

## Pengumpulan Minyak Masak Terpakai dan Pengurusan Sisa Makanan Kafeteria

### Waste Cooking Oil Collection and Cafeteria Food Waste Management

Nurul Syazrina Abd Rahman, Siti Aisyah Zahidi, Shahrom Md Zain\* & Noor Ezlin Ahmad Basri

#### ABSTRAK

*Premis makanan adalah merujuk kepada kafeteria dan restoran yang merupakan salah satu penyumbang utama kepada pencemaran sungai. Pencemaran berlaku disebabkan oleh pelepasan air sisa bersama kandungan lemak, minyak dan gris dari sinki premis makanan ke dalam sistem perparitan dan saliran tanpa melalui sebarang proses pengasingan. Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk menentukan tahap pengurusan pengumpulan minyak masak terpakai di kafeteria melalui pemantauan dan kutipan data pengumpulan minyak masak terpakai daripada kafeteria; serta penentuan tahap pencemaran air sebagai indikator pencemaran daripada aktiviti di kafeteria berhampiran. Kaedah pengumpulan kuantiti berat minyak masak terpakai yang dihasilkan di 18 buah kafeteria direkodkan dan dianalisis, bagi mendapatkan jumlah dan purata berat minyak masak terpakai yang telah terkumpul. Keputusan menunjukkan terdapat peningkatan kuantiti pengumpulan minyak masak terpakai serta penyertaan aktif daripada enam buah kafeteria dengan jumlah pengumpulan sebanyak 1350 kg/tahun berjaya dikumpulkan. Ini menunjukkan potensi keberkesanan kepada pada sistem pengurusan pengumpulan minyak masak terpakai yang diperkenalkan. Keputusan kandungan minyak dan gris di keempat-keempat lokasi persampelan yang sederhana tinggi iaitu antara 8.8 mg/L hingga 25.5 mg/L merupakan indikator kepada pencemaran minyak dan gris yang berlaku daripada aktiviti memasak dan memerlukan penyelesaian kepada pemasangan perangkap minyak dan gris di setiap kafeteria.*

*Kata kunci: Minyak masak terpakai; lemak dan gris; kafeteria; perangkap minyak dan gris*

#### ABSTRACT

*Food premise refers to the cafeteria and restaurants which is a major contributor to water pollution. Contamination occurs due to the discharge of wastewater containing substances such as fats, oils and grease from the sink of the food premises into the drainage and irrigation system without passing through any separation process. The objectives of this study are to determine the level of waste cooking oil management in the cafeteria through the monitoring and data collection of waste cooking oil collection from the cafeterias; and to determine the level of water pollution as an indicator of pollution due to the cafeteria's activities. The methods of collecting the weight of waste cooking oil produced from 18 cafeterias was recorded and analysed to obtain the total amount and average of weight for waste cooking oil collected. The result shown that there was an increment of used cooking oil collection as well as the active participation of the six cafeterias with a total accumulation of 1350 kg/year was successfully collected. This indicates to certain degree the effectiveness of the proposed collection system for the used cooking oil. The results of oil and grease contents for four sampling location were moderately high between 8.8 mg/L and 25.5 mg/L and this is an indicator to oil and grease pollution problems due to cooking activities and require a solution of oil and grease traps installed at each cafeteria.*

*Keywords: Used cooking oil; fats and grease; cafeteria; oil and grease traps*

#### PENDAHULUAN

Pembuangan minyak masak terpakai ke dalam sistem perparitan ataupun pembedungan akan menyebabkan sistem saluran tersebut tersumbat dan jika sisa tersebut dibuang ke tapak pelupusan sampah pula akan menimbulkan masalah kepada alam sekitar terutamanya pencemaran air dan tanah (Kalam et al. 2011). Minyak masak terpakai dari sinki premis yang mengalir ke dalam sistem air kumbahan bakal menyebabkan masalah kepada loji rawatan air sisa, atau diintegrasikan ke dalam rantai makanan melalui pemakanan haiwan, sehingga menjadi penyebab potensi masalah kesihatan kepada manusia (Chen et al. 2009). Selain dari minyak masak terpakai dan gris, terdapat

pelbagai sisa tercemar yang lain yang menjadi komponen dalam sistem air kumbahan yang mengurangkan kualiti air tersebut. Antaranya ialah seperti nutrien, asid, endapan, sisa logam berat, toksik kimia dan patogen. Antara aktiviti-aktiviti menyumbang kepada pelepasan nutrien, asid dan toksik kimia ke dalam sistem air ialah industri pertanian dan domestik. Pelepasan minyak masak terpakai ke dalam perairan mengubah proses pengoksigenan dan memusnahkan kehidupan akuatik di laut disebabkan oleh lapisan minyak yang meliputi permukaan air dan menghalang oksigen larut (Kabir et al. 2014). Apabila hasil sampingan degradasi minyak dicampur dengan air, ia meningkatkan permintaan oksigen kimia (COD) dan mencemarkan air.

