pembersihan, makanan, kosmetik, dan pertanian [6]. Penggunaannya untuk aplikasi pertanian telah menunjukkan hasil yang menggalakkan kerana SAP membantu mengurangkan penggunaan air pengairan, menurunkan kadar kematian tumbuh-tumbuhan, meningkatkan pengekalan baja di dalam tanah, dan meningkatkan kadar tumbesaran tumbuhan [5].

SAP juga boleh membengkak sehingga beribu-ribu kali ganda berat asal mereka sendiri [5]. Kelakuan pembengkakan SAP dicirikan terutamanya oleh jumlah air yang mereka serap dan kadar serapannya [7]. Kedua-duanya adalah penting dalam pelbagai aplikasi, sebagai contoh kegunaan dan fungsi lampin [8]. Kelakuan ini ditentukan oleh beberapa faktor termodinamik dan kinetik namun ketumpatan taut-silang merupakan faktor yang utama [8]. Kelakuan penyerapan air oleh SAP juga bergantung pada saiz zarah dan kemasinan air. Terdapat kajian yang melaporkan bahawa saiz zarah yang lebih kecil meningkatkan kadar penyerapan dan juga tahap penyerapan [7].

Penggunaan penyinaran gelombang mikro dalam sintesis organik semakin mendapat perhatian kerana ianya mengkhususkan pemanasan gelombang mikro dari segi kereaktifan yang berkait rapat dengan kawalan kadar pemanasan yang sangat cepat [6]. Tenaga gelombang mikro boleh diserap secara terus dan seragam melalui keseluruhan isipadu bahan yang sederhana reaktif, menyebabkan ianya memanaskan secara sama rata dan cepat [9]. Penyinaran gelombang mikro telah berjaya digunakan dalam pempolimeran cangkukan kitosan dengan asid poliakrilik [8], selulosa pada poliakrilamida [10] dan bentonit pada poli(natrium

akrilat-ko-akrilamida) [3]. Penyediaan poli(natrium akrilat-ko-akrilamida) dengan kaedah pemanasan konvensional adalah merupakan perkara yang tidak asing lagi. Ianya boleh disediakan daripada sebilangan monomernya [12], atau melalui hidrolisis alkali poliakrilonitril, poliakrilamida atau poli(akrilamida-ko-akrilonitril) [11].

Dalam penyelidikan ini, objektifnya adalah untuk mensintesis gel poli(natrium akrilat-ko-akrilamida) yang tinggi penyerapannya dalam satu reaksi yang bermula dari monomer akrilamida di bawah separa hidrolisis alkali dan menggunakan penyinaran gelombang mikro. Dalam pempolimeran ini, hidrolisis alkali kumpulan amida dan proses taut silang akan berlaku dalam satu peringkat dan dalam tempoh yang singkat iaitu dalam masa yang tidak melebihi 90 saat. Disebabkan tempoh tindak balas sangat singkat, tidak ada keperluan untuk beroperasi di bawah atmosfera lengai. Kemudiannya polimer yang terhasil diaplikasikan dalam emulsi santan untuk mengurangkan tempoh masa penghasilan minyak dan menambah jumlah perolehan minyak kelapa dara (VCO).

