

Pewarna Kuku Semula Jadi berasaskan Ekstrak *Hylocereus polyrhizus* dan *Curcuma longa*

(Natural Nail Colour based on *Hylocereus polyrhizus* and *Curcuma longa* Extracts)

PUTERI NOR AIN AMIRA MAZLAN¹, ROZIDA MOHD KHALID^{1,2}, NOOR AFIZAH ROSLI^{1,2}, ANISAH JAMALUDDIN³,
MAZNI MUSA⁴, ANTONIUS R B OLA^{5,6} & SURIA RAMLI^{1,2,*}

¹Jabatan Sains Kimia, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia

²Pusat Penyelidikan Polimer, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia

³Program Teknologi Enzim & Fermentasi, Pusat Penyelidikan Sains & Teknologi Makanan, Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia

⁴Pusat Pengajian Kimia dan Alam Sekitar, Universiti Teknologi MARA Cawangan Negeri Sembilan, Kampus Kuala Pilah, 72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan, Malaysia

⁵Department of Chemistry, Faculty of Science and Engineering-Universitas Nusa Cendana, Jln Adi Sucipto, Penfui-Kupang 85118, NTT, Indonesia

⁶Laboratorium Riset Terpadu (Biosains), Universitas Nusa Cendana, Kupang, NTT, Indonesia

Diserahkan: 1 Ogos 2024/Diterima: 1 Oktober 2024

ABSTRAK

Pewarna kuku adalah salah satu produk kosmetik khususnya buat para wanita bagi tujuan kecantikan yang seterusnya mampu meningkatkan penampilan diri seseorang. Namun, pewarna kuku akrilik yang tidak telap air menjadi isu buat wanita Muslim yang ingin mengambil wuduk khususnya. Oleh itu, dalam kajian ini pewarna kuku semula jadi daripada ekstrak buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) dan kunyit (*Curcuma longa*) dijadikan salah satu sumber selain mempelbagaikan variasi warna pewarna kuku. Penyelidikan ini melibatkan kaedah pengekstrakan air untuk pigmen buah naga dan pengekstrakan etanol untuk pigmen kunyit. Molekul pigmen dalam ekstrak dikesan melalui analisis spektroskopi inframerah transformasi Fourier (FTIR) dan kandungan pigmen yang diekstrak ditentukan melalui spektroskopi ultra lembayung-boleh nampak (UV-Vis). Seterusnya, pigmen buah naga dan kunyit divariskan dalam pelbagai formulasi pewarna kuku. Formulasi pewarna kuku diuji dengan membangunkan skala kelabu bagi melihat kesan pewarna pada kuku manusia dan kebolehtelapan air. Analisis FTIR membuktikan kehadiran pigmen buah naga dan kunyit masing-masing pada 3334 dan 3310 cm⁻¹ yang merujuk kepada regangan -OH pigmen betasianin. Hasil pengekstrakan pigmen buah naga adalah sebanyak 20.08% manakala pigmen kunyit pula sebanyak 12.34%. Hasil kajian menunjukkan pewarna kuku berasaskan ekstrak buah naga memberikan warna ungu kemerahan manakala ekstrak kunyit warna kuning terang pada kuku manusia. Dalam ujian ketelapan air, pewarna kuku daripada ekstrak buah naga mempunyai kebolehtelapan air yang lebih baik dengan peratus resapan air sebanyak 94.79%, berbanding dengan ekstrak kunyit iaitu sebanyak 67.58%. Namun, pewarna kuku berasaskan buah naga kurang sekata dan kurang menyerap pada kuku berbanding pewarna kuku berasaskan ekstrak kunyit. Oleh itu, penyelidikan akan datang diharapkan dapat memperbaiki kaedah pengekstrakan dan formulasi untuk menghasilkan sifat pewarna kuku semula jadi yang lebih baik.

Kata kunci: Buah naga; kunyit; pewarna kuku semula jadi; pigmen

ABSTRACT

Nail dye is a cosmetic product that is typically used by women to enhance their beauty and improve their appearance. Non-waterproof acrylic nail polish presents a challenge for Muslim women who wish to undergo ablution. In this study, we utilized natural nail dyes derived from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) and turmeric (*Curcuma longa*) as alternative sources, while expanding the range of colour options available for nail dyes. This study involved water extraction methods for dragon fruit pigments and ethanol extraction methods for turmeric pigments. The pigment molecules in the extract were detected using Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy, and the extracted pigment content was determined using ultraviolet-visible (UV-Vis) spectroscopy. Subsequently, dragon fruit pigments and turmeric have been incorporated into a range of nail colour formulations. To evaluate the performance of these formulations, a grayscale was employed to

assess their impact on human nails and water permeability. FTIR analysis showed that dragon fruit and turmeric pigments were present at 3334 and 3310 cm^{-1} , respectively, which corresponded to the -OH stretch of the betacyanin pigment. The extraction yield of dragon fruit pigment was 20.08%, while the yield of turmeric pigment was 12.34%. The study findings showed that nail dye made with dragon fruit extract produces a reddish-purple hue, whereas turmeric extract results in a vibrant yellow colour in human nails. In the water permeability examination, the nail dye derived from dragon fruit extract exhibited superior water penetration, with a percentage of 94.79%, compared to 67.58% for the turmeric extract. Dragon fruit-based nail dyes are less uniform and absorbent than turmeric extract-based nail dyes. Therefore, there is a need for further research to enhance the extraction methods and formulations of natural nail dyes to achieve better properties.

Keywords: Dragon fruit; natural nail dye; pigment; turmeric

PENGENALAN

Kini, peningkatan pemakaian pewarna kuku dalam kalangan wanita Muslim Malaysia menjadi fenomena yang mencetuskan minat industri kosmetik untuk menyediakan lebih banyak pilihan warna seterusnya menjadikan seni pewarna kuku sebagai bidang kecantikan yang terus mendapat perhatian. Justeru, industri produk kosmetik kuku terus membangunkan teknologi baharu untuk menghasilkan pewarna kuku yang menarik dan tahan lama. Penggunaan kosmetik kuku juga membantu menyembunyikan masalah kuku, seperti perubahan warna dan ciri-ciri tidak diinginkan pada lapisan lakuer kuku. Bagi wanita Islam, dapat dilihat tidak banyak produk pewarna kuku yang mesra wuduk kerana kebiasaannya pewarna kuku adalah tidak telap air pada kuku manusia. Menurut Dato' Seri Hj. Wan Zahidi, Mufti Negeri Perak menyatakan pewarna kuku yang tidak telap air pada kuku tidak boleh digunakan oleh umat Islam yang ingin mengambil air sembahyang lantas tidak sah untuk solat. Dalam konteks ini, penghasilan formulasi pewarna kuku yang memenuhi keperluan halal pasti akan mendapat sambutan yang positif daripada masyarakat Muslim.

