Amali Fotosintesis 1: Kromatografi Kertas Pigmen Daun

Draf untuk perbincangan

Tujuan

Memisahkan pigmen fotosintesis daripada daun bayam Brazil (*Alternanthera sissoo*) dan mengkaji kesan jenis pelarut dan jenis kertas terhadap pemisahan pigmen.

Konsep

Pigmen seperti klorofil dan karotenoid terdapat dalam fotosistem di dalam kloroplas. Pigmen ini menyerap tenaga cahaya untuk tindak balas cahaya fotosintesis. Setiap pigmen mempunyai keterlarutan dan daya tarikan yang berbeza terhadap kertas, maka setiap pigmen bergerak pada jarak yang berbeza.

Dalam kromatografi kertas, pelarut pengembang naik melalui kertas secara tindakan kapilari dan bertindak sebagai fasa bergerak, manakala kertas kromatografi mengandungi fasa pegun. Pigmen terpisah kerana setiap pigmen mempunyai interaksi yang berbeza dengan kedua-dua fasa tersebut.

Istilah yang digunakan: **jalur kertas** ialah kepingan kertas bersaiz 2 cm × 15 cm. **Jalur pigmen** ialah jalur warna yang terpisah pada jalur kertas. **Hadapan pelarut** ialah garisan tertinggi yang dicapai oleh pelarut. **Pelarut pengekstrakan** mengeluarkan pigmen daripada daun, manakala **pelarut pengembang** ialah pelarut dalam balang yang menggerakkan pigmen di atas kertas. Pelarut yang baik untuk mengekstrak tidak semestinya baik untuk memisahkan pigmen.

Pemboleh ubah

- **Dimanipulasikan:** dua faktor, iaitu jenis pelarut pengembang (aseton dan etanol) dan jenis kertas (kertas turas, kertas penapis kopi, tuala kertas)
- **Bergerak balas:** bilangan jalur pigmen, kejelasan jalur dan nilai faktor penahanan (Rf)
- **Dimalarkan:** jenis daun, jisim daun (2 g), pelarut pengekstrakan (5 mL aseton bagi semua rawatan), saiz jalur kertas (2 cm × 15 cm), kedalaman pelarut dalam balang (1 cm), bilangan titisan ekstrak (10 titisan), suhu bilik

Reka bentuk eksperimen: dua faktor

Eksperimen ini menguji dua faktor serentak, iaitu jenis pelarut dan jenis kertas. Reka bentuk yang menguji semua gabungan beberapa faktor dipanggil eksperimen faktorial.

- **Faktor** ialah pemboleh ubah dimanipulasikan yang diuji. Eksperimen ini mempunyai 2 faktor: pelarut dan kertas.
- **Aras** ialah pilihan dalam setiap faktor. Faktor pelarut mempunyai 2 aras (aseton dan etanol). Faktor kertas mempunyai 3 aras (kertas turas, kertas penapis kopi dan tuala kertas).

- **Rawatan** ialah satu gabungan aras daripada setiap faktor, contohnya aseton dengan kertas turas. Bilangan rawatan = 2 aras pelarut × 3 aras kertas = 6 rawatan.
- **Ulangan** ialah bilangan kali setiap rawatan dijalankan. Setiap rawatan diulang 3 kali, jadi jumlah jalur kertas = 6 rawatan × 3 ulangan = 18 jalur kertas.

Rawatan	Pelarut	Kertas	Label jalur
1	Aseton	Kertas turas	A-KT-1, A-KT-2, A-KT-3
2	Aseton	Kertas penapis kopi	A-KK-1, A-KK-2, A-KK-3
3	Aseton	Tuala kertas	A-TK-1, A-TK-2, A-TK-3
4	Etanol	Kertas turas	E-KT-1, E-KT-2, E-KT-3
5	Etanol	Kertas penapis kopi	E-KK-1, E-KK-2, E-KK-3
6	Etanol	Tuala kertas	E-TK-1, E-TK-2, E-TK-3

Kod label: A = aseton, E = etanol, KT = kertas turas, KK = kertas penapis kopi, TK = tuala kertas, dan nombor akhir ialah ulangan.

