

4000006285



HADIAH

**PENCIRIAN SPEKTROSKOPI (UV-VIS DAN
IR) BEBERAPA PRODUK PENGADANG
MATAHARI**

CH'NG LI LEE

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEH IJAZAH
SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN**

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**PROGRAM KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

PERPUSTAKAAN UMS

2005



1400006285



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENCIRIAN SPEKTROSKOPI (UV-VIS DAN IR) BEBERAPA
PRODUK PENGADANG MATAHARI

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS KIMIA INDUSTRI

SESI PENGAJIAN: 2002/2003

Saya CH'NG LI LEE

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai baban pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

/ SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 88, PASIR PENAMBANG,

AJODO KUALA SELANGOR, SELANGOR.

Nama Penyalia

Tarikh: 22/3/05

Tarikh: _____

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

18 Mac 2005



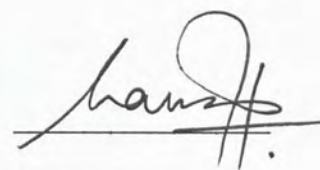
CH'NG LI LEE

HS2002-3704

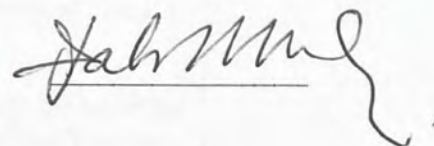


PENGAKUAN PEMERIKSA**DIPERAKUKAN OLEH****Tandatangan****1. PENYELIA**

(Prof. Madya Dr. Marcus Jopony)

**2. PEMERIKSA 1**

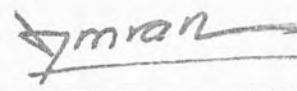
(En. Jahimin Asik)

**3. PEMERIKSA 2**

(En. Colin Joseph)

4. DEKAN SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI

(Prof. Madya Dr. Amran Ahmed)



PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia saya, Prof.Madya Dr.Marcus Jopony. Beliau telah memberi peluang kepada saya untuk mencuba tajuk cadangan sendiri dalam projek penyelidikan ini. Beliau juga banyak memberi tunjuk ajar, nasihat dan bimbingan kepada saya sepanjang masa projek penyelidikan dan penulisan ilmiah ini dijalankan.

Tidak lupa saya mengucapkan terima kasih kepada pensyarah-pensyarah iaitu Encik Collin Glen Joseph dan Encik Jahimin Asik kerana mereka sudi memberi cadangan atas projek saya. Saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada para pembantu makmal dan para pascasiswazah atas segala bantuan dan bimbingan mereka sepanjang masa proses ujikaji dijalankan. Ucapan terima kasih juga kepada ahli keluarga saya kerana mereka banyak memberi sokongan moral dan dorongan kepada saya untuk menyiapkan projek ini. Saya juga berterima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan terutamanya Tan Poh Leng, Sim Mei Sin, Choo Mei Siang, Sharon Sang Li Ling, Lau Hooi Goon, Lai Woan Jen, Gu Kay Hui yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam projek penyelidikan ini. Setinggi-tinggi terima kasih buat mereka yang terlibat.



ABSTRAK

Analisis spektroskopi (UV-VIS dan IR) telah dijalankan ke atas beberapa sampel pengadang matahari (S1-S13) yang terdapat di pasaran. Kesemua sampel menyerap sinaran UV pada panjang gelombang 290-380nm. Nilai serapan ($\lambda = 310\text{nm}$) didapati berbeza antara sampel SPF sama tetapi jenama berlainan. Nilai serapan berada dalam julat 0.0865 hingga 1.1361. Nilai serapan walaubagaimanapun meningkat apabila SPF meningkat. Sampel yang sama jenama tetapi berbeza SPF menunjukkan nilai serapan dari 0.3596 hingga 0.7911. Bagi sampel yang tidak diketahui SPF, nilai serapan adalah dalam julat 0.0515 hingga 0.1111. Peningkatan kepekatan atau amaun sampel menunjukkan peningkatan dalam serapan UV. Data IR menunjukkan kehadiran gelang benzena, asid karboksilik, fenol, hidrokarbon alifilik, keton dan kumpulan metoksi sebagai kumpulan berfungsi dalam sampel. Jenis kumpulan berfungsi walaubagaimanapun berbeza mengikut sampel.