Tambahan pula, pewarna sintetik yang banyak digunakan dalam produk kosmetik kuku mempunyai kesan sampingan yang boleh mempengaruhi kesihatan manusia dan alam sekitar (Guerra, Lompart & Garcia-Jares 2018). Walaupun pewarna sintetik digunakan secara meluas, pewarna sintetik kurang terbiodegradasi dan berbahaya kepada alam sekitar sehingga boleh menyebabkan mutasi, perubahan metabolik, kesan karsinogenik dan bioakumulasi (Ardila-Leal et al. 2021). Sebagai contoh, pewarna azo adalah salah satu pewarna sintetik yang didapati lebih berbahaya dan telah diharamkan di Jerman pada tahun 1996. Hal ini meningkatkan penggunaan kosmetik yang dibuat daripada pigmen asli yang boleh terbiodegradasi dan mudah untuk disediakan (Priya et al. 2020). Pigmen yang diekstrak daripada sumber semula jadi seperti arang batu, tumbuhan atau serangga boleh digunakan untuk menggantikan pewarna sintetik bagi memelihara kesihatan manusia dan alam sekitar dengan cara yang lebih mampan (Che & Yang 2022). Maka, penggunaan pigmen semula jadi

adalah satu alternatif bagi menggantikan pewarna sintetik dalam meningkatkan kualiti produk yang akan digunakan oleh pengguna (Singam et al. 2020). Memandangkan daun inai adalah sumber semula jadi yang sudah lazim digunakan sebagai pewarna kuku semula jadi, kajian mengenai pewarna kuku berasaskan ekstrak semula jadi yang lain dijalankan bagi menambahkan variasi pewarna yang baharu pada kuku (Mohd Hatta et al. 2023).

Dalam kajian ini, sumber pigmen pewarna kuku semula jadi yang digunakan diekstrak daripada buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) dan kunyit (*Curcuma longa*). Buah naga merah adalah sumber semula jadi yang berpotensi memberikan variasi warna yang baharu buat pewarna kuku kerana mengandungi pigmen betasianin yang berwarna merah-ungu (Yen et al. 2022). Maka, kajian ini dilakukan bukan sahaja dapat memanfaatkan sisa kulit buah naga malah meningkatkan nilai sisa makanan dengan mengesktrak pewarna semula jadi ini sebagai pewarna kuku (Afandi et al. 2017; Taharudin et al. 2023). Buah ini juga merupakan sumber antioksidan, protein, vitamin C dan mineral yang sangat baik terutamanya kalsium dan fosforus (Taharuddin et al. 2023). Kunyit juga mengandungi pigmen semula jadi yang memberikan warna kuning iaitu kurkumin yang digunakan secara meluas sebagai rempah dan memberikan warna kuning pada kari. Ia turut digunakan di seluruh dunia bagi kegunaan pemakanan, kosmetik dan industri (Ibrahim et al. 2023). Pelbagai kesan farmakologi yang ditunjukkan seperti aktiviti antitumor, anti-radang, antijangkitan dan tidak toksik pada manusia (Ainaa Eliah et al. 2023; Jamil et al. 2023). Sepanjang pengetahuan kami, tiada lagi kajian yang melaporkan mengenai potensi penggunaan kedua-dua bahan semula jadi ini sebagai sumber pigmen dalam pewarna kuku.

Kedua-dua bahan semula jadi ini diekstrak melalui kaedah pengekstrakan air dan pengekstrakan etanol untuk menghasilkan variasi warna yang berbeza. Kajian ini melibatkan analisis spektroskopi inframerah transformasi Fourier (FTIR) untuk mengesan kehadiran molekul pigmen dalam ekstrak dan seterusnya menjalani ujian pewarna kuku bagi melihat kesan pewarna kuku dan kebolehtelapan air pada kuku manusia.

BAHAN DAN KAEDAH KAJIAN

BAHAN

Buah naga dan kunyit diperoleh dari pasar-pasar berdekatan Bandar Baru Bangi, Selangor. Bahan kimia yang digunakan untuk menghasilkan pewarna kuku seperti etanol, 95% dan asid sitrik diperoleh daripada Sigma Aldrich manakala bahan kimia lain seperti fenoksietanol, D-panthenol dan kalium sorbat pula dibekalkan oleh EvaChem.

UJIAN PELARUT PADA PIGMEN BUAH NAGA DAN KUNYIT

Pelarut yang paling sesuai untuk mengekstrak buah naga dan kunyit ditentukan dengan membuat analisis perbandingan keterlarutan terhadap kedua-dua sampel ke dalam tiga pelarut yang berbeza iaitu air, etanol dan air:etanol (1:1) (Miranda et al. 2021). Sebanyak 5 g buah naga dan kunyit dikisar berasingan dan kemudiannya dilarutkan dalam 15 mL pelarut. Keadaan larutan sampel buah naga adalah pada suhu 25 °C manakala suhu 50 °C untuk larutan kunyit. pH kedua-dua sampel ditetapkan pada pH 5. Kemudian, setiap larutan dianalisis menggunakan spektroskopi ultra lembayung-boleh nampak (UV-Vis) model *Shimadzu UV-2450 PC* untuk mengenal pasti pelarut yang mengandungi kandungan pigmen yang paling tinggi dengan mengukur penyerapan pigmen yang diekstrak pada panjang gelombang tertentu. Hasil daripada ujian ini, pelarut air dipilih sebagai pilihan yang paling sesuai untuk pengekstrakan pigmen buah naga manakala pelarut etanol dipilih sebagai pilihan yang paling sesuai untuk pengekstrakan pigmen kunyit.

