

PROSIDING **SEMINAR** **KEBANGSAAN** **SAINS, TEKNOLOGI & SAINS SOSIAL**

27 ~ 28 MEI 2002

HOTEL VISTANA, KUANTAN, PAHANG

Anjuran :



Universiti Teknologi MARA
Cawangan Pahang

Dengan Kerjasama



Kerajaan
Negeri Pahang Darul Makmur

JILID 1



KAJIAN KESAN ADITIF TERHADAP PENGOKSIDAAN MINYAK SAYURAN

W. B. WAN NIK¹, K. H. KU BULAT², W. A. MUHAMMAD ZUKI²,
M.Z. IBRAHIM¹, M.F. AHMAD¹, A. ALI¹

¹ Jabatan Sains Kejuruteraan, Fakulti Sains dan Teknologi, Kolej Universiti Sains & Teknologi Malaysia, Mengabang Telipot, 21030 Kuala Terengganu, Malaysia.

² Jabatan Kimia, Fakulti Sains dan Teknologi, Kolej Universiti Sains & Teknologi Malaysia, Mengabang Telipot, 21030 Kuala Terengganu, Malaysia.

ABSTRAK

Progres dalam penyelidikan dan pembangunan minyak sayuran sebagai bendalir industri adalah menggalakkan. Hasil dari penyelidikan yang berterusan di Eropah dan Amerika Syarikat, beberapa minyak industri yang berasaskan sayuran telah dihasilkan. Walau bagaimanapun, minyak ini adalah hasil dari tanaman negara tersebut. Dalam menyahut cabaran ini, Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia sebagai sebuah institut pengajian tinggi awam yang mengkhususkan kepada pengurusan, sains dan teknologi alam sekitar telah memulakan kajian penggunaan minyak sayuran sebagai bahan mesra alam dalam sistem hidraulik. Oleh kerana minyak sayuran didapati kurang stabil dari segi sifat termalnya, kajian dimulakan dengan memperbaiki sifat terma minyak. Kajian telah dijalankan untuk mengkaji kesan empat jenis aditif yang telah dikomersilkan terhadap pengoksidaan minyak kelapa (Cocos Nucifera) berbanding dengan minyak rapeseed (Brassica) yang telah diformulasikan. Sampel-sampel minyak telah dipanaskan pada suhu 95°C selama 500 jam dan kemudiannya telah dianalisis dengan menggunakan kaedah spektroskopi inframerah, kaedah analisis termogravimetri dan ujian keasidan. Kuprum yang pada awalnya dijangka berfungsi sebagai mangkin akhirnya telah menunjukkan kesan sebagai bahan yang bersifat anti oksida kepada minyak kelapa. Aditif IRGANOX L107 adalah aditif yang telah didapati memberi kesan yang terbaik dalam mengurangkan kadar pengoksidaan yang berlaku terhadap minyak kelapa.

Kata kunci: kelapa, minyak, aditif, pengoksidaan

PENGENALAN

Malaysia adalah penghasil dan pengeluar utama minyak kelapa sawit. Jumlah eksport minyak sawit telah meningkat ke RM 21.3 billion pada tahun 1998. Kebanyakan eksport ini terdiri dari minyak masak mentah dan bahan yang berasaskan makanan. Selain itu, Malaysia juga berpotensi sebagai pengeluar dalam pengeluaran minyak kelapa.

Untuk meningkatkan lagi pendapatan negara dari hasil kedua-dua jenis minyak yang berpotensi ini, penggunaan minyak-minyak ini perlu dipelbagaikan. Ini selaras dengan penggunaan minyak sayuran dunia dalam pelbagai kegunaan. Dalam menjejaki dan mencapai status negara maju 2020, pengetahuan dan teknologi pengubahsuaian minyak sawit dan minyak kelapa ke arah menjadi bahan industri perlu dijana dan pengujian ke atas kedua-dua sumber ini perlu dipergiatkan.