#### BAHAN DAN KAEDAH KAJIAN

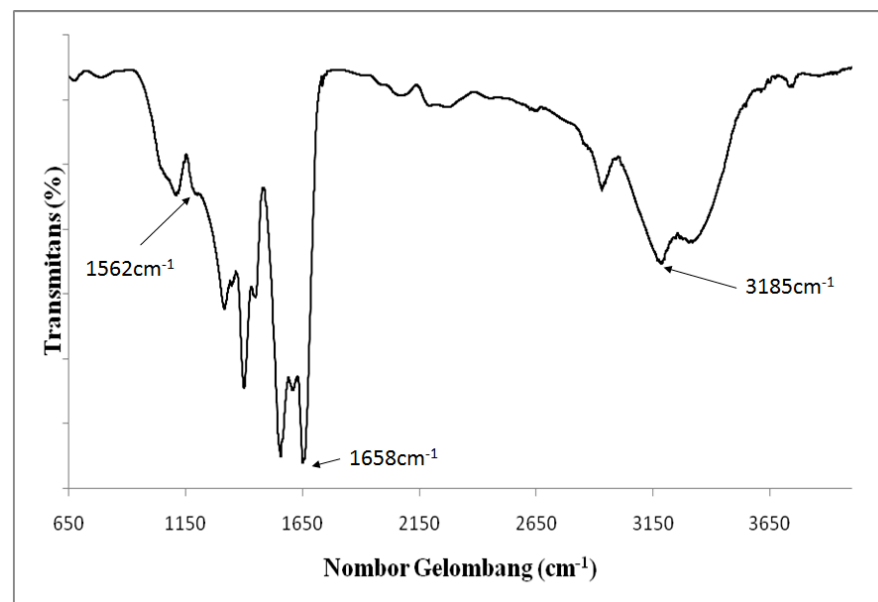
Akrilamida (AM) untuk sintesis (Sigma Aldrich) telah digunakan sebagai monomer utama. Kalium persulfat  $K_2S_2O_8$  (KPS) untuk analisis sebagai pemula dan N,N-Metilena Bisakrilamida (MBA) sebagai agen tautsilang juga diperolehi daripada Sigma Aldrich. Natrium hidroksida, NaOH telah digunakan sebagai agen hidrolisis. Pelarut: metanol dan etanol (gred analitik) telah diperolehi daripada Sigma Aldrich. Santan yang asli diperah daripada kelapa parut telah digunakan di dalam kajian.

Polimer super penyerap (SAP) disediakan dengan menggunakan kaedah sinaran gelombang mikro. Langkah pertama dimulakan dengan menambahkan 0.04 mol, iaitu 1.6g natrium hidroksida ke dalam larutan akrilamida iaitu sebanyak 0.169 mol bersamaan dengan 12.01g yang dilarutkan di dalam 24 mL air suling. Larutan itu kemudiannya dikacau dengan kuat. Kemudian 0.08g Kalium Persulfat, (KPS) yang bertindak sebagai pemula dilarutkan ke dalam 7 mL air suling dan 0.08g N,N-Metilena Bisakrilamida, (MBA) yang bertindak sebagai agen taut silang dilarutkan juga di dalam 5 mL air suling. Seterusnya larutan KPS dan MBA tadi ditambah ke dalam larutan Akrilamida. Jumlah jisim percampuran kesemua larutan dijadikan 100 g dengan menambah air suling. Campuran ini dikacau selama 15 minit. Kemudian ia dirawat dalam ketuhar gelombang mikro pada kuasa 800W selama 5 minit. Suhu dan kelikatan campuran reaktif meningkat pantas. Titik pembentukan gel dicapai selepas saat ke-90 apabila bau yang dikenalpasti sebagai ammonia dan disertai dengan pembentukan gel. Produk (sebagai gel elastik) dipotong kepada kepingan kecil menggunakan pisau. Kemudian ia dibasuh beberapa kali dengan metanol untuk melarutkan reagen yang tidak bertindak balas, dan kemudiannya dibasuh pula dengan etanol. Selepas itu, potongan kecil tadi dikeringkan selama 12 jam pada  $60^{\circ}C$  sehingga ia menjadi pepejal yang rapuh. Pada ketika ini pepejal dikisar dan akhir sekali dikeringkan dalam ketuhar pada suhu  $60^{\circ}C$  selama 24 jam. Ujian yang dilakukan termasuklah mikroskop imbasan elektron untuk mengetahui saiz diameter liang yang terhasil dan saiz ini secara amnya dapat dikawal dengan menetapkan bilangan mol yang diaplikasikan kepada natrium hidroksida, iaitu sebanyak 0.04 mol untuk mendapatkan darjah pembengkakan yang maksimum.