PENGEKSTRAKAN AIR PIGMEN BETASIANIN DARIPADA BUAH NAGA

Buah naga dibersihkan dan isinya dipotong menjadi saiz yang kecil dan kemudian dilarutkan dalam pelarut air dengan nisbah pepejal:pelarut (1:3) iaitu 50 g buah naga kepada 150 mL air. Larutan buah naga seterusnya dikisar sehingga membentuk puri yang halus dan ditapis menggunakan penapis kain bagi mengasingkan zarah terlarut yang lain manakala cecair yang melalui penapis kain adalah cecair yang mengandungi pigmen. Kandungan air dalam hasil tapisan disejat melalui pengeringan udara dan pigmen yang diekstrak disebarkan secara sekata di seluruh permukaan bekas bagi membolehkan penyejatan air yang lebih cepat (Sambasevam et al. 2020). Kemudian, bekas tersebut diletakkan pada kawasan dengan pengudaraan yang baik dan jauh daripada cahaya matahari untuk mengelakkan potensi degradasi pigmen akibat pendedahan UV. Pigmen dibiarkan secara semula jadi sehingga cecair likat diperoleh. Kemudian, pengeringan sejuk beku menggunakan pengering pembekuan makmal dilakukan selama 24 jam pada suhu -50 °C sehingga hasil ekstrak menjadi serbuk. Hasil yang diperoleh disimpan

dalam bekas kedap udara yang telah dibalut dengan lapisan kerajang aluminium untuk mengelakkan sebarang sentuhan dengan cahaya pada suhu -20 °C bagi mengekalkan warna dan kestabilannya untuk analisis lanjutan.

PENGEKSTRAKAN ETANOL PIGMEN KURKUMIN DARIPADA KUNYIT

Kunyit dibersihkan dan dihiris menggunakan pisau keluli tahan karat sehingga menjadi hirisan kecil yang bersaiz kira-kira 1 mm. Hirisan kunyit tersebut kemudiannya dikeringkan dalam ketuhar udara panas pada suhu 50 °C selama 24 jam bagi mengeluarkan lebih air. Seterusnya, sampel dikisar menggunakan pengisar pada kelajuan 4000 rpm selama 5 minit sehingga menjadi serbuk halus. Kemudian, etanol dicampurkan kepada serbuk kunyit dengan nisbah 1:10 iaitu 50 g kunyit kepada 500 mL etanol. Campuran dikacau bagi memastikan kunyit tersebar dengan baik dalam pelarut dan dibiarkan di dalam bekas tertutup selama 24 jam bagi membolehkan kurkumin larut sepenuhnya dalam larutan etanol. Kemudian, larutan tersebut ditapis menggunakan kertas turas Whatman No.1 untuk mengeluarkan zarah dan sisa terlarut yang lain. Sisa ditekan perlahan-lahan menggunakan spatula untuk mengeluarkan sebanyak mungkin cecair dan buang sisa pepejal yang tinggal. Kandungan etanol dalam hasil turasan akan disejat menggunakan penyejat berputar. Akhirnya, ekstrak kurkumin yang diperoleh dikumpulkan menggunakan spatula dan seterusnya disimpan dalam bekas kedap udara yang dibalut dengan plastik pembungkus makanan untuk analisis lanjutan.

PENENTUAN KANDUNGAN PIGMEN

Spektroskopi UV-Vis digunakan untuk menentukan jumlah kandungan pigmen betasianin dan kurkumin dalam sampel. Jumlah kandungan betasianin dan kurkumin ditentukan melalui kaedah pembezaan dari segi pelarut yang digunakan iaitu pelarut air, etanol dan air:etanol (1:1). Penyerapan setiap larutan ekstrak diukur pada 535 nm terhadap air suling menggunakan instrumen Spektroskopi UV-Vis. Kepekatan ekstrak pigmen semula jadi betasianin dan kurkumin ditentukan menggunakan formula hukum Beer Lambert:

Kandungan betasianin (mg/L) =

$$\frac{A \times MW}{(\epsilon \times l)} \times DF \times 1000 \quad (1)$$

dengan A ialah Penyerapan (Panjang gelombang, λ betasianin: 535 nm, kurkumin: 500 nm); MW ialah Berat molekul, (betasianin: 550 g·mol⁻¹, kurkumin: 368.39 g·mol⁻¹); DF ialah Faktor pencairan; ϵ ialah Min serapan molar, 6.0 × 10⁴ L·mol⁻¹·cm⁻¹ dalam H₂O; l ialah panjang laluan kuvet, 1 cm.

FORMULASI PEWARNA KUKU

Bahan formulasi dihitung dan ditimbang berdasarkan komposisi kandungan formulasi pewarna kuku seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1. Kemudian, bahan yang telah ditimbang dicampurkan ke dalam piring petri dan dikacau secara manual berterusan selama 1 jam. Pes seragam yang diperoleh disimpan selama 24 jam di dalam bekas kedap udara dan ditutup dengan kerajang aluminium.

PENCIRIAN PIGMEN DALAM PEWARNA KUKU MENGUNAKAN FTIR

Spektroskopi inframerah transformasi Fourier (FTIR) adalah untuk mengesahkan kehadiran molekul pigmen dalam formulasi pewarna kuku dengan menentukan kumpulan berfungsi yang hadir dalam sebatian. Spektrum dalam kajian ini dianalisis menggunakan FTIR model *Perkin Elmer Spectrum 400 FT-I*.

PENCIRIAN PIGMEN DALAM PEWARNA KUKU MELALUI PEMERHATAN

Profil Warna Pewarna Kuku

Sebanyak 2 g pes sampel diratakan di atas tiga helai kertas turas Whatman Nombor 1 dengan menggunakan spatula. Kertas turas tersebut disimpan rapi di dalam piring petri yang ditutup dengan pembungkus makanan plastik untuk dibiarkan semalaman. Hal ini bagi membolehkan penyebaran warna pigmen ke atas kertas turas. Kemudian, pes pada kertas turas yang pertama (hari=1) dibersihkan dan dibiarkan kering untuk beberapa minit. Pemerhatian warna terhadap kertas turas sebelum dan selepas dibersihkan direkodkan. Prosedur ini diulang pada kertas turas yang dibiarkan selama tiga hari (hari=3) dan tujuh hari (hari=7). Kertas turas yang telah diperhatikan disimpan untuk ujian ketelapan air.

Ujian ke atas Kuku Manusia

Sebanyak 2 g pes pewarna kuku diratakan ke atas plat kuku lima ahli yang terpilih daripada kalangan wanita yang berumur dalam lingkungan 20-25 tahun. Setiap ahli diuji dengan dua pes pewarna kuku daripada ekstrak buah naga dan kunyit seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2. Pes pewarna kuku diratakan dengan menggunakan berus rata kecil yang bersih. Kuku kemudiannya dibalut dengan pembungkus plastik bagi mengelakkan pes tertanggal. Masa pemakaian adalah dua jam bagi setiap lapisan sebelum dibilas bersih dengan air suling. Keamatan warna pada sampel kuku diperhatikan pada 0 hari ($t=0$), 1 hari ($t=1$), 3 hari ($t=3$) dan 7 hari ($t=7$) dengan membangunkan skala kelabu ke atas potongan kuku yang telah diwarnakan berdasarkan tahap kecerahan piksel imej kuku dengan menggunakan aplikasi *Adobe Photoshop*.