Progres dalam penyelidikan dan pembangunan minyak sayuran sebagai bendalir industri adalah menggalakkan. Ini adalah disebabkan oleh bekalan minyak asas petroleum yang terhad dan kesedaran masyarakat kini yang peka kepada pencemaran alam sekitar. Minyak sayuran adalah mesra alam sedangkan minyak petroleum tidak biodegradasi. Secara amnya minyak sayuran mempunyai kadar biodegrasi sehingga 98% sedangkan minyak petroleum kurang dari 5% (Adams, 1999).

Justeru, dalam menyahut seruan ini, pensyarah-pensyarah Fakulti Sains dan Teknologi, Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia (KUSTEM) telah menjalankan kajian penggunaan minyak ini dalam aplikasi industri. Kepakaran kakitangan Jabatan Sains Kejuruteraan dalam mereka bentuk prototaip mesin pengujian telah digabungkan dengan kepakaran kakitangan Jabatan Kimia dalam penyelidikan tindak balas kimia.

Penyelidikan dalam menghasilkan minyak yang mesra alam untuk kegunaan industri melibatkan formulasi minyak dan mereka bentuk dan fabrikasi sistem pengujian. Untuk bahagian meningkatkan mutu minyak beberapa kaedah telah dikenalpasti. Di antaranya ialah:

- a) Fasa I - Penggunaan additive yang sesuai untuk menstabilkan pengoksidaan minyak.
- b) Fasa II - Modifikasi minyak melalui proses esterifikasi, eposidasi dan hidrogenasi.
- c) Fasa III - Penggunaan teknologi kejuruteraan kimia dalam peringkat pemrosesan minyak.
- d) Fasa IV - Penggunaan bioteknologi untuk meningkatkan baka tumbuhan yang dapat menghasilkan minyak yang stabil dari segi termanya.

Penyelidikan di KUSTEM pada tahun 2001-2002 telah dimulai dengan fasa I dan fasa II akan dimulai pada tahun 2002-2003. Dalam fasa I beberapa jenis minyak sayuran yang terdapat di Malaysia telah diuji sifat ketahanan termanya. Beberapa jenis aditif juga telah digunakan untuk meningkatkan kestabilannya.

Kertas kerja ini mempersembahkan sebahagian dari keputusan yang diperolehi. Penyelidikan minyak kelapa dibincangkan bermula dari segi method pemanasan dan keputusan berasaskan penilaian spectra inframerah, termogravimetri dan ujian keasidan.

BAHAN DAN KAEDAH

Sampel minyak adalah seperti yang disenaraikan dalam Jadual 1. 120 ml bagi setiap sampel minyak dimasukkan ke dalam kelalang Erlenmayer yang berasingan. Bagi sampel yang mengandungi kuprum (rujuk Jadual 1), kelalang Erlenmayer yang berisi sampel tersebut telah ditambah dengan kepingan kuprum seberat 2g. Ujian pengoksidaan yang telah dilakukan ialah pemanasan terhadap 12 jenis sampel minyak selama 500 jam di dalam oven pada satu suhu yang tetap iaitu 95°C. Setiap sampel yang telah di panaskan ini diambil sebanyak 12 ml pada setiap selang pemanasan selama 0 jam, 50 jam, 100 jam, 300 jam dan 500 jam. Hasil daripada ujian pengoksidaan, sebanyak 60 sampel telah diperolehi dan sampel-sampel ini telah dianalisis untuk melihat sifat-sifat aditif, kesan serta peranannya terhadap pengoksidaan minyak kelapa berbanding minyak rapeseed yang telah diformulasikan. Kaedah-kaedah analisis seperti kaedah spektroskopi inframerah, kaedah analisis termogravimetri dan ujian keasidan telah digunakan dalam menganalisis kesemua 60 sampel yang diperolehi daripada ujian pengoksidaan.