SPECTROSCOPIC ANALYSIS (UV-VIS) OF SOME SELECTED SUNSCREEN

ABSTRACT

Spectroscopic analysis (UV-VIS and IR) was carried out on some selected commercially available sunscreen samples (S1-S13). All samples absorbed UV at wavelength 290-380nm. Absorbance values ($\lambda = 310\text{nm}$) were different among samples with same SPF but different brand. The absorbance values ranged 0.0865 to 1.1361. However the absorbance value increased when SPF increased. Samples of the same brand but different SPF showed absorbance values from 0.3596 to 0.7911. For samples with unknown SPF, the measured absorbance ranged 0.0515 to 0.1111. An increase in concentration or amount of sample produced an increase in UV absorbance. The IR data showed the presence of benzene, carboxylic acid, phenol, aliphatic hydrocarbon, ketone and methoxy group as functional groups in the samples. However, the type of functional group was different in each sample.



KANDUNGAN

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	3
1.3 Skop Kajian	3
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 Sinaran Ultralembayung	4
2.1.1 Pengenalan	4
2.1.2 Kategori dan Ciri Sinaran UV	5
2.1.3 Kesan Sinaran UV	6
2.1.4 Langkah-langkah kawalan pendedahan terhadap sinaran UV	9
2.2 Pengadang Matahari	10
2.2.1 Definisi	10
2.2.2 Jenis dan Komposisi Pengadang Matahari	10



2.2.3	Peraturan Pembuatan Pengadang Matahari	11
2.2.4	Faktor Perlindungan Matahari (SPF)	12
2.2.5	Bentuk-bentuk Produk Pengadang Matahari	14
2.2.6	Faktor-faktor Pemilihan Produk Pengadang Matahari	16
2.3	Kategori Komponen Pengadang Matahari	18
2.3.1	PABA dan terbitan PABA	18
2.3.2	Antranilat	20
2.3.3	Salisilat	21
2.3.4	Sinamat	23
2.3.5	Benzofenon dan terbitannya	24
2.3.6	Dibenzoilmetana	27
2.4	Spektroskopi UV dan IR	27
2.4.1	Spektroskopi UV	28
2.4.2	Spektroskopi IR	
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH		
3.1	Sampel Produk Pengadang Matahari	32
3.2	Alat Radas Kaca dan Plastik	35
3.3	Analisis Sampel	35
3.3.1	Penentuan Spektrum UV	36
3.3.2	Penentuan Spektrum IR	37
BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN		
4.1	Analisis UV-VIS	39
4.1.1	Spektrum UV bagi sampel SPF 15 tetapi berlainan jenama	39
4.1.2	Spektrum UV bagi sampel SPF 30 tetapi berlainan jenama	40
4.1.3	Spektrum UV bagi sampel berjenama sama tetapi berlainan SPF	43
4.1.4	Kesan kepekatan sampel terhadap serapan UV	45
4.1.5	Spektrum UV bagi sampel tidak dilabelkan SPF	47



4.2	Analisis infra merah	48
BAB 5 KESIMPULAN		50
RUJUKAN		51
LAMPIRAN		55



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Jumlah kepekatan bahan kimia dalam pembuatan pengadang matahari	12
2.2	Penggunaan pengadang matahari yang beza nilai SPF ikut warna kulit	18
2.3	Contoh-contoh senarai serapan bagi kromofor ringkas yang terasing	29
2.4	Penyerapan IR oleh kumpulan berfungsi yang berbeza	31
3.1	Sampel produk pengadang matahari yang dianalisis	34
3.2	Senarai alat radas	35
4.1	Penyerapan IR bagi setiap kumpulan berfungsi dan kehadiran kumpulan berfungsi dalam sampel	49