Ujian Ketelapan Air

Sebanyak 2 g pes sampel diratakan pada bahagian tengah kertas turas Whatman Nombor 1 dengan menggunakan spatula. Pewarna kuku dipastikan agar disebar secara merata dan meliputi kawasan kertas yang mewakili ujian yang dikehendaki. Kertas turas tersebut disimpan rapi di dalam piring petri yang ditutup dengan pembungkus makanan plastik untuk dibiarkan semalaman bagi membolehkan penyebaran warna ke atas kertas turas. Pes pada kertas turas dibersihkan dan dibiarkan kering untuk beberapa minit. Kertas turas tersebut dilapiskan dengan kertas turas lain yang bersih sebelum 0.5 mL air dititiskan dan diratakan ke atas permukaan kertas turas yang berwarna. Dua lapisan kertas turas tersebut disimpan di dalam piring petri bertutup untuk mengelakkan penyingkiran air melalui penyejatan dan dibiarkan selama 3 minit untuk membolehkan air meresap ke lapisan kertas turas yang bersih daripada permukaan lapisan kertas turas berwarna. Pemerhatian dilakukan terhadap kertas turas yang telah dilapiskan sekiranya ada penyerapan air berlaku. Sebaliknya, sekiranya penembusan air tidak berlaku secara ketara atau kandungan air adalah sedikit, maka ia menunjukkan kebolehtelapan air yang rendah. Kandungan akhir air pula diukur dengan menimbang berat kertas turas sebelum dan selepas ujian ketelapan air dilakukan. Akhirnya, peratusan kandungan air diukur dengan kandungan awal air adalah sebanyak 0.5 mL.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

JUMLAH KANDUNGAN PIGMEN

Rajah 1(a) menunjukkan jumlah kandungan betasianin yang dilarutkan pada tiga jenis larutan yang berbeza iaitu terhadap pelarut air, etanol dan air:etanol (1:1). Jumlah kandungan pigmen betasianin dalam sampel yang dilarutkan melalui kaedah pengekstrakan menggunakan air dilihat adalah lebih tinggi iaitu sebanyak 233.16 mg/L berbanding larutan air:etanol (1:1) dan larutan etanol iaitu dengan jumlah kandungan pigmen masing-masing sebanyak 121.29 mg/L dan 26.87 mg/L. Hal ini kerana betasianin adalah pigmen larut air yang mempunyai ikatan yang lebih tinggi dengan molekul air berbanding dengan molekul etanol. Apabila pigmen betasianin dilarutkan dalam air, molekul betasianin boleh membentuk interaksi yang kuat dengan molekul air melalui ikatan hidrogen. Hal ini meningkatkan kestabilan dan keterlarutan pigmen dalam air menyebabkan kepekatan molekul betasianin adalah lebih tinggi hadir dalam larutan air berbanding larutan etanol. Ekstrak betasianin dilihat kurang larut dalam larutan etanol kerana interaksi antara molekul etanol dan pigmen lebih lemah berbanding dengan air.

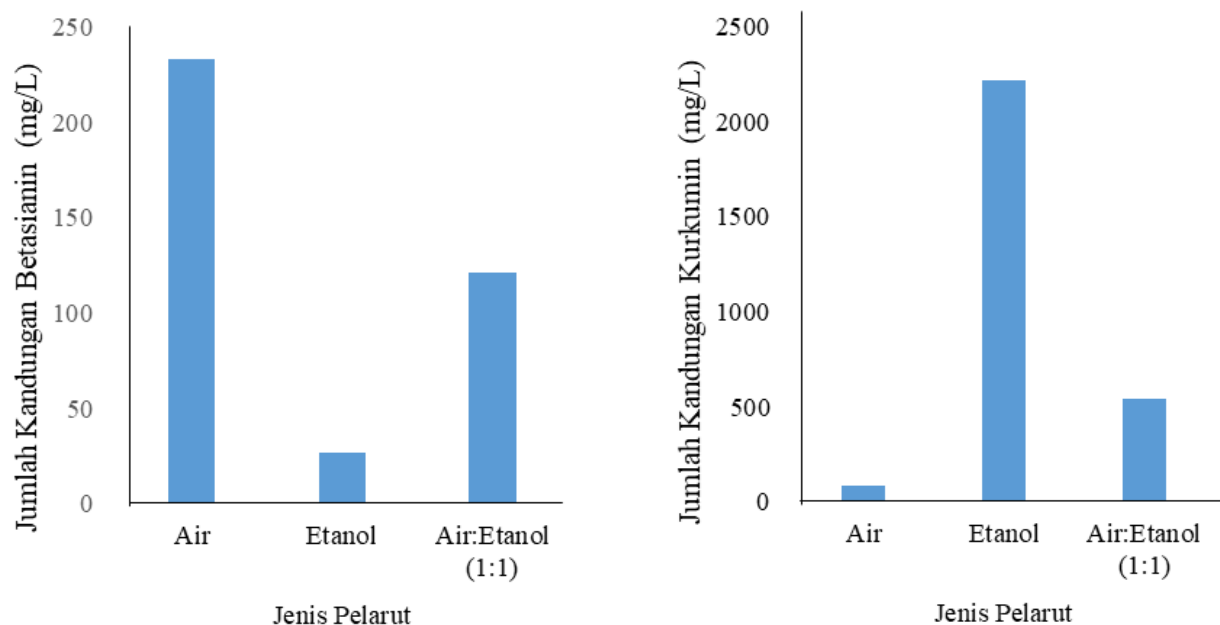
JADUAL 1. Peratus kandungan bahan di dalam formulasi pewarna kuku

Bahan	Peratus kandungan (%)
Ekstrak	50.0
Petrolatum	45.7
D-penthanol	2.0
Kalium Sorbat	0.8
Fenoksietanol	0.5
Minyak pokok teh	0.5
Asid sitrik	0.5

JADUAL 2. Kod pewarnaan pes pewarna kuku terhadap lima plat kuku berbeza daripada kalangan wanita berumur lingkungan 20-25 tahun

Plat kuku, N	Pes pewarna kuku berasaskan ekstrak	
	Buah naga	Kunyit
1	H1	C1
2	H2	C2
3	H3	C3
4	H4	C4
5	H5	C5