Jadual 1. Jenis-Jenis Sampel yang Digunakan dan Nama Ringkasannya.

Sampel	Ringkasan
Minyak Rapeseed	R
Minyak Rapeseed + Kuprum	R+C
Minyak Kelapa	C
Minyak Kelapa + Kuprum	C+C
Minyak Kelapa + Aditif A	CA
Minyak Kelapa + Aditif B	CB
Minyak Kelapa + Aditif C	CC
Minyak Kelapa + Aditif D	CD
Minyak Kelapa + Kuprum + Aditif A	CCA
Minyak Kelapa + Kuprum + Aditif B	CCB
Minyak Kelapa + Kuprum + Aditif C	CCC
Minyak Kelapa + Kuprum + Aditif D	CCD

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Keempat-empat jenis aditif iaitu aditif A (IRGANOX L 107), aditif B (IRGANOX L135), aditif C (IRGANOX L57) dan aditif D (LUBRIZOL™ 7652) telah menunjukkan kesan masing-masing ke atas sampel-sampel minyak yang diuji. Perubahan fizikal yang berlaku ke atas sampel-sampel selepas melalui ujian pengoksidaan dapat dilihat dengan jelas dari segi perubahan warnanya.

Analisis Spektroskopi Inframerah Analisis spektroskopi ini telah dimulakan dengan menganalisis kumpulan-kumpulan berfungsi pada sampel minyak asal (Nzai dan Proctor, 1998). Setiap kumpulan berfungsi ini diwakili oleh frekuensi yang berlainan seperti yang telah ditunjukkan dalam Jadual 2 – Jadual 5. Contoh spektrum inframerah ditunjukkan dalam Rajah 1.

Jadual 2. Nilai Frekuensi Getaran (cm^{-1}) Dan Penentuan Kumpulan Berfungsi Dari Spektrum Inframerah Bagi Sampel Minyak Rapeseed Asal Pada 0 Jam.

Frekuensi getaran (cm^{-1})	Mod Getaran
2925.83	Regangan CH pada alkana
2854.94	Regangan CH pada alkana
1746.62	Regangan C=O pada asid karboksilik
1464.93	$\text{CH}_2 + \text{CH}_3$ deformation
1377.71	Bengkokan simetri CH_3
1163.81	Regangan C — O sp^2

Jadual 3. Nilai Frekuensi Getaran (cm^{-1}) Dan Penentuan Kumpulan Berfungsi Dari Spektrum Inframerah Bagi Sampel Minyak Kelapa Asal Pada 0 Jam.

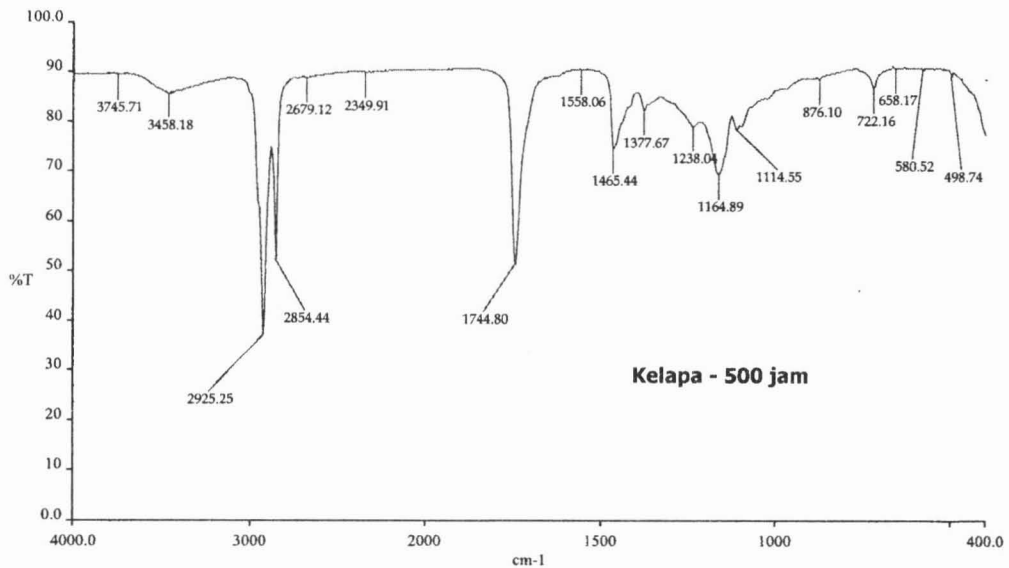
Frekuensi getaran (cm^{-1})	Mod Getaran
2924.89	Regangan CH pada alkana
2854.29	Regangan CH pada alkana
1746.65	Regangan C=O pada asid karboksilik
1457.85	$\text{CH}_2 + \text{CH}_3$ deformation
1376.32	Bengkokan simetri CH_3
1163.50	Regangan C — O sp^2
1019.30	Regangan C — O sp^3