SENARAI RAJAH

No Rajah		Halaman
2.1	Sebahagian daripada spektrum elektromagnet yang menunjukkan kaitan di antara getaran inframerah dengan jenis sinaran yang lain	5
2.2	Penghasilan vitamin D daripada 7-dihidroksikolesterol akibat UV	6
2.3	Penghasilan melanin oleh enzim tiroksina di dalam kulit oleh UV	8
2.4	Elektron mengalami beberapa peralihan tenaga yang beza	28
2.5	Spektrum inframerah trans-2-pentena (cecair tulen, plat garam)	30
4.1	Perbandingan spektrum UV bagi sampel SPF 15 yang berlainan jenama.	39
4.2	Nilai serapan sampel S1, S7 dan S8 pada $\lambda = 310\text{nm}$.	40
4.3	Perbandingan spektrum UV bagi sampel SPF30 yang berlainan jenama.	41
4.4	Nilai serapan sampel S3, S5, dan S6 pada $\lambda = 310\text{nm}$.	42
4.5	Perbandingan sampel yang sama jenama tetapi berlainan SPF.	43
4.6	Graf serapan pada $\lambda = 310\text{nm}$ melawan SPF sampel.	45
4.7	Kesan kepekatan sampel terhadap UV serapan.	46
4.8	Serapan UV bagi sampel pada kepekatan berlainan.	46
4.9	Perbandingan spektrum UV bagi beberapa sampel yang tidak dilabel SPF.	47
4.10	Nilai serapan sampel S9, S10, S11, S12 dan S13 pada $\lambda = 310\text{nm}$.	48



SENARAI FOTO

No. Foto		Halaman
3.1	Sampel S1 hingga S4	32
3.2	Sampel S5 hingga S8	33
3.3	Sampel S9 hingga S13	33
3.4	Spektrofotometer UV-VIS Cary 50	36
3.5	Spektrofotometer inframerah Bio-Rad	38
3.6	Spektrofotometer inframerah Nexus	38



SENARAI SIMBOL, UNIT, SINGKATAN & ISTILAH

%	peratus
ml	mililiter
$^{\circ}\text{C}$	darjah celcius
λ	panjang gelombang
mm	millimeter
nm	nanometer
mg	milligram
cm	sentimeter
cm^2	sentimeter kuasa dua
KBr	kalium bromida
H_2	hidrogen
Cl_2	klorin
N-H	amina
O-H	alkohol
C-H	alkana
$\text{C}\equiv\text{C}$	alkuna
$\text{C}=\text{O}$	keton
$\text{C}=\text{C}$	alkena
C-O	alkohol, eter, ester



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Sinaran matahari yang sampai ke permukaan bumi terdiri daripada sinaran IR dan sinaran UV, khususnya UV-A dan UV-B. Sinaran UV lebih bertenaga berbanding sinaran IR, dan dengan itu lebih merbahaya terhadap manusia (Pavia *et al.*, 2001). Pendedahan berterusan dan berlebihan terhadap sinaran UV boleh menyebabkan beberapa masalah kesihatan yang serius, termasuk barah kulit, pelecuran dan pengedutan kulit, kehilangan keanjalan kulit, pramatang kulit, meningkatkan risiko menghidap penyakit mata seperti fotokeratitis dan fotokonjuktivitis (Parentini, 1996). Menurut kajian terkini, barah kulit membunuh 50,000 orang setiap tahun (Taylor, 2004).

Salah satu cara untuk mengurangkan bahaya daripada pendedahan terhadap matahari adalah penggunaan pengadang matahari. Produk ini adalah terdapat dalam bentuk losen, minyak, gel, krim, lidi, dan penyembur, dan berperanan penting dalam melindungi kulit daripada sinaran matahari yang berlebihan dan merbahaya (Lewis, 1999; Maier *et al.*, 2001).



Mengikut Akta Makanan Dan Dadah 1978, pengadang matahari terbahagi kepada dua jenis iaitu jenis kimia dan jenis fizikal (Toro *et al.*, 1996). Pengadang matahari jenis fizikal juga dikenali sebagai “*sunblock*”, dan mengandungi bahan aktif seperti titanium dioksida (TiO_2), zink oksida (ZnO) dan magnesium silikat. Sebatian-sebatian ini dapat mengurangkan jumlah cahaya UV-A dan UV-B yang menembusi kulit dengan membentuk satu lapisan penahan yang memantulkan atau menahan cahaya ultraviolet daripada sampai ke kulit (Toro *et al.*, 1996). Pengadang matahari jenis kimia pula dikenali sebagai “*sunscreen*” dan mengandungi bahan aktif yang terdiri daripada kumpulan-kumpulan tertentu seperti kumpulan benzofenon (anti UV-A), aminobenzoat (anti UV-B) , sinamat (anti UV-B) dan salisilat (anti UV-B). Sebatian-sebatian ini berperanan sebagai penyerap UV-A atau UV-B, dan mengurangkan jumlah cahaya daripada sampai ke lapisan korneum (Toro *et al.*, 1996).