*N= Wanita berumur lingkungan 20-25 tahun



RAJAH 1. Jumlah kandungan pigmen dalam tiga pelarut berbeza; a) Ekstrak buah naga dan b) Ekstrak kunyit

Rajah 1(b) juga menunjukkan jumlah kandungan kurkumin yang dilarutkan pada tiga jenis larutan yang berbeza dan dapat dilihat kandungan pigmen kurkumin yang dilarutkan menggunakan etanol adalah lebih tinggi iaitu 2215.87 mg/L berbanding sampel ekstrak yang diekstrak menggunakan larutan air:etanol (1:1) dan air dengan jumlah kandungan pigmen masing-masing sebanyak 541.53 dan 23.33 mg/L. Hal ini disebabkan oleh molekul hidrofobik kurkumin yang mempunyai pertalian yang lebih tinggi dalam larutan semi polar seperti etanol berbanding pelarut polar seperti air. Sebaliknya, air merupakan larutan polar yang mempunyai dielektrik yang lebih tinggi dan keupayaan ikatan hidrogen yang lebih kuat berbanding etanol. Sifat ini menjadikannya kurang sesuai untuk melarutkan sebatian hidrofobik seperti kurkumin. Ringkasnya, keterlarutan dan kestabilan pigmen kurkumin daripada kunyit didapati lebih tinggi dalam etanol berbanding air menyebabkan pengekstrakan pigmen kurkumin menggunakan etanol lebih tinggi berbanding air. Akhirnya, kaedah pengekstrakan air untuk pigmen buah naga memberikan hasil sebanyak $20.08\% \pm 0.05$ manakala pengekstrakan etanol untuk pigmen kunyit memberikan hasil sebanyak $12.34\% \pm 0.03$.

PENCIRIAN PEWARNA KUKU

Spektrokopi FTIR

Rajah 2 menunjukkan spektrum FTIR bagi ekstrak buah naga yang diekstrak menggunakan pelarut air. Julat frekuensi yang digunakan adalah kawasan antara 400 hingga 4000 cm^{-1} . Kehadiran molekul pigmen betasianin dalam ekstrak yang dilarutkan dengan air dibuktikan dengan kehadiran kumpulan berfungsi O-H dengan regangan yang lebar dan sederhana pada frekuensi 3334 cm^{-1} serta regangan pada frekuensi 2924 cm^{-1} yang mewakili mod regangan bagi C-H dalam pigmen betasianin. Kajian terdahulu juga menyatakan bahawa puncak luas pada 3400 cm^{-1} sepadan dengan regangan O-H pada pigmen buah naga (Sambasevam et al. 2020). Seterusnya, puncak pada 1750 cm^{-1} mewakili regangan C=O dan penyerapan regangan cincin yang berlaku pada 1620 cm^{-1} menunjukkan ikatan C=C. Kehadiran kumpulan C-O asid karboksilik pula disahkan dengan kehadiran puncak pada frekuensi 1242 dan 1148 cm^{-1} dengan keamatan yang sederhana. Puncak ini hampir sepadan dengan kumpulan karboksilik dalam pigmen betasianin dalam buah naga berdasarkan kajian Sambasevam et al. (2020). Dalam kajian lepas, ikatan (C-O) asid karboksilik dengan keamatan yang sederhana dapat dilihat pada frekuensi 1308.44 cm^{-1} menunjukkan kehadiran pigmen betasianin dalam sampel ekstrak buah naga (Sambasevam et al. 2020).

Rajah 3 menunjukkan spektrum FTIR bagi ekstrak kunyit menggunakan pelarut etanol. Kehadiran molekul pigmen kurkumin dibuktikan dengan kehadiran kumpulan berfungsi O-H dengan regangan yang lebar pada frekuensi 3310 cm^{-1} menunjukkan sampel mempunyai regangan

O-H yang kuat manakala puncak pada frekuensi 2923 cm^{-1} mewakili regangan bagi kumpulan berfungsi C-H. Terdapat juga puncak pada frekuensi 1635 cm^{-1} menunjukkan kehadiran kumpulan berfungsi C=C serta puncak yang lebih ketara pada frekuensi 1511 cm^{-1} menunjukkan sampel mengandungi regangan C=O. Regangan C-O pula dapat disahkan apabila terdapat puncak pada frekuensi 1279 cm^{-1} . Keputusan FTIR tersebut menunjukkan kehadiran spektrum kurkumin tertentu apabila regangan O-H, regangan C=C dan regangan C-O mempunyai keputusan spektrum yang menghampiri spektrum seperti yang dilaporkan dalam kajian lepas oleh Nandiyanto et al. (2017). Jadual 3 menunjukkan data pencirian spektrum FTIR bagi ekstrak buah naga dan kunyit.

Profil Warna Pewarna Kuku

Jadual 4 menunjukkan profil warna kuku bagi pewarna kuku berasaskan buah naga dan kunyit sebelum dan selepas pewarna kuku dibersihkan. Pewarna kuku berasaskan buah naga memberikan warna ungu kemerahan yang sangat gelap selepas ekstrak ditambah bersama bahan formulasi pewarna kuku. Formulasi disapukan dan dibiarkan sehingga tujuh hari. Kertas turas kemudiannya dibersihkan dan pewarna kuku dilihat kurang memberikan warna pada kertas turas dengan hanya memberikan warna merah jambu cair. Warna pada kertas turas juga dilihat tidak tersebar secara sekata berbanding kertas turas yang disapu dengan pewarna kuku yang berasaskan ekstrak kunyit. Profil warna kertas turas adalah hampir sama bagi tempoh masa $t=1$ sehingga $t=7$ menunjukkan tempoh masa pemakaian kurang memberikan kesan pada keamatan warna pigmen.

Pewarna kuku berasaskan kunyit memberikan warna jingga terang selepas ekstrak ditambah bersama bahan formulasi pewarna kuku. Warna pada kertas turas selepas dibersihkan dapat diperhatikan seperti dalam Jadual 7. Pewarna kuku meninggalkan warna kuning pada kertas turas. Pada tempoh masa ($t=1$), warna kuning terang diperhatikan dan menjadi lebih pekat pada ($t=3$) dan ($t=7$). Hal ini menunjukkan tempoh masa pemakaian yang lama memberikan kesan pada keamatan warna pigmen kurkumin. Semakin lama pewarna kuku dibiarkan pada kertas turas, semakin pekat warna kuning yang ditinggalkan pada kertas turas.