Pengekstrakkan minyak kelapa dara pula dilakukan melalui proses fermentasi semulajadi. Langkah pertama dimulakan dengan menggunakan 2.5L santan yang diletakkan di dalam suatu bekas yang tidak bertutup sepenuhnya. Kemudian, polimer super penyerap yang telah dihasilkan dimasukkan ke dalam suatu tiub emparan sebelum dicampur ke dalam santan. Perubahan bahan dianalisis dan masa pemprosesan dicatat.

#### HASIL DAN PERBINCANGAN

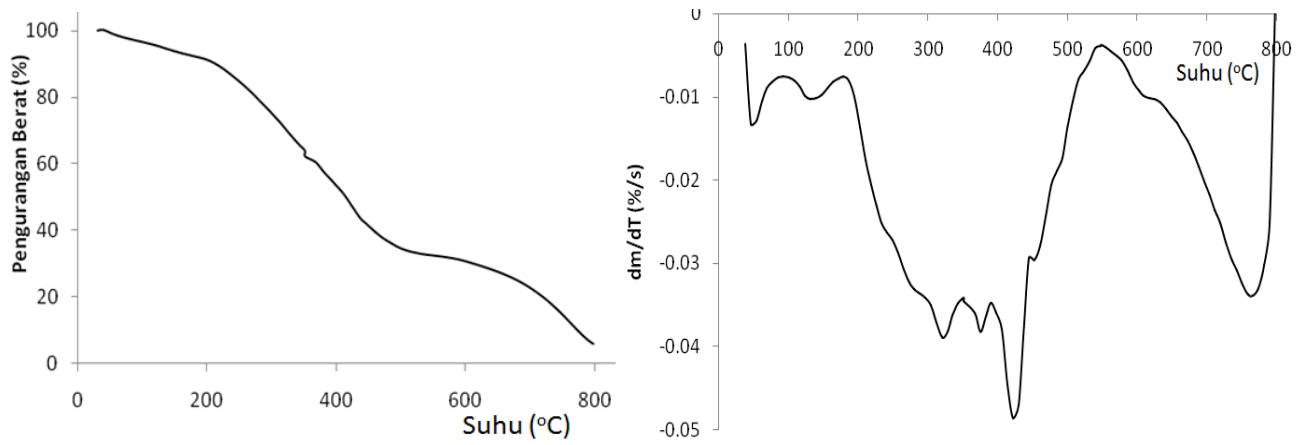
Rajah 1 menunjukkan spektrum FTIR bagi polimer super penyerap (SAP). Analisis telah dijalankan bagi mengkaji kehadiran kumpulan berfungsi yang wujud di dalam sampel yang telah dihasilkan iaitu gel polimer super penyerap. Spektrum dalam Rajah 1 di bawah menunjukkan puncak ciri pada  $1562\text{ cm}^{-1}$ ,  $1658\text{ cm}^{-1}$  dan  $3185\text{ cm}^{-1}$ , C = O dari kumpulan amida dan regangan N-H amida masing-masing. Serupa dengan hasil kajian yang telah dijalankan oleh Omidian 1998, puncak yang hampir sama iaitu  $1542\text{ cm}^{-1}$ ,  $1658\text{ cm}^{-1}$  dan  $3450\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan kehadiran kumpulan amida dalam gel polimer super penyerap yang mempunyai ciri darjah penyerapan dan tahap ketahanan air yang tinggi.