Namun demikian, sejak kebelakangan ini terdapat peningkatan yang ketara dalam bilangan produk yang terdapat di pasaran. Keadaan ini dirumitkan lagi dengan kemungkinan terdapatnya produk-produk tiruan (*counterfeit product*), di mana kualiti dan komposisinya kurang diketahui. Kualiti suatu produk pengadang matahari di pasaran perlulah dijamin dan mudah dikenalpastikan oleh pengguna, ini adalah supaya pengguna sanggup membelanjakan wang ringgit ke atas produk yang mereka berasa bernilai dan berpatutan. Pada masa yang sama, suatu panduan yang tepat perlu disediakan supaya pengguna juga berupaya untuk membezakan samaada suatu produk pengadang matahari adalah berkualiti ataupun tidak.

Ciri-ciri bagi setiap produk pengadang matahari adalah berkaitan dengan keberkesanan untuk menyerap sinaran UV, dan keberkesanan untuk menyerap sinaran



UV ini pula adalah bergantung kepada kepekatan bahan aktif dalam produk pengadang matahari (Abney & Scalettar, 1998).

1.2 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian ini adalah :

1. Menentukan dan membandingkan ciri penyerapan cahaya matahari oleh beberapa produk pengadang matahari yang terdapat di pasaran,
2. Menentukan kumpulan berfungsi yang terdapat dalam produk pengadang matahari tertentu.

1.3 SKOP KAJIAN

Beberapa sampel pengadang matahari yang terdapat di pasaran akan diuji dalam kajian ini. Spektrum UV bagi setiap sampel akan ditentukan dan dibandingkan. Pengaruh kepekatan sampel terhadap corak spektrum UV juga ditentukan. Akhir sekali spektrum IR bagi setiap sampel ditentukan untuk mengenalpasti kehadiran kumpulan berfungsi.



BAB 2

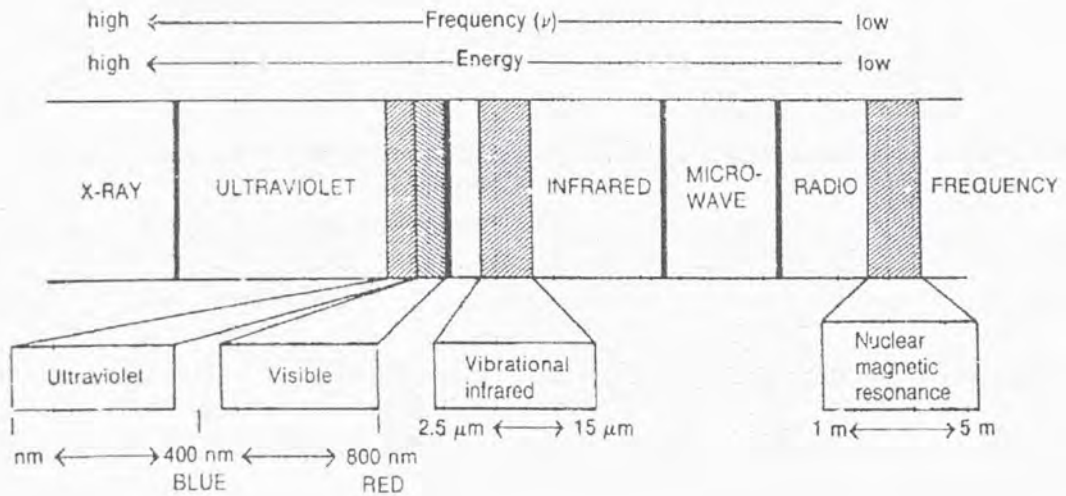
ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 SINARAN ULTRALEMBAYUNG

2.1.1 Pengenalan

Sinaran elektromagnet adalah tenaga sinaran yang menunjukkan ciri-ciri partikel dan panjang gelombang (Bruice, 2001). Sinaran ultralembayung, cahaya nampak dan sinaran inframerah adalah contoh-contoh sinaran elektromagnet. Sinaran elektromagnet bergerak dengan kelajuan 3×10^{10} cm per saat, tetapi berbeza dari segi frekuensi dan panjang gelombang (Wade, 1999). Dalam spektrum elektromagnet yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1, kawasan ultralembayung merangkumi panjang gelombang dari 200nm hingga 400nm, manakala panjang gelombang bagi sinaran inframerah merangkumi julat dari 2.5 μ m hingga 15 μ m (Pavia *et al.*, 2001).