Jadual 4. Nilai Frekuensi Getaran (cm^{-1}) Dan Penentuan Kumpulan Berfungsi Dari Spektrum Inframerah Bagi Sampel Minyak Rapeseed Asal Pada 500 Jam.

Frekuensi getaran (cm^{-1})	Mod Getaran
2925.92	Regangan CH pada alkana
2854.98	Regangan CH pada alkana
1746.36	Regangan C=O pada asid karboksilik
1463.97	$\text{CH}_2 + \text{CH}_3$ deformation
1377.79	Bengkokan simetri CH_3
1163.38	Regangan C — O sp^2

Jadual 5. Nilai Frekuensi Getaran (cm^{-1}) Dan Penentuan Kumpulan Berfungsi Dari Spektrum Inframerah Bagi Sampel Minyak Kelapa Asal Pada 500 Jam.

Frekuensi getaran (cm^{-1})	Mod Getaran
2925.25	Regangan CH pada alkena
2854.48	Regangan CH pada alkana
1744.78	Regangan C=O pada asid karboksilik
1464.97	$\text{CH}_2 + \text{CH}_3$ deformation
1377.66	Bengkokan simetri CH_3
1164.96	Regangan C—O sp^2



Rajah 1. Contoh Spektrum Inframerah bagi Minyak Kelapa selepas Pemanasan 500 jam

Kaedah analisis spektroskopi inframerah boleh digunakan untuk menganalisis secara kualitatif tentang struktur kimia bagi campuran organik. Analisis spektroskopi inframerah ke atas 12 jenis sampel untuk kajian ini dilakukan pada panjang gelombang 4000 cm^{-1} hingga 400 cm^{-1} menggunakan sel KBr. Kajian telah dilakukan pada puncak penyerapan di sekitar 1746 cm^{-1} , 1464 cm^{-1} , 1163 cm^{-1} , dan 1019 cm^{-1} .

Kesan pemanasan tanpa sebarang aditif dan kuprum, kesan kuprum tanpa aditif, kesan aditif sahaja dan kesan aditif dan kuprum dilihat daripada nisbah luas puncak $1163 \text{ cm}^{-1}/1746 \text{ cm}^{-1}$, $1163 \text{ cm}^{-1}/1464 \text{ cm}^{-1}$, $1019 \text{ cm}^{-1}/1746 \text{ cm}^{-1}$ dan $1019 \text{ cm}^{-1}/1464 \text{ cm}^{-1}$ untuk kesemua jenis sampel. Kesan pemanasan tanpa sebarang aditif mahupun kuprum pula dapat dilihat dari nisbah luas puncak $1163 \text{ cm}^{-1}/1746 \text{ cm}^{-1}$, $1163 \text{ cm}^{-1}/1464 \text{ cm}^{-1}$, $1019 \text{ cm}^{-1}/1746 \text{ cm}^{-1}$ dan $1019 \text{ cm}^{-1}/1464 \text{ cm}^{-1}$.