Aktiviti premis makanan merangkumi penyediaan makanan di sebuah restoran, sekolah, kantin (Ramos et al. 2013), premis makanan dan katering. Sisa makanan dan minyak masak terpakai bukan sahaja dihasilkan melalui aktiviti penyediaan makanan dan masakan malah dalam pembersihan pinggan dan mangkuk dari sisa makanan. Hampir kesemua operasi di premis makanan akan menghasilkan sisa kerana tidak semua bahan mentah digunakan sepenuhnya dalam masakan dan tidak semua hasilnya digunakan dengan sepenuhnya oleh pengguna. Sisa makanan berpunca dari bahan mentah yang tidak digunakan dalam masakan dan juga saki baki dari pelanggan yang tidak mampu menghabiskan makanan mereka. Air basuhan dari pembersihan dapur dan pinggan mangkuk menyumbang kepada peningkatan kandungan lemak dan gris yang tinggi dalam air basuhan dan seterusnya mengalir ke longkang berdekatan. Direkodkan sebanyak 15,000 tan iaitu 45% dari sisa pepejal dalam masa sehari adalah sisa makanan (Zainuddin 2015).

Kajian kepada sistem pengumpulan minyak masak terpakai, potensi penggunaan semula dan keperluan memerangkap sisa minyak daripada aktiviti kafeteria dan restoran mampu memberi penyelesaian kepada masalah pencemaran ini. Walau bagaimanapun cabaran utama dalam isu ini adalah sistem pengumpulan yang memerlukan kos logistik yang tinggi (Gon 2013). Pengumpulan dan kutipan minyak masak terpakai ini terpaksa dilakukan sepertimana sisa pepejal, walau bagaimanapun ianya lebih rumit untuk dikendalikan kerana sisa adalah dalam bentuk cecair. Sausa et al. (2012) telah mencadangkan penyelesaian dengan memperkenalkan sistem GREENBOX untuk pengurusan pengumpulan minyak masak terpakai dengan mengoptimalkan laluan perjalanan untuk kutipan dan memperkenalkan rangkaian sensor bagi mengatasi masalah kelewatan dan masa. Selain itu, keperluan utama dalam kajian berkaitan sisa adalah pencirian untuk membantu dalam kerja-kerja pengendalian, penyimpanan, pengangkutan dan potensi untuk digunakan semula dalam produk-produk tertentu. Dengan adanya sistem pengumpulan minyak masak

terpakai dan pemasangan perangkap minyak secara lestari, ianya mampu mengawal masalah pencemaran daripada aktiviti memasak dan penyediaan makanan daripada kafeteria dan restoran.

## METODOLOGI

Pada peringkat permulaan, sistem pengumpulan minyak masak terpakai daripada kafeteria dan kiosk makanan di sekitar kampus UKM Bangi diperkenalkan. Sistem ini melibatkan penyediaan tong penyimpanan minyak masak terpakai berukuran diameter 40 cm dan tinggi 60 cm dengan kuantiti berat maksimum minyak yang boleh diisi adalah 60 kg di 18 buah kafeteria di dalam kampus UKM Bangi. Pemantauan dan pengumpulan data kutipan berat minyak masak terpakai telah diambil dalam tempoh setahun dan didapati enam buah daripada 18 buah kafeteria telah aktif di dalam pengumpulan sisa ini. Lokasi bagi enam buah kafeteria iaitu K1, K2, K3 dan K4 adalah di kafeteria kolej kediaman manakala K5 dan K6 adalah di kafeteria berdekatan Alur Ilmu. Aliran air keluar daripada sinki kafeteria K5 dan K6 juga merupakan tempat pengambilan sampel air bagi tujuan analisis makmal iaitu di lokasi A dan C. Sistem kutipan minyak yang terkumpul dilaksanakan oleh pihak kontraktor yang telah dilantik. Data kutipan dan permasalahan yang dikenalpasti mampu menyediakan sistem kutipan yang lebih lestari dengan kos yang paling minimum.