Rajah 2.1 Sebahagian daripada spektrum elektromagnet yang menunjukkan kaitan di antara getaran inframerah dengan jenis sinaran yang lain.

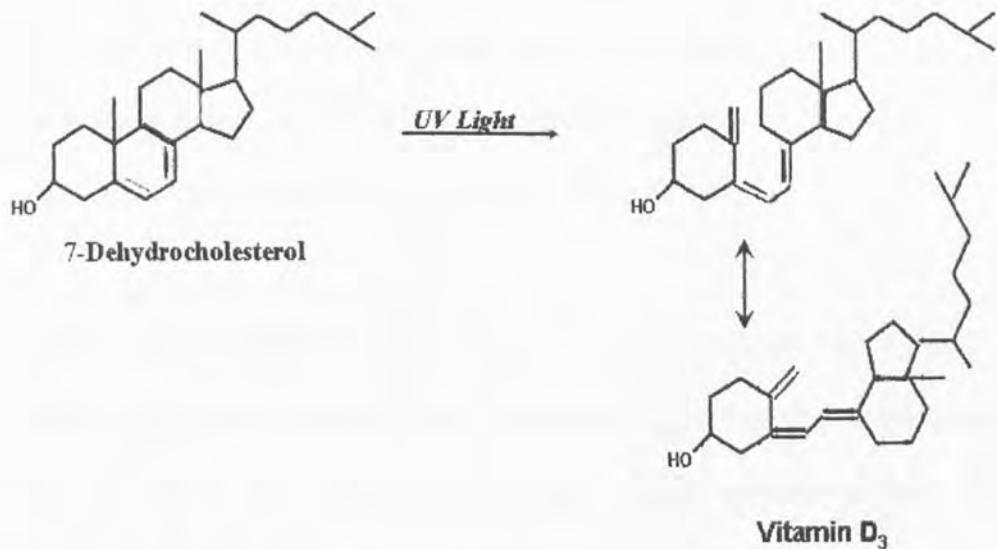
(Sumber: Pavia *et al.*, 2001)

2.1.2 Kategori dan Ciri Sinaran UV

Sinaran matahari terbahagi kepada tiga kategori iaitu UV-A, UV-B dan UV-C (Walters *et al.*, 1997). UV-A mempunyai panjang gelombang yang paling panjang iaitu 320-400nm dan bertenaga paling rendah. UV-B mempunyai panjang gelombang 290-320nm. UV-C mempunyai panjang gelombang yang paling pendek iaitu di antara 100-290nm tetapi mempunyai tenaga cahaya yang paling kuat. UV-C diserap oleh lapisan ozon dan tidak sampai ke permukaan bumi (Umbach,1991).

2.1.3 Kesan Sinaran UV

Sinaran UV mempunyai kesan terhadap anatomi kulit. Kulit merupakan organ yang kompleks, dinamik dan terbesar di tubuh manusia (Monteiro, 1996). Sinaran UV yang mencukupi dapat mendorong kulit kita menghasilkan vitamin D (kalsiferol) daripada kolesterol (Rajah 2.2). Vitamin D adalah penting dalam pembinaan dan pemeliharaan tulang dan gigi, serta menggalakkan penyerapan kalsium dan fosfat daripada usus.



Rajah 2.2 Penghasilan vitamin D daripada 7-dihidroksikolesterol akibat UV.