Mengapa menguji dua faktor serentak?

Kesan satu faktor mungkin bergantung pada faktor yang satu lagi. Contohnya, aseton mungkin memberi jalur paling jelas pada kertas turas tetapi tidak pada tuala kertas. Keadaan ini dipanggil interaksi, dan ia hanya dapat dikesan jika semua gabungan diuji.

Mengapa perlu ulangan?

Satu jalur boleh gagal kerana kesilapan kecil, contohnya titik ekstrak terlalu besar. Tiga ulangan menunjukkan sama ada keputusan konsisten dan membolehkan purata dikira. Contoh: tiga nilai Rf karotena ialah 0.88, 0.90 dan 0.92. Purata = (0.88 + 0.90 + 0.92) ÷ 3 = 2.70 ÷ 3 = 0.90.

Ulangan yang bebas

Tiga jalur kertas yang menggunakan ekstrak yang sama, atau dikembangkan dalam balang yang sama, bukan ulangan yang bebas. Kesilapan dalam ekstrak atau balang itu akan berulang dalam ketiga-tiga jalur kertas. Oleh itu:

- Ulangan 1, 2 dan 3 dijalankan dalam tiga sesi yang berasingan, sebaik-baiknya pada hari yang berbeza.
- Dalam setiap sesi, sediakan satu ekstrak aseton yang baharu dan gunakannya untuk keenam-enam rawatan.
- Setiap jalur kertas dikembangkan dalam balangnya sendiri dengan pelarut pengembang yang baharu, jadi setiap sesi memerlukan 6 balang.

Ujian adil dan susunan rawak

Hanya dua faktor ini yang diubah. Semua pemboleh ubah lain dimalarkan seperti yang disenaraikan di atas. Dalam setiap sesi, tentukan susunan enam rawatan secara rawak, contohnya dengan mencabut nombor 1 hingga 6 daripada bekas. Rekodkan balang dan masa bagi setiap jalur kertas. Ini memastikan perubahan suhu bilik atau kemahiran yang bertambah sepanjang sesi tidak memihak kepada satu rawatan sahaja.

Cara membentangkan keputusan

Kira purata tiga ulangan bagi setiap rawatan dan isikan dalam jadual dua hala. Bandingkan baris untuk melihat kesan pelarut, dan bandingkan lajur untuk melihat kesan kertas.

Pelarut pengembang	Kertas turas	Kertas penapis kopi	Tuala kertas
Aseton	Purata bilangan jalur pigmen: ... Purata kejelasan: ...	Purata bilangan jalur pigmen: ... Purata kejelasan: ...	Purata bilangan jalur pigmen: ... Purata kejelasan: ...
Etanol	Purata bilangan jalur pigmen: ... Purata kejelasan: ...	Purata bilangan jalur pigmen: ... Purata kejelasan: ...	Purata bilangan jalur pigmen: ... Purata kejelasan: ...

Rekodkan nilai Rf bagi setiap jalur pigmen yang dapat dibezakan dalam jadual rekod, dengan nama yang sama bagi jalur yang sama (contohnya Pigmen 1 untuk jalur yang paling jauh dari garisan dasar). Nombor pigmen menunjukkan kedudukan jalur pada kromatogram, bukan pengenalan kimia pigmen. Pigmen 1 dalam satu rawatan tidak semestinya bahan yang sama dengan Pigmen 1 dalam rawatan yang lain. Jika sesuatu jalur pigmen tidak kelihatan atau bertindih, tulis "tidak dapat ditentukan", bukan sifar. Skor kejelasan 1 hingga 3 ialah skor tertib, jadi puratanya hanya digunakan sebagai gambaran ringkas.

Peralatan pelindung diri

Sediakan peralatan pelindung diri (personal protective equipment, PPE) ini sebelum memulakan amali. Pakai sehingga semua sisa dilupuskan dan meja dibersihkan.