Selain itu analisis makmal melibatkan lima parameter utama kualiti air iaitu minyak dan gris, nitrogen ammonia, Permintaan Oksigen Biokimia ( $BOD_5$ ), Permintaan Oksigen Kimia (COD) dan jumlah pepejal terampai (TSS) dijalankan terhadap kualiti air anak sungai Alur Ilmu. Persampelan air bagi ujikaji ini diambil di 4 lokasi iaitu lokasi A, B, C, dan D yang telah dikenalpasti sebagai tempat pelepasan air basuhan daripada kafeteria sepanjang Alur Ilmu. Rajah 1, Rajah 2, Rajah 3 dan Rajah 4 menunjukkan lokasi-lokasi pengambilan sampel tersebut.



RAJAH 1. Lokasi pelepasan air daripada kafeteria, lokasi persampelan A





RAJAH 2. Lokasi pelepasan air daripada kafeteria, lokasi persampelan B



RAJAH 3. Lokasi pelepasan air daripada kafeteria, lokasi persampelan C



RAJAH 4. Lokasi pelepasan air daripada kafeteria, lokasi persampelan D

## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Sistem pengumpulan minyak masak terpakai diperkenalkan di UKM bermula dengan taklimat kesedaran kepada semua pengusaha kafeteria tentang kepentingan penjagaan alam sekitar serta jumlah minyak masak terpakai yang dibuang selama ini ke longkang dan pembetung. Satu pertandingan kafeteria lestari dengan mengambil kira aspek kebersihan dan penjagaan alam sekitar termasuklah pengasingan sisa dan pengumpulan minyak masak terpakai telah diadakan pada bulan Mei 2015. Ini adalah antara usaha-usaha yang dibuat di peringkat permulaan untuk memberi galakan kepada pengusaha kafeteria UKM dalam aspek penjagaan kebersihan dan keprihatinan mereka kepada penjagaan alam sekitar.

Jadual 1 menunjukkan jumlah kutipan (kg) minyak masak terpakai bagi tahun 2015 bermula pada bulan Januari sehingga Disember. Penglibatan kafeteria pada peringkat awal iaitu pada bulan Januari hingga Jun menunjukkan hanya tiga kafeteria sahaja yang memberikan kerjasama. Seterusnya meningkat kepada lima kafeteria pada bulan Julai dan Ogos. Peningkatan secara aktif keenam-enam kafeteria ditunjukkan

pada bulan September hingga Disember. Keputusan ini menunjukkan potensi keberkesanan kepada sistem pengumpulan minyak masak terpakai yang diperkenalkan di samping galakan dalam bentuk pertandingan dan insentif kepada pengusaha kafeteria UKM. Kafeteria K1 dan K4 adalah antara kafeteria yang aktif dan mempunyai kutipan minyak masak terpakai setiap bulan. Kedua-dua kafeteria ini mencatatkan purata pengumpulan minyak masak terpakai masing-masing K1 sebanyak 21.9 kg/bulan dan K4 sebanyak 15.4 kg/bulan. Walau bagaimanapun, kafeteria K3 telah mencatatkan jumlah pengumpulan tertinggi untuk tahun 2015 iaitu sebanyak 353.4 kg dengan purata bulanan sebanyak 29.4 kg. Kafeteria K3 merupakan sebuah kafeteria yang aktif beroperasi dan membuka beberapa kiosk makanan bergoreng disekitarnya. Jumlah kutipan minyak masak terpakai tertinggi yang dicatatkan adalah pada bulan Oktober iaitu sebanyak 271.4 kg dengan purata setiap kafeteria adalah 45.2 kg/bulan. Jumlah kutipan keseluruhan enam kafeteria pada tahun 2015 adalah sebanyak 1350 kg. Purata pengumpulan minyak masak terpakai bagi 6 buah kafeteria adalah antara 0.4 kg hingga 45.2 kg sebulan.