Secara keseluruhannya, analisis spektroskopi inframerah telah menunjukkan bahawa nisbah luas puncak $1163 \text{ cm}^{-1}/1746 \text{ cm}^{-1}$, $1163 \text{ cm}^{-1}/1464 \text{ cm}^{-1}$ adalah semakin menurun dengan peningkatan jam pemanasan. Ini menunjukkan bahawa bilangan C—O sp^2 adalah semakin berkurang. Begitu juga bagi nilai nisbah luas puncak bagi puncak $1019 \text{ cm}^{-1}/1746 \text{ cm}^{-1}$ dan puncak $1019 \text{ cm}^{-1}/1464 \text{ cm}^{-1}$.

Peratus perbezaan nisbah luas puncak $1163 \text{ cm}^{-1}/1746 \text{ cm}^{-1}$, $1163 \text{ cm}^{-1}/1464 \text{ cm}^{-1}$ juga telah dikira dan didapati peratus perbezaan nisbah luas puncak $1163 \text{ cm}^{-1}/1746 \text{ cm}^{-1}$ adalah rendah dan hampir sama dengan peratus perbezaan nisbah luas puncak $1163 \text{ cm}^{-1}/1464 \text{ cm}^{-1}$ secara keseluruhannya. Nilai yang terlalu rendah ini menunjukkan pemutusan ikatan akibat pengoksidaan tidak berlaku pada ikatan karbon sp^2 dan keputusan yang diperolehi ini adalah sama seperti andaian awal yang telah dibuat.

Manakala, peratus perbezaan nisbah luas puncak $1019\text{ cm}^{-1}/1746\text{ cm}^{-1}$ dan puncak $1019\text{ cm}^{-1}/1464\text{ cm}^{-1}$ pula menunjukkan nilai peratusan yang tinggi. Ini bereti pemutusan telah berlaku pada ikatan karbon sp^3 . Walaubagaimanapun, kehadiran aditif dan kuprum didapati telah memberi kesan masing-masing terhadap pengoksidaan yang berlaku dalam minyak kelapa.

Tanpa kehadiran kuprum dan aditif, didapati banyak pemutusan rantai C-O karbon sp^3 berlaku pada minyak kelapa. Namun, bagi minyak rapeseed, pemutusan C-O karbon sp^3 tidaklah sebanyak yang berlaku dalam minyak kelapa. Ini mungkin disebabkan minyak rapeseed ini adalah minyak yang telah diformulasikan. Kehadiran kuprum pula telah berjaya menunjukkan sifat anti oksidanya dalam meningkatkan kestabilan pengoksidaan pada minyak kelapa tetapi kuprum dalam minyak rapeseed dilihat sebagai mangkin dalam proses pengoksidaan.

Kesan aditif tanpa kuprum terhadap peratus perbezaan nisbah luas puncak $1019\text{ cm}^{-1}/1746\text{ cm}^{-1}$ dan puncak $1019\text{ cm}^{-1}/1464\text{ cm}^{-1}$ pula menunjukkan bahawa semua aditif A, dan B adalah lebih baik berbanding aditif D dan C dalam mengurangkan pengoksidaan yang berlaku dalam minyak kelapa. Ini semua adalah kerana nilai peratus perbezaan nisbah luas puncak yang diberikan adalah lebih rendah berbanding sampel minyak sahaja.

Sementara itu, untuk sampel-sampel minyak yang mengandungi aditif dan kuprum, didapati aditif C adalah lebih baik daripada aditif B, D dan A dalam membantu mengurangkan pemutusan pada ikatan C-O karbon sp^3 yang berlaku dalam minyak kelapa.