Peralatan	Bila dipakai	Sebab
Cermin mata keselamatan	Sepanjang amali	Melindungi mata daripada percikan aseton, etanol dan ekstrak
Sarung tangan nitril pakai buang	Semasa menyukat pelarut, menumbuk daun, menitiskan ekstrak, mengendalikan balang dan melupuskan sisa	Sarung tangan nitril pakai buang yang nipis hanya memberikan perlindungan terhad terhadap percikan aseton yang tidak disengajakan. Aseton boleh menembusi sesetengah sarung tangan nitril dalam masa kurang daripada 1 minit, manakala masa penembusan sekitar 1 hingga 3 minit dilaporkan bagi beberapa jenis sarung tangan nitril biasa.

Peralatan	Bila dipakai	Sebab
		Tanggalkan dan gantikan sarung tangan dengan segera jika terkena aseton. Jangan gunakan sarung tangan nitril pakai buang biasa untuk sentuhan berpanjangan atau merendam tangan dalam aseton. Semak kesesuaian sarung tangan berdasarkan maklumat ketahanan kimia pengeluar. Bagi tugasan yang berisiko tinggi terdedah kepada aseton, gunakan sarung tangan yang dinilai tahan aseton mengikut penilaian risiko kimia makmal
Kot makmal (di rumah: baju berlengan panjang)	Sepanjang amali	Melindungi kulit dan pakaian daripada percikan
Kasut bertutup	Sepanjang amali	Melindungi kaki jika bekas pelarut tumpah atau pecah
Bekas sisa kimia berlabel	Diletakkan di atas meja sebelum amali bermula	Tempat membuang baki pelarut dan ekstrak dengan selamat

Bahan dan radas

Lajur ketiga menunjukkan pengganti bagi orang ramai yang menjalankan amali ini di rumah.

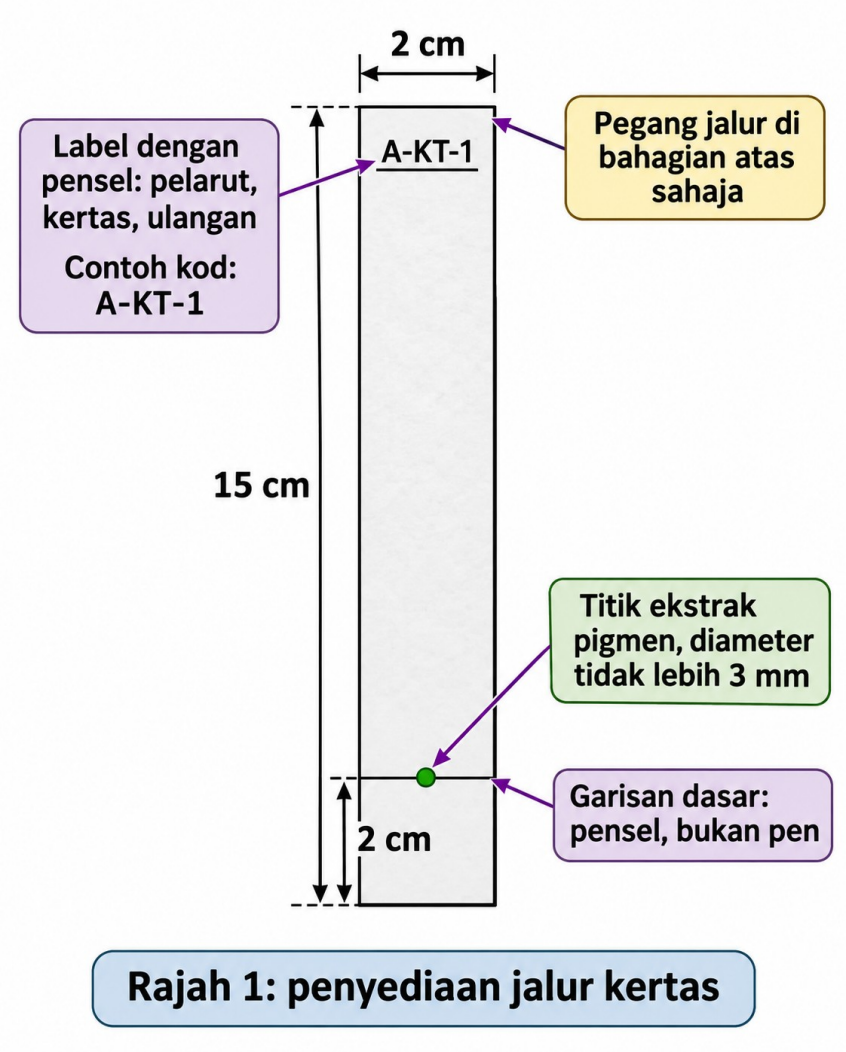
Bahan atau radas	Kegunaan	Alternatif di rumah
Daun bayam Brazil segar, kira-kira 2 g bagi setiap ekstrak	Sumber pigmen fotosintesis	Sama
Aseton gred makmal (semak label dan helaian data keselamatan sebelum digunakan)	Pelarut pengekstrakan bagi semua rawatan, dan pelarut pengembang pertama	Aseton gred makmal, digunakan dengan pengawasan orang dewasa. Penanggal pengilat kuku tidak sesuai kerana mengandungi bahan tambahan
Etanol, sekurang-kurangnya 95%	Pelarut pengembang kedua untuk dibandingkan	Sama
Gunting	Memotong daun kecil-kecil supaya mudah	Sama