(Sumber: Corcoran, 2001)

Namun, pendedahan terlalu lama dan berlebihan kulit terhadap cahaya boleh membawa kesan yang serius terhadap kulit termasuklah selaran matahari atau eritema (*sunburn*), peningkatan risiko barah kulit, pramatang kulit (*premature aging*)

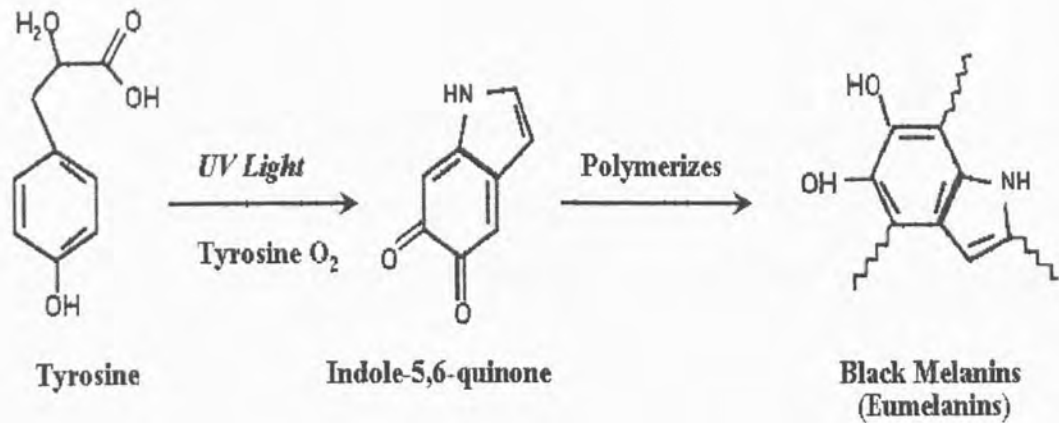
berlaku serta meningkatkan risiko kejadian penyakit mata seperti fotokeratitis dan fotokonjuktivitis (Parentini,1996; Stockdale,1987).

a. Kesan UV-A

UV-A dapat menembusi ke dalam tisu konetif di bahagian dermis kulit. UV-A merupakan penyumbang utama dalam pigmentasi terus (*direct pigmentation*) iaitu menyebabkan warna kulit menjadi gelap (*tan*) (Umbach, 1991). Warna kulit berubah menjadi gelap (*tan*) akibat penghasilan melanin yang berlebihan (Stockdale, 1987). Kesan panjangnya adalah merosakkan protein serabut iaitu protein yang terlibat dalam pembinaan struktur badan seperti kolagen, fibrin dan keratin. Akibatnya, ini akan menyebabkan tisu kulit menjadi tua dan berkedut (Umbach, 1991).

Apabila kulit terdedah terhadap cahaya UV, sel melanosit menghasilkan pigmen melanin sama ada berwarna hitam (eumelanin) atau merah (phaeomelanin) untuk menyerap cahaya UV (Rajah 2.3). Melanin adalah polimer organik yang terkonjugat dengan ikatan dubel yang menyerap sinaran cahaya UV sama ada dalam bentuk gelombang panjang atau pendek (Rieger, 1983). Tiroksina adalah enzim yang memulakan penghasilan melanin dengan menggunakan asid amino tiroksina (Duggan, 1987).





Rajah 2.3 Penghasilan melanin oleh enzim tiroksina di dalam kulit oleh UV.

(Sumber: Corcoran, 2001)

b. Kesan UV-B

UV-B hanya dapat menembusi bahagian epidermis kulit tetapi berupaya merencat sintesis DNA, RNA dan protein sintesis, dan mitosis dan menyebabkan selaran matahari berlaku (Abas *et al.*, 2001). Selaran matahari adalah kesan inflammasi kemerahan kulit disebabkan pendedahan yang keterlaluan terhadap cahaya UV-B. Saluran darah dalam kulit berkembang dan menambahkan pengaliran darah ke permukaan tisu kulit, menyebabkannya menjadi merah, bengkak dan sakit (Billhimer, 1987). Golongan yang berkulit cerah lebih mudah terkena selaran matahari berbanding golongan yang berkulit gelap. Ini disebabkan mereka mempunyai sel-sel melanin yang kurang (Monteiro, 1996).

c. Penyakit mata

Sinaran UV yang bahaya juga menyebabkan penyakit mata pada bahagian kornea dan konjunktiva yang dikenali sebagai fotokeratitis dan fotokonjunktivitis. Fotokonjunktivitis ialah inflamasi atau radang yang disebabkan pendedahan kepada cahaya (Parentini, 1996).