JADUAL 1. Jumlah pengumpulan minyak masak terpakai mengikut bulan

Kafeteria	Bulan												Jumlah Pengumpulan (kg)
	Jan -15	Feb -15	Mac -15	Apr -15	Mei -15	Jun -15	Jul -15	Ogos -15	Sep -15	Okt -15	Nov -15	Dis -15	
	Berat Minyak Masak Terpakai (kg)												
K1	59.0	0.0	0.0	60.0	40.2	0.0	5.0	9.5	15.5	24.7	23.5	25.0	262.4
K2	0.0	0.0	0.0	0.0	38.6	0.0	0.0	0.0	16.4	24.0	19.0	17.6	115.6
K3	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.8	81.2	64.0	57.0	38.0	69.4	353.4
K4	43.0	4.0	30.7	11.1	12.2	2.5	4.0	15.5	17.4	19.2	12.9	12.8	185.3
K5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.7	51.3	52.8	67.1	15.6	15.7	228.2
K6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	18.2	18.3	79.4	40.0	40.4	205.4
Jumlah (kg)	122.0	4.0	30.7	71.1	91.0	2.5	67.6	175.7	184.4	271.4	149.0	180.9	1350.3
Purata (kg/bulan)	20.3	0.7	5.1	11.9	15.2	0.4	11.3	29.3	30.7	45.2	24.8	30.1	

Minyak masak terpakai yang dikumpulkan ini dihantar ke Uni10 Energy Sdn Bhd untuk penghasilan biodiesel. Selain daripada biodiesel, minyak masak terpakai boleh digunakan semula untuk penghasilan lain-lain bahan yang berguna. Menurut Ramos et al. (2013) minyak masak terpakai bukan sahaja boleh digunakan dalam penghasilan biodiesel tetapi juga dalam industri kimia untuk menghasilkan sabun mandi, bahan pencuci, bahan pelincir dan gris yang diperbuat daripada gliserin yang merupakan hasil sampingan dari proses tersebut. Biodiesel boleh membantu dalam mengurangkan gas karbon dikeluarkan oleh kenderaan (Diya'Uddeen et al. 2012; Kulkarni & Dalai 2006) di samping mengurangkan pelepasan sulfur yang mengakibatkan hujan asid (Yaakob et al. 2013). Parameter kualiti minyak masak terpakai perlulah dianalisis mengikut spesifikasi berdasarkan piawai yang dirujuk untuk menentukan kesesuaian minyak masak terpakai tersebut untuk di proses menghasilkan bahan api biodiesel.

Penggunaan minyak masak terpakai dalam penghasilan bahan api biodiesel bukan sahaja mampu mengurangkan pelepasan minyak masak terpakai ke dalam sistem air malah dijadikan sebagai alternatif lain kepada bahan api diesel untuk meningkatkan ekonomi negara (Singhabhandhu & Tezuka 2010; Zhang et al. 2014). Penghasilan biodiesel daripada minyak masak terpakai adalah satu langkah yang efisien untuk melupuskan sisa di samping menjaga alam sekitar daripada pencemaran (Kulkarni & Dalai 2006; Ramos et al. 2013).

Terdapat pelbagai faktor yang mempengaruhi penurunan dan peningkatan jumlah pengumpulan minyak masak terpakai di kafeteria UKM. Antaranya adalah melibatkan penutupan kafeteria kolej kediaman semasa cuti semester. Merujuk kepada Jadual 1, pengumpulan minyak masak terpakai pada bulan Jun adalah terendah kerana kafeteria tidak menjalankan operasi pada musim cuti semester. Pembelian minyak masak

terpakai oleh pihak yang tidak berdaftar dengan UKM turut mempengaruhi data pengumpulan minyak masak terpakai.

Penentuan kualiti air terhadap lima parameter utama turut dijalankan bagi menentukan keberkesanan kepada sistem pengumpulan minyak masak terpakai yang diperkenalkan. Jadual 2 menunjukkan keputusan purata tiga bacaan bagi parameter minyak dan gris, nitrogen ammonia, BOD<sub>5</sub>, COD dan TSS di empat lokasi persampelan Alur Ilmu.

Lokasi B mencatatkan nilai tertinggi minyak dan gris iaitu 25.5 mg/L diikuti D, A dan C. Sampel dari Lokasi B adalah berhampiran dengan kafeteria besar yang dapat

menampung bilangan pelanggan yang ramai pada sesuatu masa. Peningkatan bilangan pelanggan akan menyebabkan meningkatnya permintaan terhadap makanan seterusnya meningkatkan penghasilan sisa minyak dan gris terutama pada waktu kemuncak. Keperluan kepada pemasangan perangkap minyak dan gris di lokasi-lokasi tertentu kafeteria ini mampu mengatasi masalah pencemaran minyak dan gris selain daripada pengumpulan minyak masak terpakai. Ini disebabkan aktiviti membasuh sisa-sisa makanan berlemak yang perlu diambil perhatian.