Bahan atau radas	Kegunaan	Alternatif di rumah
	ditumbuk	
Penimbang elektronik	Menimbang 2 g daun	Penimbang dapur digital
Mortar dan alu	Menumbuk daun untuk memecahkan sel dan membebaskan pigmen ke dalam pelarut	Lesung batu dan anak lesung
Pasir bersih, kira-kira 0.5 g	Bertindak sebagai bahan pelelas yang membantu memecahkan dinding sel	Pasir halus yang dibasuh dan dikeringkan
Silinder penyukat 10 mL	Menyukat 5 mL pelarut	Picagari 5 mL tanpa jarum
Bekas kaca kecil bertutup	Menyimpan ekstrak supaya pelarut tidak tersejat	Botol kaca kecil bertutup
Tiub kapilari	Menitiskan ekstrak sebagai titik yang kecil	Pencungkil gigi atau lidi
Jalur kertas 2 cm × 15 cm: kertas turas, kertas penapis kopi dan tuala kertas	Medium tempat pigmen dipisahkan	Sama
Pensel dan pembaris	Melukis garisan dasar, menandakan hadapan pelarut dan mengukur jarak. Gunakan pensel kerana dakwat pen akan larut dan bergerak bersama pelarut	Sama
Balang kaca bertutup yang cukup tinggi supaya jalur yang tergantung pada lidi di bawah leher balang tercelup kira-kira 0.5 cm (rujuk Rajah 2). Jika penutup tiada, gunakan kerajang aluminium	Kebuk kromatografi	Sama
Lidi sate dan pita pelekat	Menggantung jalur kertas secara tegak di dalam balang (rujuk Rajah 2)	Sama
Peralatan pelindung diri (rujuk bahagian Peralatan pelindung diri)	Melindungi mata dan kulit daripada pelarut	Sama
Telefon pintar	Merakam video dan mengambil gambar kromatogram	Sama

Prosedur

A. Sediakan jalur kertas

1. Potong jalur kertas bersaiz 2 cm × 15 cm daripada setiap jenis kertas. Pegang jalur pada hujung atas sahaja kerana minyak jari mengganggu pergerakan pelarut.
2. Lukis garisan dasar dengan pensel, 2 cm dari hujung bawah jalur.
3. Tulis label dengan pensel di hujung atas: pelarut, kertas dan ulangan. Contoh: A-KT-1 bermaksud aseton, kertas turas, ulangan 1.