Analisis Termogravimetri Dalam penyelidikan ini, kaedah analisis Termogravimetri telah digunakan untuk melihat suhu penguraian sampel-sampel minyak. Sampel-sampel dianalisa dengan menggunakan alat analisis termogravimetri model TGA Perkin Elmer Pyris 6 dengan purata imbasan sebanyak $30.00^\circ\text{C}/\text{min}$ dari suhu 50.00°C sehingga 750.00°C . Setiap sampel telah mengambil masa selama 30 minit untuk dianalisa. Jadual 6 - Jadual 7 menunjukkan suhu penguraian bagi setiap sampel yang telah dianalisis.

Jadual 6 : Suhu Penguraian Untuk Kesemua Jenis Sampel Bagi Minyak Rapeseed.

Sampel	Suhu Penguraian $^\circ\text{C}$				
	0 j	50 j	100 j	300 j	500 j
R	440.60	439.48	431.88	442.10	439.94
R+C	436.52	438.61	434.24	436.28	439.69

Jadual 7: Suhu Penguraian Untuk Kesemua Jenis Sampel Bagi Minyak Kelapa.

Sampel	Suhu Penguraian $^\circ\text{C}$				
	0 j	50 j	100 j	300 j	500 j
C	444.95	444.97	439.90	444.22	442.10
C+C	444.00	444.54	442.38	444.01	441.70
CA	443.50	444.22	446.09	443.50	444.22
CB	442.60	444.33	447.25	442.60	444.97
CC	443.57	444.01	445.21	444.31	443.57
CD	442.60	444.54	444.54	444.72	444.22
CCA	443.57	443.45	445.78	443.23	440.14
CCB	443.57	443.45	435.62	443.57	442.07
CCC	443.57	444.33	444.25	442.07	444.00
CCD	443.04	443.57	443.50	443.45	440.14

Justeru, daripada kesemua sampel yang telah dianalisis, didapati suhu penguraian adalah hampir sama. Melalui kaedah analisis ini kesan pemanasan tanpa sebarang aditif dan kuprum, kesan kuprum sahaja, kesan aditif sahaja, dan kesan aditif bersama kuprum tidak dapat dilihat dengan jelas.

Daripada Jadual 6 dan Jadual 7, didapati suhu penguraian untuk setiap sampel bagi minyak kelapa adalah sekitar 443.00 °C – 444.00 °C. Bagi minyak rapeseed yang telah diformulasikan pula, suhu penguraiannya adalah agak rendah berbanding dengan minyak kelapa.

Kaedah analisis Termogravimetri ternyata tidak dapat memberikan banyak maklumat tentang sampel kecuali suhu penguraian bagi minyak sahaja di mana didapati bahawa suhu penguraian bagi sampel-sampel yang mengandungi minyak sahaja adalah hampir sama dengan suhu penguraian bagi sampel-sampel yang mengandungi kuprum sahaja, aditif sahaja dan aditif dengan kuprum. Tiada perubahan ketara berlaku pada suhu penguraian walaupun sampel-sampel telah dipanaskan sehingga 500 jam. Justeru, dapat diputuskan bahawa puncak yang kelihatan pada spektrum-spektrum hasil dari penganalisan kesemua sampel sebenarnya adalah puncak minyak yang asal. Ini disebabkan oleh sifat fizikal aditif-aditif itu sendiri kerana didapati kesemua empat jenis aditif itu mengurai sebelum suhu 400.00 °C di mana aditif A mengurai pada suhu 362.73 °C, aditif B mengurai pada suhu 345.93 °C, aditif C mengurai pada suhu 355.62 °C dan aditif D pada suhu 277.44 °C dan 383.72 °C.

Walau bagaimanapun, puncak bagi penguraian aditif didapati tidak kelihatan dalam spektrum analisis Termogravimetri bagi semua jenis sampel yang mengandungi aditif. Ini adalah kerana amaun aditif yang digunakan dalam penyelidikan ini agak kecil iaitu sebanyak 1% sahaja.