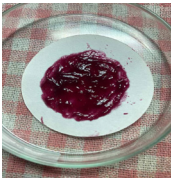
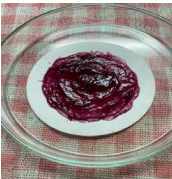
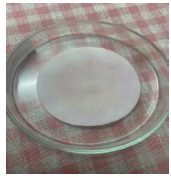
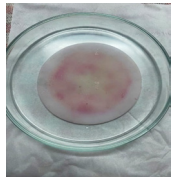
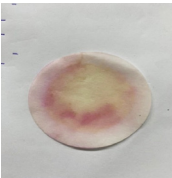
Ujian Ketelapan Air

Analisis peratus kandungan air yang diperoleh dan diulang sebanyak tiga kali adalah bagi meningkatkan kepercayaan keputusan kebolehtelapan air bagi pes pewarna kuku. Berdasarkan keputusan ujian, kandungan air yang menembusi kertas turas yang dilapisi pewarna kuku berasaskan ekstrak buah naga adalah lebih tinggi iaitu sebanyak $94.79\% \pm 5.19$ berbanding jisim kandungan air yang menembusi kertas turas yang dilapisi pewarna kuku berasaskan ekstrak kunyit iaitu sebanyak $67.58\% \pm 6.20$. Kedua-dua pewarna kuku tidak menghalang aliran air

JADUAL 3. Data pencirian spektrum inframerah bagi ekstrak buah naga dan kunyit

Sumber	Pencirian	Frekuensi (uji kaji) (cm^{-1})	Frekuensi (rujukan) (cm^{-1})	Rujukan
Buah naga	Regangan C-O	1148, 1242	1100, 1308	(Sambasevam et al. 2020)
	Regangan C=C	1620	1631	
	Regangan C=O	1750	-	
	Regangan C-H	2924	2933	
	Regangan O-H	3334	3377	
	Regangan aromatik C-H	992	-	
Kunyit	Regangan C-O	1279	1277	(Nandiyanto et. al. 2017)
	Regangan C=O	1511	-	
	Regangan C=C	1635	1510	
	Regangan C-H	2923	2924	
	Regangan O-H	3310	3426	
	Regangan aromatik C-H	991	-	

JADUAL 4. Profil warna pewarna kuku buah naga dan kunyit pada kertas turas

Pewarna kuku	Sebelum dan selepas dibersihkan menggunakan air	Tempoh masa formulasi pada permukaan kertas turas (hari)		
		t=1	t=3	t=7
Buah naga	Sebelum			
	Selepas			
Kunyit	Sebelum			
	Selepas			

untuk menembusi lapisan kedua kertas turas kerana tiada lapisan tegap terbentuk pada kertas turas lapisan pertama yang diwarnakan dengan pewarna kuku. Penyebaran air pada kertas turas kedua juga kelihatan ketara menunjukkan kebolehtelapan air yang tinggi pada kedua-dua pes pewarna kuku. Namun, keputusan ujian ini agak kurang tepat kerana jisim atau kandungan air dalam kertas turas mungkin berubah akibat penyejatan apabila dipindahkan ke atas neraca lembapan. Ini menunjukkan pewarna kuku yang menggunakan ekstrak buah naga mempunyai kebolehtelapan air yang lebih baik berbanding pewarna kuku daripada ekstrak kunyit.

Dalam ujian ketelapan air ini, adalah penting bagi memastikan pewarna kuku pada kertas turas lapisan pertama kering sepenuhnya sebelum memulakan ujian supaya ia tidak menambah jumlah kandungan awal air yang dititiskan iaitu sebanyak 0.15 mL. Pengurangan peratusan kandungan air berlaku adalah berkemungkinan disebabkan oleh penempatan kertas turas pada kedudukan yang tidak rata. Pertindihan kedua-dua kertas turas yang tidak betul juga boleh mengakibatkan gangguan aliran air daripada kertas turas pertama ke kertas turas seterusnya dan menjejaskan penilaian kebolehtelapan air. Selain itu, tempoh pemerhatian yang pendek iaitu selama 3 minit juga boleh menyebabkan kandungan peratusan air yang rendah. Maka, tempoh pemerhatian yang lebih lama diperlukan untuk resapan air berlaku bagi mendapatkan keputusan yang lebih tepat dalam mengukur kebolehtelapan air pewarna kuku.

Ujian ke atas Kuku Manusia

Jadual 5 menunjukkan pemerhatian keamatan warna berdasarkan tempoh pemakaian pewarna kuku selama 7 hari bagi pewarna kuku. Pada $t=0$, pewarna kuku berasaskan ekstrak buah naga memberikan warna ungu kemerahan pada kuku H1, H2 dan H5. Warna yang lebih terang dilihat pada hujung kuku sahaja. Hal ini berkemungkinan besar kerana lapisan keratin lebih tebal pada kawasan hujung kuku berbanding dengan kawasan pada akar kuku di mana sel kuku masih lembut dan mudah menyerap warna pigmen (Walters et al. 1983).

Namun demikian, pewarna kuku dilihat kurang memberikan warna pada kuku H3 dan H4 pada $t=0$. Pewarna kuku berasaskan pigmen ini hanya memberikan warna sejurus selepas pes dibersihkan namun dilihat semakin pudar pada hari yang berikutnya dan seterusnya. Hal ini berkemungkinan kerana pigmen betasianin yang terdapat dalam buah naga mempunyai keupayaan terhad untuk menembusi ke dalam kuku berbanding pigmen kurkumin. Struktur molekul kompleks betasianin yang mengandungi kumpulan berfungsi berkutub menjadikannya larut dalam air menyebabkan ciri ini menghalang keupayaannya untuk menembusi bahan bukan kutub seperti kuku, yang terdiri daripada keratin. Selain itu, molekul betasianin agak besar menjadikannya sukar untuk meresap melalui sel keratin yang padat yang membentuk plat kuku. Sebaliknya, pigmen

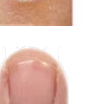
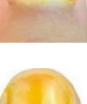
kurkumin daripada ekstrak kunyit bersifat lipofilik dalam kategori yang sama dengan lipid dan lemak. Sifat lipofilik ini membolehkan kurkumin berinteraksi dengan lebih baik berbanding pigmen betasianin dengan kandungan lipid yang terdapat dalam kuku dan menembusinya dengan lebih berkesan. Tambahan pula, pigmen betasianin agak kurang stabil dan mudah mengalami kemerosotan warna apabila terdedah dengan persekitaran seperti cahaya matahari.