Rajah 1 Spektrum FTIR polimer super penyerap

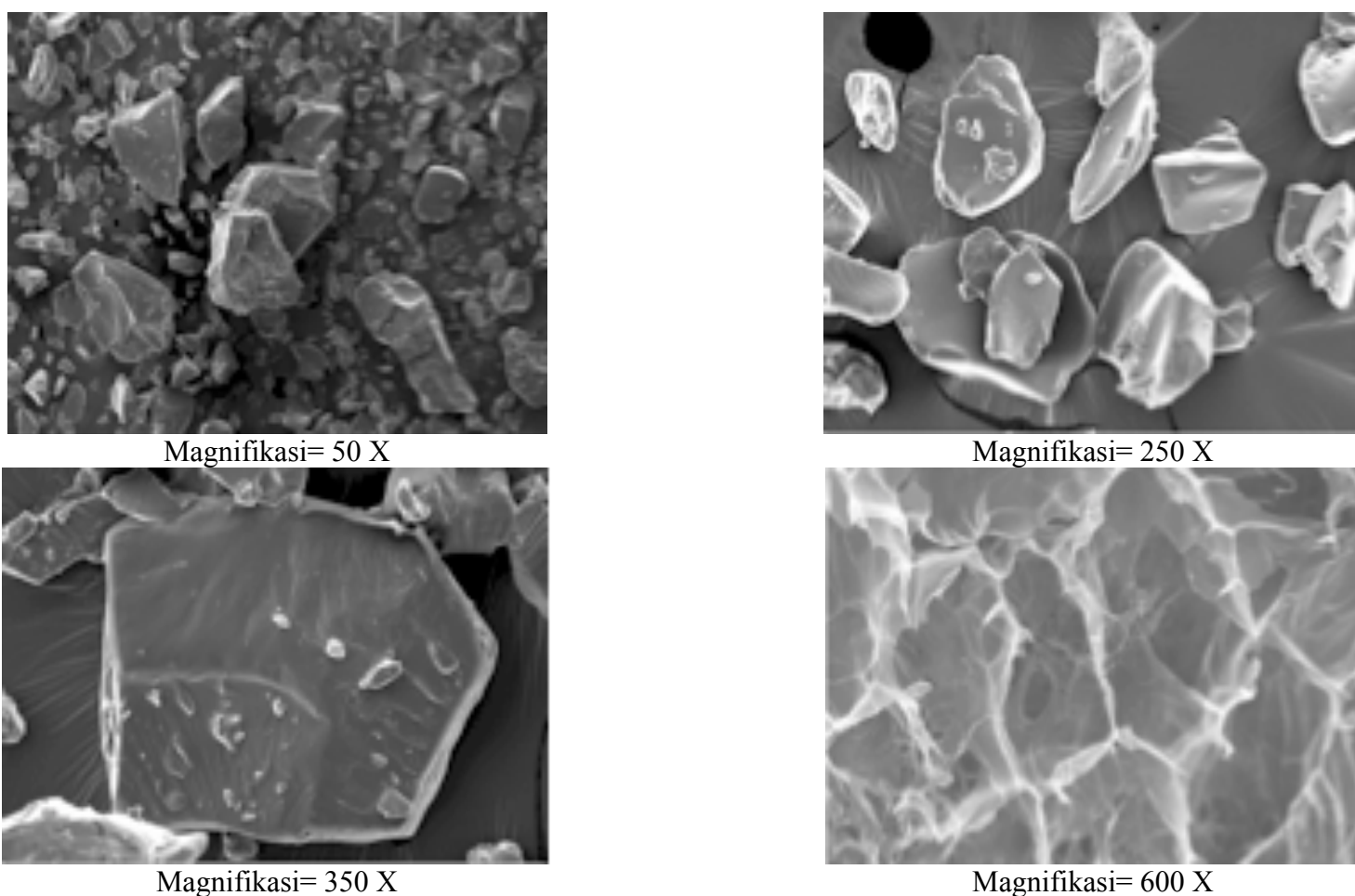
Rajah 2 menunjukkan termogram TGA bagi polimer super penyerap yang dikaji. Berdasarkan termogram tersebut didapati bahawa pada suhu 0 -  $100^{\circ}C$  berlakunya pengurangan berat sampel. Ini disebabkan oleh proses pengewapan air daripada sampel. Seterusnya pengurangan berat berlaku pada suhu  $200-400^{\circ}C$  yang disebabkan oleh penguraian rantai polimer. Yin et al. (2015) melaporkan bahawa semakin tinggi suhu ( $T > 450^{\circ}C$ ) boleh menyebabkan penguraian bahan-bahan lain yang lebih tinggi kestabilan habanya.