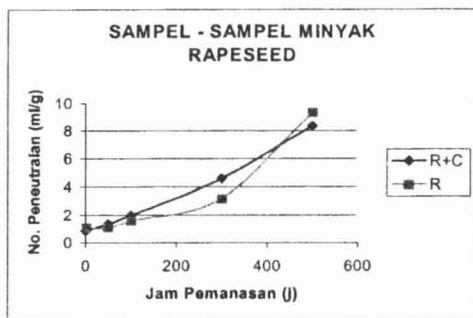
Nilai Keasidan Ujian keasidan telah dilakukan ke atas semua sampel untuk mendapatkan nombor penutralan. Jadual 8 menunjukkan nombor penutralan bagi kesemua jenis sampel yang telah dianalisis.

Jadual 8. Nombor Penutralan Bagi Semua Jenis Sampel.

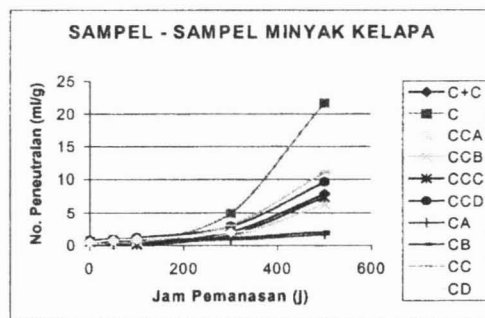
Sampel	Nombor penutralan (ml/g)				
	0 jam	50 jam	100 jam	300 jam	500 jam
R	1.0459	1.0646	1.5626	3.1681	9.3186
R+C	0.8465	1.3333	1.9778	4.5978	8.3547
C	0.5288	0.7369	0.6458	4.9625	21.8005
C+C	0.6509	0.1291	0.2199	2.1120	7.8892
CA	0.2133	0.3108	0.5192	0.8523	1.6801
CB	0.5282	0.8435	0.8423	1.1539	2.0956
CC	0.3291	0.4225	0.5337	3.0674	11.0678
CD	0.5378	0.8552	0.9582	2.0046	3.6120
CCA	0.4097	0.3255	0.6447	1.2580	6.4085
CCB	0.6432	1.1540	0.4222	1.4355	6.3013
CCC	0.5422	0.6592	0.1069	1.6147	7.3832
CCD	0.7764	0.9726	1.1904	2.9353	9.6276

Beberapa graf telah diplot bagi membanding dan membezakan serta melihat kesan dan peranan aditif dan kuprum terhadap kestabilan minyak rapeseed yang telah diformulasikan dan bagi minyak kelapa.

Daripada data yang ditunjukkan dalam Jadual 8 di atas, didapati sampel minyak kelapa tanpa aditif dan kuprum adalah mempunyai kandungan asid lemak yang tinggi selepas 500 jam pemanasan. Sebaliknya sampel-sampel minyak kelapa yang mengandungi aditif sahaja, aditif dan kuprum mahupun kuprum sahaja mempunyai kandungan asid lemak yang agak rendah berbanding sampel minyak asal. Manakala, minyak rapeseed yang telah diformulasikan adalah agak stabil walaupun tanpa kehadiran kuprum.



Rajah 2. Graf Keasidan Minyak Rapeseed



Rajah 3. Graf Keasidan Minyak Kelapa

Didapati kehadiran kuprum tanpa apa-apa aditif telah berjaya mengurangkan kandungan asid lemak kesan dari pengoksidaan sebanyak 1/3 dari kandungan asid lemak bagi sampel minyak kelapa berbanding dengan sampel minyak sahaja. Walau bagaimanapun, bagi minyak rapeseed yang telah diformulasikan, didapati pertambahan kuprum telah meningkatkan kadar pengoksidaan yang berlaku dalam sampel minyak ini. Perkara ini terjadi mungkin disebabkan kuprum telah bertindak balas dengan kandungan aditif dalam minyak rapeseed kerana minyak ini adalah minyak yang telah mengandungi aditif.