Seterusnya, keamatan warna kuku yang berasaskan kunyit dilihat merebak secara sekata dan menyeluruh pada plat kuku yang diwarnakan sebaik sahaja pewarna kuku dibersihkan pada permukaan kuku. Pada $t=0$, pewarna kuku berasaskan ekstrak kurkumin memberikan warna kuning yang terang pada sampel kuku C1, C4 dan C5 manakala separa sekata pada sampel kuku C2 dan C3. Penyebaran warna yang sekata ini boleh berlaku kerana teknik penyebaran yang digunakan ketika menggunakan pes kunyit ini. Berus kecil telah digunakan untuk menyapu lapisan nipis pewarna kuku dengan berhati-hati bagi memastikan pewarna disebarkan secara sama rata ke seluruh permukaan plat kuku. Di samping itu, masa pewarnaan juga menjadi faktor penyebaran pewarna kuku yang sekata. Pigmen ini memerlukan masa untuk bertindak balas dan mengembangkan warnanya. Pewarna kuku dibiarkan pada permukaan kuku selama 2 jam memberi tempoh masa yang mencukupi untuk warna merebak dan meresap pada plat kuku menghasilkan penampilan warna yang seragam. Pigmen kurkumin ini juga telah diformulasikan supaya mempunyai ketekalan dan kelikatan yang sama seperti pewarna kuku inai semula jadi.

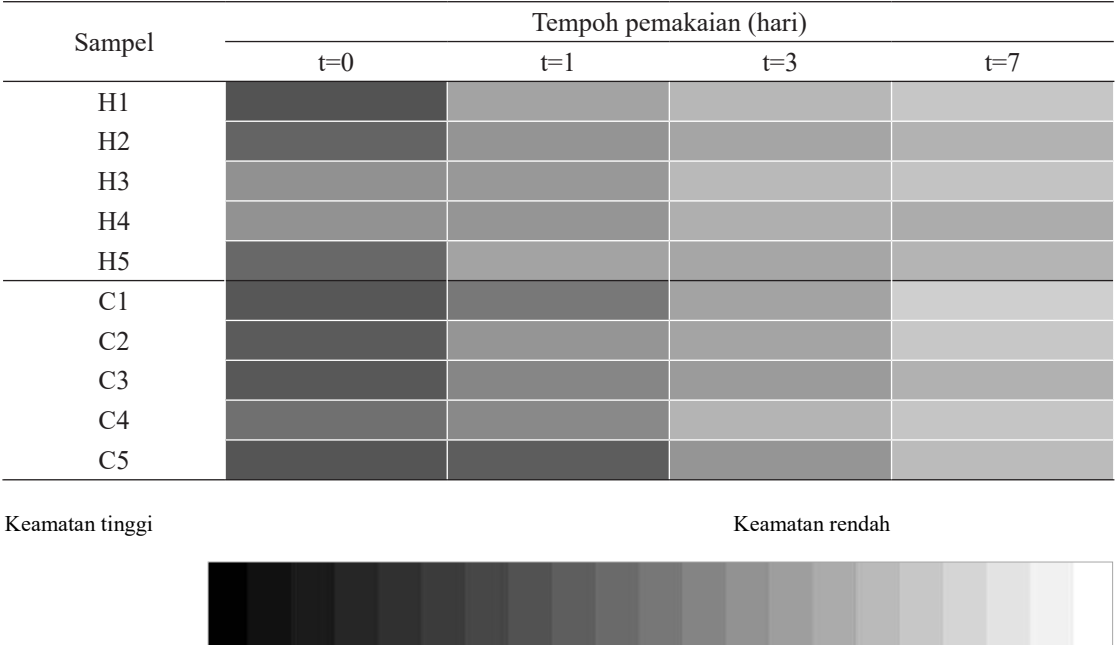
Pada $t=1$, warna kuning pada setiap kuku masih terang namun kurang sekata berbanding pemerhatian warna kuku pada hari pertama pemakaian. Hal ini berkemungkinan kerana kurkumin tidak dapat membentuk pengikatan yang kuat dengan protein seperti mana molekul lawson dalam inai. Molekul lawson mempunyai struktur rata dan satah yang membolehkan ia mudah menembusi plat kuku dan mengikat pada gentian keratin berbanding pigmen kurkumin yang mempunyai struktur yang lebih kompleks (Alihosseini & Sun 2011). Justeru, kurkumin tidak melekat dengan berkesan pada plat kuku membawa kepada pewarnaan yang kurang sekata dan menyeluruh. Warna kuning pada kuku C1, C2, C3 dan C5 kelihatan semakin pudar pada $t=3$ manakala kuku C4 pudar sepenuhnya. Keadaan ini disumbangkan oleh beberapa faktor antaranya adalah keadaan kuku, kesihatan kuku dan aktiviti seharian pemakai pewarna kuku. Misalnya, kekerapan sentuhan yang kerap dengan air, sabun dan minyak boleh menyumbang kepada penyingkiran kurkumin dengan mudah dari permukaan kuku. Pada $t=7$, warna kuning pada kesemua kuku pudar sepenuhnya.

Jadual 6 menunjukkan skala kelabu pewarna kuku yang dibangunkan bagi memaparkan keamatan atau kecerahan warna yang berbeza dalam imej kuku. Perwakilan skala kelabu ini menunjukkan keamatan warna sampel kerana ia memfokuskan semata-mata pada kecerahan setiap piksel

JADUAL 5. Warna kuku bagi tempoh 7 hari; a) ekstrak buah naga dan b) ekstrak kunyit

Ekstrak	Plat kuku, N	Tempoh pemakaian (hari)				
		Sebelum	t=0	t=1	t=3	t=7
a) Buah naga	H1					
	H2					
	H3					
	H4					
	H5					
b) Kunyit	C1					
	C2					
	C3					
	C4					
	C5					

JADUAL 6. Skala kelabu pewarna kuku



yang sepadan dengan tahap kecerahannya. Berdasarkan keputusan skala kelabu, keamatan tinggi pewarna kuku dapat dilihat pada hari t=0 dan t=1 namun berkurangan pada hari-hari yang berikutnya. Hal ini menunjukkan masa mempengaruhi keamatan warna pewarna kuku akibat proses degradasi pigmen. Hal ini kerana kebanyakan pigmen sensitif kepada cahaya ultraungu (UV) yang boleh menyebabkan pemecahan ikatan kimia yang akhirnya memudahkan warna pigmen. Semakin lama pendedahan kepada cahaya, semakin ketara kesan fotodegradasi mengakibatkan kecerahan warna berkurangan. Begitu juga dengan keamatan warna pewarna kuku berasaskan pigmen inai yang mana hanya dapat bertahan dalam tempoh tertentu iaitu 2 minggu sehingga 2 bulan sahaja berdasarkan keputusan kajian lepas (McMullen & Dell’Acqua 2023).