Analisis DTG pula menunjukkan suhu maksimum penguraian gel polimer yang telah dicapai iaitu  $421^{\circ}C$ . Ini adalah disebabkan oleh rangkaian gel polimer yang susah untuk diuraikan kerana sampel adalah polimer tertaut silang yang mempunyai tahap kestabilan terma yang tinggi. Pada awalnya, hanya wap air yang tersejat dan rantai polimer tidak terkesan dengan suhu. Namun pada suhu  $50^{\circ}C$ , terdapat degradasi yang berlaku. Itu adalah kerana bahan penambah mengalami degradasi kerana sudah mencapai titik degradasinya. Gel polimer mengalami degradasi hampir sepenuhnya pada suhu  $800^{\circ}C$ .



**Rajah 2** Termogram TGA (kiri ) dan DTG (kanan) polimer super penyerap

Salah satu ciri yang paling penting yang perlu dipertimbangkan apabila melakukan kajian mengenai gel polimer adalah morfologi mikrostruktur polimer tersebut. Rajah 3 menunjukkan mikrograf Mikroskop Imbasan Elektron (SEM) gel polimer super penyerap. Mikrograf dalam Rajah 3 mengesahkan bahawa polimer yang disintesis mempunyai struktur berliang, dengan saiz liang dalam lingkungan 1 - 2 mikron. Diameter yang agak ideal bagi gel polimer adalah dalam purata 1 - 5 mikron. Oleh itu sampel kopolimer ini diklasifikasikan sebagai gel berliang mikro. Liang ini adalah kawasan penyerapan air dan tapak interaksi antara rangsangan luar dan kumpulan gel hidrofilik. Liang ini dihasilkan daripada pembentukan gas NH<sub>3</sub> dan penyejatan air semasa sintesis gel polimer super penyerap ini.



**Rajah 3** Mikrograf SEM bagi gel polimer super penyerap

Dalam pengekstrakan minyak kelapa dara dengan menggunakan gel polimer super penyerap, satu ujian telah dijalankan iaitu ujian perolehan minyak dengan kehadiran polimer super penyerap dan tanpa gel polimer super penyerap. Dalam ujian ini, dua bikar yang mempunyai isipadu santan yang sama iaitu 100 mL telah diletakkan di dalam makmal kimia dan ditandakan dengan A dan B. Bikar A telah diletakkan 5 g polimer super penyerap manakala bikar B tidak diletakkan gel polimer tersebut. Jadual 1 menunjukkan jumlah perolehan minyak yang berjaya dikumpul dengan tetapan masa yang sama.

**Jadual 1** Perolehan minyak kelapa dara

Bikar	Polimer Super Penyerap (g)	Perolehan Minyak (mL)
A	5	33
B	0	9

Ini menunjukkan gel polimer super penyerap meningkatkan jumlah perolehan minyak pada akhir proses pengekstrakan. Poli(natrium akrilat-*ko*-akrilamida) merupakan polimer yang sangat hidrofilik. Oleh itu pemisahan minyak dan air mudah untuk terjadi dan akhirnya memberikan jumlah perolehan minyak yang banyak dalam tempoh masa yang tertentu.

**KESIMPULAN**

Sebagai kesimpulan, dalam kajian ini, pengekstrakan minyak kelapa dara (VCO) melalui fermentasi semula jadi dengan menggunakan gel polimer super penyerap (SAP) telah berjaya dilakukan. Kaedah penyinaran gelombang mikro pada 800W telah digunakan untuk menghasilkan gel polimer super penyerap poliakrilamida. Gel polimer dianalisis dengan menggunakan FTIR, TGA, dan pemeriksaan morfologi permukaan melalui SEM. Analisis FTIR telah membuktikan kehadiran kumpulan berfungsi amida dengan menunjukkan regangan, getaran dan puncak serapan C=O dan N-H pada 1562 cm<sup>-1</sup>, 1658 cm<sup>-1</sup> dan 3185 cm<sup>-1</sup>. Selain itu, dalam analisis TGA membuktikan bahawa gel polimer mempunyai tahap kestabilan haba yang tinggi sehingga mencapai 421°C. Analisis Mikroskop Imbasan Elektron (SEM) pula telah membuktikan kehadiran liang dan rongga gel polimer sekitar 1 - 2 mikron. Ini merupakan diameter yang agak ideal bagi gel polimer untuk mencapai darjah pembengkakan dan tahap penyimpanan air yang maksimum.