2.1.4 Langkah-langkah kawalan pendedahan terhadap sinaran UV

Berikut adalah langkah-langkah kawalan pendedahan terhadap sinaran UV (Parentini, 1996):

- a) mengurangkan pendedahan matahari, misalnya elakkan keluar pada ketika keadaan panas terik,
- b) memakai pakaian pelindung termasuk topi, seluar panjang dan baju lengan panjang ketika berada lama di bawah matahari,
- c) memakai produk pengadang matahari 20 minit sebelum keluar. Ini adalah penting untuk melindungi kulit daripada sinaran UV,
- d) menyapu semula pengadang matahari selepas dua jam memakainya khasnya semasa menjalankan aktiviti di bawah matahari. Sesetengah bahan aktifnya akan terbebas atau hilang ke persekitaran jika terkena peluh atau air. Ini penting untuk memastikan produk tersebut dapat memberi perlindungan yang berkesan terhadap kulit daripada UV,
- e) mengelakkan daripada berjemur di bawah matahari.



2.2 Pengadang matahari

2.2.1 Definisi

Pengadang matahari adalah produk berbentuk losen, minyak, gel atau krim yang digunakan untuk melindungi kulit daripada bahaya pendedahan terhadap cahaya matahari (Lewis, 1999). Menurut Seksyen 21, bahagian 352 daripada *Code of Federal Regulations* (CFR), pengadang matahari juga dikelaskan sebagai ubat (*over-the-counter drug*) (FDA, 1999). Pengadang matahari direka untuk menyerap cahaya UV dan memantulkan cahaya bertenaga tinggi ke persekitaran, untuk menghalang eritema dan karsinogenesis (Gasparro, 2000).

2.2.2 Jenis dan Komposisi Pengadang Matahari

Mengikut Akta Makanan dan Dadah 1978, pengadang matahari terbahagi kepada jenis fizikal (*sunblock*) dan kimia (*sunscreen*) (Jorge *et al.*, 1996). Sesetengah produk pengadang matahari berformulasi pemantul fizikal iaitu mengandungi titanium dioksida (TiO_2) yang dapat memantulkan kedua-dua cahaya UV-A dan UV-B (Toro *et al.*, 1996).

a) Pengadang matahari jenis fizikal

Pengadang matahari jenis fizikal juga dikenali sebagai "*sunblock*". Produk ini mengandungi bahan kimia inorganik seperti titanium dioksida (TiO_2), zink oksida (ZnO) dan magnesium silikat. Titanium dioksida dan zink oksida adalah dalam bentuk



RUJUKAN

- Abney, J.R. & Scalettar, B.A., 1998. Saving your student's skin. Undergraduate experiments that probe UV protection by sunscreens and sunglasses. *Journal of Chemical Education* **75** (6), 757-760.
- Abas, A., Hussin, A.H.& Razak, D.A., 2001. *Farmakologi Klinikal*. Universiti Sains Malaysia, Penang.
- Billhimer, W.L., 1987. Human sunscreen evaluation: protection from sunburn. *Journal of Cosmetics and Toiletries* **102**, 83-90.
- Bruice, P.Y., 2001. *Organic Chemistry*. 3rd Edition. Prentice Hall, New Jersey.
- Corcoran, M., 2001. *Effective Protection from UV*. <http://www.sas.upenn.edu/mtc/Sunscreen.htm#Introduction>
- Duggan, M., Wilmott, J. & Znaiden, A., 1987. Tyrosinase, the enzyme behind the tan. *Journal of Cosmetics and Toiletries* **102**, 97-101.
- Eiermann, H.J., 1983. The regulation of suntan and sunscreen products. *Journal of Cosmetics and Toiletries* **98**, 73-78.
- Ferguson, J., Brown, M.W., Hubbard, A.W. & Shaw, M.I., 1988. Determination of sun protection factors. Correlation between *in vivo* human studies and an *invitro* skin cast method. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists* **10**, 117-129.
- Food and Drug Administration, United State. Department of Health and Human Services, 1999. *Sunscreen Drug Products For Over The Counter Human Use: Final Monograph*. Federal Register May 21, 1999 **64** (98), pp 27666-27693.