JADUAL 2. Purata bacaan kualiti air di empat lokasi alur ilmu

Parameter	Minyak dan Gris	Ammonia Nitrogen	Permintaan Oksigen Biokimia (BOD <sub>5</sub> )	Permintaan Oksigen Kimia (COD)	Jumlah Pepejal Terampai (TSS)
Lokasi	Bacaan (mg/l)				
A	12.0	0.3	4.8	9.0	41.4
B	25.5	0.2	80.0	218.0	15.7
C	8.8	0.1	72.0	300.0	14.0
D	14.5	0.0	7.2	8.0	6.6

Daripada keputusan analisis BOD<sub>5</sub> telah menunjukkan bacaan yang tinggi di lokasi B dan C dengan masing-masing mencatatkan kepekatan 80 mg/L dan 72 mg/L. Bacaan BOD<sub>5</sub> di dua lokasi ini menunjukkan pencemaran yang kritikal. Di dalam air yang tercemar, bakteria akan bertindak lebih aktif dan memerlukan oksigen yang banyak untuk mereputkan bahan cemar yang terdapat di dalam air. Bahan-bahan tercemar ini adalah berpunca daripada pengaliran air sisa daripada sinki kafeteria tanpa melalui sebarang pengasingan dan rawatan. Keputusan COD turut mencatatkan nilai bacaan yang tinggi di kedua-dua lokasi B dan C iaitu masing-masing 218 mg/L dan 300 mg/L. Peningkatan bacaan ini adalah berpunca daripada kandungan bahan organik yang tinggi di dalam air. Jika dirujuk kepada pengelasan air dengan mengambilkira kepada parameter BOD<sub>5</sub> dan COD (Jadual 3 dan Jadual 4) menunjukkan kualiti air di lokasi B dan C berada dalam kelas V iaitu sangat tercemar dan tidak boleh digunakan untuk mana-mana kegunaan termasuk saliran. Berbeza dengan lokasi persampelan A menunjukkan nilai

BOD<sub>5</sub> yang rendah iaitu 4 mg/L tetapi mencatatkan jumlah TSS yang tinggi iaitu 41.4 mg/L. Jika dibandingkan antara keempat-empat lokasi, lokasi A mempunyai perangkap minyak dan gris. Tetapi ianya tidak diselenggara dengan baik dan saiznya yang tidak dapat menampung jumlah aliran sisa yang banyak menyebabkan air sisa tersebut memasuki longkang dan terus mengalir ke Alur Ilmu. Nilai ammonia nitrogen bagi sampel keempat-empat lokasi menunjukkan nilai kepekatan yang rendah dan boleh dikelaskan antara kelas I dan IIB. Sebagai langkah pemuliharaan anak sungai Alur Ilmu daripada kesan pencemaran akibat pembuangan minyak masak terpakai dan sisa berlemak, satu alternatif pengasingan sisa minyak dan gris dalam sistem perpaipan perlu dijalankan. Secara umumnya pemasangan perangkap minyak dan gris merupakan salah satu kaedah yang paling praktikal dalam menangani masalah pencemaran kepada sistem perairan (Garis Panduan Pemasangan Perangkap Minyak 2014).

JADUAL 3. Jadual piawaian kualiti air negara bagi Malaysia

Parameter	Unit	Kelas						Sumber
		I	IIA	IIB	III	IV	V	
Minyak dan Gris	mg/L	NL	7; N	7; N	N	-	-	Interim National Water Quality Standards
Ammonia Nitrogen	mg/L	0.1	0.3	0.3	0.9	2.7	>2.7	Environmental Quality Report 2006
Permintaan Oksigen Biokimia (BOD <sub>5</sub> )	mg/L	1	3	3	6	12	>12	
Permintaan Oksigen Kimia (COD)	mg/L	10	25	25	50	100	>100	
Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	mg/L	25	50	50	150	300	300	

NL = Tahap semula jadi

N = Bebas daripada larutan berkilauan, perubahan warna dan mendapan.