Pengekstrakan minyak kelapa dara (VCO) melalui fermentasi semulajadi menunjukkan bahawa gel polimer

memainkan peranan yang penting, di mana penggunaan gel polimer super penyerap telah mempercepat pemisahan minyak dan air di dalam santan serta menambah kuantiti perolehan minyak.

#### PENGHARGAAN

Setinggi penghargaan buat sahabat sepenyelia, Mohd Nor Azraa bin Nordin dan Syaqirah Yasmin bt. Hazlin atas segala pendapat dan pertolongan. Juga buat kesemua sahabat teknologi kimia 2014/2017 yang secara langsung membantu sepanjang kajian. Kakitangan makmal, Encik Adnan Mohamad yang memberikan kerjasama.

#### RUJUKAN

1. Marina, A. M., Che Man, Y. B. & Amin, I. 2009. Virgin coconut oil: emerging functional food oil. *Trends in Food Science and Technology*. 20(10) :481–487. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2009.06.003>
2. Brian, S. & Marianita, S. 2004. *Virgin Coconut Oil - How It Has Changed People's Lives, and How It Can Change Yours!*. USA : Sophia Media.
3. Nik Norulaini, N. A., Setianto, W. B., Zaidul, I. S. M., Nawati, A. H., Azizi, C. Y. M. & Omar, A. K. M. 2009. Effects of Supercritical Carbon Dioxide Extraction Parameters on Virgin Coconut Oil Yield and Medium-Chain Triglyceride Content. *Food Chemistry* 116(1): 193-197.
4. Pourjavadi, A., Soleyman, R. & Bardajee, G.R. 2009. Novel Superabsorbent Hydrogel Based on Natural Hybrid Backbone: Optimized Synthesis and its Swelling Behavior. *Bulletin of the Korean Chemical Society* 30:2680-2686.
5. Shi, X.N., Wang, W.B. & Wang, A.Q. 2011. Effect of Surfactant on porosity and Swelling behaviors of guar gum-g-poly(sodium acrylate-co- styrene)/attapulgit superabsorbent hydrogels. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces* 88: 279-286.
6. Kabiri, K., Omidian, H. & Hashemi, S. A. 2003. Synthesis of fast-swelling superabsorbent hydrogels : effect of crosslinker type and concentration on porosity and absorption rate 39 :1341–1348.
7. Omidian, H., Hashemi, S. A., Sammes, P. G. & Meldrum, I. 1998. A model for the swelling of superabsorbent 39(26) :6697–6704.
8. Yin, L., Fei, L., Cui, F., Tang, C. & Yin, C. 2007. Superporous Hydrogels Containing Poly(acrylic acid-co-acrylamide)/O-carboxymethyl Chitosan Interpenetrating Polymer Network. *Biomaterials* 28: 1258-1266.
9. Pourjavadi, A., Soleyman, R., Ghasemzadeh, H. & Salimi, H. 2010. CMC/Celite Superabsorbent Composites: Effect of Reaction Variables on Saline- absorbency under Load. *Iranian Polymer Journal* 19: 571-579.
10. Pandey, M., Amin, M.C., Ahmad, N. & Abeer, M.M. 2013. Rapid Synthesis of Superabsorbent Smart- Swelling Bacterial Cellulose/Acrylamide-Based Hydrogels for Drug Delivery. *International Journal of Polymer Science*, Article ID 905471: 1-10.
11. Kalaleh, H., Tally, M. & Atassi, Y. 2013. Preparation of a Clay Based Superabsorbent Polymer Composite of Copolymer Poly (acrylate-co-acrylamide) with Bentonite via Microwave Radiation. *Research & Reviews in polymers* 4: 145- 150.
12. Pourjavadi, A. & Hosseinzadeh, H. 2010. Synthesis and Properties of Partially Hydrolyzed Acrylonitrile-co -Acrylamide Superabsorbent Hydrogel. *Bulletin of the Korean Chemical Society* 31: 3163-3172.