KESIMPULAN

Dalam penyelidikan ini, molekul betasianin daripada ekstrak buah naga dan molekul kurkumin daripada ekstrak kunyit digunakan sebagai bahan pewarna semula jadi bagi pewarna kuku yang telap air. Molekul pigmen betasianin memberikan warna ungu kemerahan manakala pigmen kurkumin daripada kunyit memberikan warna kuning terang. Kaedah pengekstrakan air dan etanol digunakan untuk mengekstrak pigmen daripada bahan mentah buah buah naga dan kunyit. Keputusan kajian menunjukkan pengekstrakan buah naga menggunakan air menghasilkan kandungan pigmen yang tinggi sebanyak 20.08% manakala larutan etanol menghasilkan kandungan pigmen yang tinggi bagi ekstrak kunyit iaitu sebanyak 12.34%.

Akhirnya, pewarna kuku berasaskan ekstrak buah naga dapat memberikan warna ungu kemerahan pada permukaan kuku manakala pewarna kuku berasaskan ekstrak kunyit memberikan warna kuning terang pada kuku dan kekal lebih lama.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Malaysia, Pusat Penyelidikan Polimer Universiti Kebangsaan Malaysia dan Universiti Kebangsaan Malaysia atas pembiayaan melalui geran FRGS/1/2019/STG01/UKM/02/15 dan GUP-2018-058 dan ST-2023-046 serta kemudahan penyelidikan yang disediakan.

RUJUKAN

Afandi, A., Lazim, A.M., Azwanida, N.N., Mumtaz, A.A., Othman, A. & Fazry, S. 2017. Antibacterial properties of crude aqueous *Hylocereus polyrhizus* peel extracts in lipstick formulation against Gram-positive and negative bacteria. *Malaysia Applied Biology* 46(2): 29-34.

Ainaa Eliah Abu Bakar, Rashidi Othman, Mastura Mohtar, Nur Hanie Mohd Latif, Wan Syibrah Hanisah Wan Sulaiman, Farah Ayuni Mohd Hatta & Razanah Ramya 2023. Antimicrobial activities of curcumin extracted from selected Zingiberaceae species as potential halal active pharmaceutical ingredient. *Journal of Halal Science and Technology* 2(1): 83-93.

- Alihosseini, F. & Sun, G. 2011. *Functional Textiles for Improved Performance, Protection and Health: 17- Antibacterial colorants for textiles*. Woodhead Publishing Series in Textiles: 376-403
- Ardila-Leal, L.D., Poutou-Piñales, R.A., Pedroza-Rodríguez, A.M. & Quevedo-Hidalgo, B.E. 2021. A brief history of colour, the environmental impact of synthetic dyes and removal by using laccases. *Molecules* 26(13): 3813.
- Che, J. & Yang, X. 2022. A recent (2009–2021) perspective on sustainable color and textile coloration using natural plant resources. *Heliyon* 8(10): e10979.
- Guerra, E., Lompart, M. & Garcia-Jares, C. 2018. Analysis of dyes in cosmetics: Challenges and recent developments. *Cosmetics* 5(3): 47.
- Ibrahim, N.N.A., Wan Mustapha, W.A., Sofian-seng, N.S., Lim, S.J., Mohd Razali, N.S., Teh, A.H., Rahman, H.A. & Mediani, A. 2023. A comprehensive review with future prospects on the medicinal properties and biological activities of *Curcuma caesia* Roxb. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2023: 7006565.
- Jamil, S.N.H., Ali, A.H., Feroz, S.R., Lam, S.D., Agustar, H.K., Mohd Abd Razak, M.R. & Latip, J. 2023. Curcumin and its derivatives as potential antimalarial and anti-inflammatory agents: A review on structure–activity relationship and mechanism of action. *Pharmaceuticals* 16(4): 609.
- McMullen, R.L. & Dell’Acqua, G. 2023. History of natural ingredients in cosmetics. *Cosmetics* 10(3): 2-31.
- Miranda, P.H.S., dos Santos, A.C., de Freitas, B.C.B., de Souza Martins, G.A., de Barros Vilas Boas, E.V. & Damiani, C. 2021. A scientific approach to extraction methods and stability of pigments from Amazonian fruits. *Trends in Food Science & Technology* 113: 335-345.
- Mohd Hatta, F.A., Mat Ali, Q.A., Mohd Kashim, M.I.A., Othman, R., Abd Mutalib, S. & Mohd Nor, N.H. 2023. Recent advances in halal bioactive materials for intelligent food packaging indicator. *Foods* 12(12): 2387.
- Nandiyanto, A.B.D., Wiryani, A.S., Rusli, A., Purnamasari, A., Abdullah, A.G., Ana, Widiaty, I. & Hurriyati, R. 2017. Extraction of curcumin pigment from Indonesian local turmeric with its infrared spectra and thermal decomposition properties. *Materials Science and Engineering* 180: 012136.
- Priya, M. M., Rajan, C. P. & Lavanya, M. 2020. Use of Natural Pigments as Colorants in Cosmetics – A Review. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research* 7(3): 907-917
- Sambasevam, K.P., Yunos, N., Mohd Rashid, H.N., Baharin, S.N.A., Suhaimi, N.F., Raoov, M. & Shahabuddin, S. 2020. Optimization of natural colour extraction from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *Scientific Research Journal* 17(2): 33-44.
- Singam, R.T., Marsi, N., Hamzah, A.A. & Yasin, F.M. 2020. Performance of organic dyes for textile cotton fabric. *International Journal of Nanoelectronics and Materials* 13: 289-300.
- Taharuddin, N.H., Jumaidin, R., Mansor, M.R., Hazrati, K.Z., Tarique, J., Asyraf, M.R.M. & Razman, M.R. 2023. Unlocking the potential of lignocellulosic biomass dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) in bioplastics, biocomposites and various commercial applications. *Polymers* 15(12): 2654.
- Walters, K. A. & Flynn, G. L. 1983. Permeability Characteristic of the Human Nail Plate. *International Journal of Cosmetic Science* 5(6): 231-246
- Yen, T.T., Quan, T.H., Nhung, H.T.H., Tram, G.P.N., Karnjanapratum, S. & Benjakul, S. 2022. Development of antioxidative red dragon fruit bar by using response surface methodology for formulation optimization. *Applied Food Research* 2(2): 100173.

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: su_ramli@ukm.edu.my