- Fraser, J.M. & Katz, H.I., 2003. The role of sunscreens in the management of rosacea. *Journal of Skin & Aging* **11** (10), 7-11.
- Gasparro, F.P., 2000. Sunscreen, skin photobiology, and skin cancer: the need for UVA protection and evaluation of efficacy. *Journal of Environmental Health Perspect* **108** (1), 71-78.
- Hare, C.R., 1972. V. Visible and Ultraviolet Spectroscopy. Dlm: Gouw T.H (pnyt.) *Guide Modern of Instrumental Analysis*. John Wiley & Sons, New York.
- Kaidbey, K.H. & Kligman.A.M., 1978. Laboratory methods for appraising the efficacy of sunscreens. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists* **29** (9), 525-536.
- Kealey.D. & Haines, P.J, 2002. *Analytical Chemistry*. Bios Scientific Publishers Limited, United Kingdom.
- Lewis, G.R., 1999. *1001 Chemicals in Everyday Products*. 2nd Edition. Wiley Interscience, New York.
- Maier, H., Schauburger, G., Brunnhofer, K. & Honigsmann, H., 2001. Change of ultraviolet absorbance of sunscreens by exposure to solar-simulated radiation. *Journal of Investigative Dermatology* **117** (2), 256-262.
- Monteiro, R.N.A., 1996. Anatomical Factors Affecting Barrier Function. Dlm: Francis N.M. & Howard I.M (pnyt.) *Dermatotoxicology*. Fifth Edition. Taylor & Francis, United States.
- Parentini,L.J., 1996. *The Joy Of Healthy Skin : A Lifetime Guide to Beautiful, Problem-Free Skin*. Prentice Hall, United States.
- Pavia, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., 2001. *Introduction To Spectroscopy*. 3rd Edition. Thomson Learning, United States.



- Pines, E., 1978. A new technique to assess sunscreen effectiveness. *Journal of Society of Cosmetic Chemists* **29** (9), 559-564.
- Rao, C.N.R., 1963. *Chemical Application of Infrared Spectroscopy*. Academic Press, New York.
- Rieger, M.M., 1983. The chemistry of tanning. *Journal of Cosmetics and Toiletries* **102**, 47-50.
- Shaath, N.A., 1987 a. Encyclopedia of UV absorbers for sunscreen products. *Journal of Cosmetics and Toiletries* **102**, 21-36.
- Shaath, N.A., 1987 b. The analysis of sunscreen chemicals. *Journal of Cosmetics and Toiletries* **102**, 69-81.
- Silverstein, R.M., Bassler, G.C., Morrill, T.C., 1991. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. John Wiley & Sons, New York.
- Smith, B.C., 1999. *Infrared Spectral Interpretation- A Systematic Approach*. CRC Press, United States.
- Stockdale, M., 1985. Sun protection factors. *International Journal of Cosmetic Science* **7**, 235-246.
- Sunscreening Agent, 2004. [http:// www.drugs.com/MMX/Sunscreen_Agents.html#cite00189001](http://www.drugs.com/MMX/Sunscreen_Agents.html#cite00189001).
- Taylor, S.R.D., 2004. "Sun smart plus": the more informed use of sunscreens. *Medical Journal of Australia* **180**, 36-37.



Toro, J.R., Engasser, P.G. & Maibach, H.I., 1996. *Cosmetic Reactions*. Dlm: Francis N.M. & Howard I.M (pnyt.) *Dermatotoxicology*. Fifth Edition. Taylor & Francis, United States.

Umbach, W., 1991. *Cosmetic and Toiletries Development, Production and Use*. Ellis Horwood, England.

Wade, L.G., 1999. *Organic Chemistry*. 4th Edition. Prentice Hall, New Jersey.

Walters Christina, Keeney Allen, Wigal, C.T., Johnston, C.R. & Cornelius, R.D., 1997. The spectrophotometric analysis and modeling of sunscreens. *Journal of Chemical Education*. **74** (1), 99-101.

Wang, M.H., Huang, J.S., Li, Y.Z. & Barnard, W.F., 1998. Comparison of the effectiveness of sunscreen lotions using a TiO₂- based UVA/UVB dosimeter. *Journal of The Chemical Educator* **3** (2), 1-14.