Sementara itu, peranan aditif tanpa kuprum ke atas minyak kelapa dilihat sebagai sama di mana aditif A, B, dan D didapati adalah begitu berkesan dan telah membantu mengurangkan kandungan asid lemak dalam kedua-dua jenis minyak tersebut. Manakala, aditif C juga sebenarnya memberikan kesan dalam mengurangkan kerosakan minyak tetapi sumbangannya adalah tidak terlalu besar.

Secara lebih terperinci, turutan jenis aditif yang bersesuaian dengan minyak kelapa ialah :

Aditif A > Aditif B > Aditif D > Aditif C

Untuk minyak kelapa, kehadiran kuprum bersama aditif A, B, C dan D juga telah berjaya mengurangkan kandungan asid lemak dalam sampel minyak tetapi masih lagi tidak sebaik peranan yang telah ditunjukkan oleh aditif sahaja. Daripada keempat-empatnya, didapati kehadiran kuprum bersama aditif D dalam minyak kelapa telah memberikan perbezaan yang terlalu ketara berbanding minyak kelapa yang mengandungi aditif D sahaja di mana tanpa kehadiran kuprum, aditif D berfungsi dengan lebih baik. Kehadiran kuprum bersama aditif C adalah lebih baik berbanding kehadiran aditif sahaja dalam mengurangkan pengoksidaan yang berlaku pada minyak kelapa tersebut. Secara keseluruhannya, dengan kehadiran kuprum didapati :

Aditif B > Aditif A > Aditif C > Minyak kelapa + Kuprum sahaja > Aditif D

Walaupun bagaimanapun, ujian keasidan yang dilakukan kepada sampel-sampel minyak yang mengandungi kuprum sahaja telah menunjukkan kuprum juga membantu dalam mengurangkan kadar pengoksidaan minyak kelapa tetapi dalam minyak rapeseed, kuprum telah bertindak sebagai mangkin. Aditif-aditif yang telah diuji pula telah memberikan serta menunjukkan sifat anti oksidannya dalam minyak kelapa. Namun, daripada ujian keasidan yang dilakukan, hanya aditif A, B dan D yang berjaya memberikan kesan yang terbaik walaupun tanpa kehadiran kuprum untuk minyak kelapa.

KESIMPULAN

Kajian kesan aditif terhadap pengoksidaan minyak kelapa berbanding minyak rapeseed yang telah diformulasikan telah dilakukan di mana empat jenis aditif yang telah dikomersilkan digunakan. Aditif-aditif tersebut ialah IRGANOX L107, IRGANOX L135, IRGANOX L57 dan LUBRIZOL (TM) 7652. Kesemua aditif-aditif ini telah berjaya mengurangkan kadar pengoksidaan yang berlaku di dalam minyak kelapa. Namun, aditif IRGANOX L107 (aditif A) didapati paling sesuai untuk minyak kelapa. Sementara itu, kuprum pula telah menunjukkan sifatnya sebagai bahan anti oksida dan mangkin dalam keadaan-keadaan tertentu.

PENGHARGAAN

Penyelidik ingin mengucapkan terima kasih kepada juruteknik Makmal Kimia, KUSTEM yang terlibat dalam pengujian ini. Penyelidik juga ingin mengucapkan terima kasih kepada KUSTEM kerana membiayai penyelidikan jangka pendek ini melalui vot. 50635.

RUJUKAN

1. Adams, R. 1999. Canola Oil-Based Fluid is Gentle on environment. *Hydraulics & Pneumatics Cleveland*. **52** : 68-71
2. Nzai, J. M., dan Proctor, T. 1998. Determination of Phospholipids in Vegetable Oil by Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *JAACS*. **75** : 1281
3. Wan Nik, W. 1995. *Hidraulik Kuasa*. Penerbit Universiti Teknologi Malaysia. p209