JADUAL 4. Pengelasan air dan kegunaan

Pengkelasan	Kegunaan
Kelas I	Pemuliharaan alam semula jadi Bekalan Air I - Hampir ada rawatan yang diperlukan Perikanan I - Spesies akuatik yang sangat sensitif
Kelas IIA	Bekalan Air II - Rawatan konvensional Perikanan II - Spesies akuatik sensitif
Kelas IIB	Rekreasi
Kelas III	Bekalan Air III - Rawatan meluas diperlukan Perikanan III - Umum, nilai ekonomi dan spesies toleran, minuman ternakan
Kelas IV	Saliran
Kelas V	Tiada di atas

Sumber: Environmental Quality Report 2006

#### KESIMPULAN

Keputusan awal menunjukkan terdapat peningkatan kuantiti pengumpulan minyak masak terpakai dan penyertaan aktif daripada enam buah kafeteria UKM dengan jumlah pengumpulan sebanyak 1350 kg/tahun berjaya dikumpulkan. Ini menunjukkan potensi keberkesanan kepada sistem pengumpulan minyak masak terpakai yang diperkenalkan. Keputusan kandungan minyak dan gris di keempat-keempat lokasi persampelan air menunjukkan nilai yang sederhana tinggi iaitu antara 8.8 mg/L hingga 25.5 mg/L serta kepekatan BOD<sub>5</sub> dan COD yang tinggi memberikan rumusan kepada keperluan pemasangan perangkap minyak dan gris di setiap kafeteria bagi mengatasi masalah pencemaran minyak dan gris daripada air sisa aktiviti membasuh daripada kafeteria. Pengasingan sisa makanan juga perlu dilakukan di kafeteria bagi mengurangkan masalah pencemaran air.

#### PENGHARGAAN

Penulis merakamkan penghargaan kepada pihak UKM yang telah memperuntukan geran AP-2014-019 dan geran AP-2015-011 untuk menjalankan penyelidikan ini.

#### RUJUKAN

- Chen, Y., Xiao, B., Chang, J., Fu, Y., Lv, P. & Wang, X. 2009. Synthesis of biodiesel from waste cooking oil using immobilized lipase in fixed bed reactor. *Energy Conversion and Management* 50(3): 668-673.
- Diya'Uddein, B. H., Abdul Aziz, a. R., Daud, W. M. a W. & Chakrabarti, M. H. 2012. Performance evaluation of biodiesel from used domestic waste oils: A review. *Process Safety and Environmental Protection* 90(3): 164-179.
- Gon, R. 2013. Management Framework for Used Coking Oil Collection 38: 202-208.
- Garis Panduan Pemasangan Perangkap, Jabatan Kerajaan Tempatan Kementerian Kesejahteraan Bandar, Perumahan Dan Kerajaan Tempatan. 2014.
- Kabir, I., Yacob, M. & Radam, A. 2014. Households' Awareness, Attitudes and Practices Regarding Waste Cooking Oil Recycling in Petaling, Malaysia. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 8(10): 45-51.
- Kalam, M. a., Masjuki, H. H., Jayed, M. H. & Liaquat, a. M. 2011. Emission and performance characteristics of an indirect ignition diesel engine fuelled with waste cooking oil. *Energy* 36(1): 397-402.
- Kulkarni, M. G. & Dalai, A. K. 2006. Waste cooking oil – an economic source for biodiesel: a review. *Industrial and Engineering Chemistry Research* 45: 2901-2913.
- Ramos, T. R. P., Gomes, M. I. & Barbosa-Póvoa, A. P. 2013. Planning waste cooking oil collection systems. *Waste Management* 33(8): 1691-1703.
- Sousa, S. 2013. Management framework for used cooking oil collection. *Interciencia Journal* 38(3): 202-208.
- Singhabhandhu, A. & Tezuka, T. 2010. The waste-to-energy framework for integrated multi-waste utilization: Waste cooking oil, waste lubricating oil, and waste plastics. *Energy* 35(6): 2544-2551.
- Yaakob, Z., Mohammad, M., Alherbawi, M., Alam, Z. & Sopian, K. 2013. Overview of the production of biodiesel from Waste cooking oil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 184-193.
- Zainuddin Abdul Samad. 2015. Rakyat Malaysia diseru elak pembaziran. *Value Food No Waste. SWCorp News Bil 4*. 14.
- Zhang, H., Aytun Ozturk, U., Wang, Q. & Zhao, Z. 2014. Biodiesel produced by waste cooking oil: Review of recycling modes in China, the US and Japan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 38: 677-685.

Nurul Syazrina Abd Rahman  
Siti Aisyah Zahidi  
Shahrom Md Zain\*  
Noor Ezlin Ahmad Basri  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM Bangi, Selangor  
Malaysia

\*Corresponding author E-mail: smz@ukm.edu.my