Rajah 1: penyediaan jalur kertas

B. Sediakan ekstrak pigmen

1. Pakai cermin mata keselamatan, sarung tangan dan kot makmal. Basuh daun dan keringkan dengan tisu. Buang urat tengah yang tebal kerana ia mengandungi sedikit pigmen.
2. Timbang 2 g daun. Potong kecil-kecil, kira-kira 0.5 cm, dengan gunting dan masukkan ke dalam mortar.

3. Tambah kira-kira 0.5 g pasir dan 2 mL aseton. Tumbuk dengan alu menggunakan gerakan menekan dan memutar selama 2 hingga 3 minit.
4. Tambah baki 3 mL aseton dan tumbuk lagi selama 1 minit sehingga terhasil cecair hijau gelap. Jika ekstrak kelihatan cair, rekodkan pemerhatian ini. Jangan ubah jisim daun atau isi padu aseton kerana kedua-duanya mesti malar bagi semua rawatan.
5. Biarkan cecair mendap selama 1 hingga 2 minit. Tuang bahagian atas yang jernih ke dalam bekas kaca kecil dan tutup segera.
6. Simpan ekstrak di tempat gelap dan gunakan pada hari yang sama kerana pigmen terurai apabila terdedah kepada cahaya.
7. Gunakan ekstrak aseton yang sama untuk keenam-enam rawatan dalam satu sesi. Aseton atau etanol yang dibandingkan hanya digunakan sebagai pelarut pengembang di dalam balang. Ini memastikan perbezaan keputusan disebabkan oleh pelarut pengembang, bukan oleh cara pigmen diekstrak.

C. Titiskan ekstrak pada garisan dasar

1. Celup hujung tiub kapilari atau pencungkil gigi ke dalam ekstrak. Sentuh perlahan di tengah garisan dasar sehingga terbentuk titik berdiameter tidak lebih daripada 3 mm.
2. Biarkan titik kering selama 10 hingga 20 saat sebelum titisan seterusnya di tempat yang sama. Biarkan kering sendiri di tempat berpengudaraan. Jangan gunakan pengering rambut kerana wap pelarut mudah terbakar.
3. Titiskan tepat 10 kali bagi setiap jalur kertas dan rekodkan bilangan ini. Bilangan titisan mesti sama bagi semua rawatan. Titik yang kecil dan pekat menghasilkan jalur yang tajam, manakala titik yang besar menghasilkan jalur yang kabur dan bertindih.

D. Jalankan kromatografi

1. Tuang pelarut pengembang bagi rawatan itu (aseton atau etanol) ke dalam balang hingga kedalaman 1 cm. Setiap jalur kertas dikembangkan dalam balangnya sendiri. Tutup balang selama 5 minit supaya udara di dalamnya tepu dengan wap pelarut. Ini mengurangkan penyejatan pelarut dari permukaan kertas dan menghasilkan larian yang sekata.
2. Gantung jalur kertas secara tegak. Potong lidi sate mengikut lebar dalam balang supaya lidi muat sepenuhnya di dalam balang, di bawah bahagian leher. Lekatkan hujung atas jalur pada bahagian tengah lidi menggunakan pita pelekat, kemudian letakkan lidi melintang di dalam balang supaya penutup masih boleh dipasang.
3. Pastikan hujung bawah jalur tercelup kira-kira 0.5 cm ke dalam pelarut dan garisan dasar berada di atas paras pelarut. Jika garisan dasar tenggelam, pigmen akan larut ke dalam pelarut dan tidak bergerak naik.
4. Pastikan jalur kertas tidak menyentuh dinding balang, kemudian pasang penutup balang (atau balut mulut balang dengan kerajang aluminium) dan jangan gerakkan balang.
5. Biarkan pelarut naik selama kira-kira 10 hingga 30 minit, bergantung pada pelarut dan jenis kertas. Rakam proses ini dengan mod selang masa (time-lapse) pada telefon.
6. Keluarkan jalur apabila hadapan pelarut berada kira-kira 1 cm dari hujung atas. Tandakan hadapan pelarut dengan pensel serta-merta kerana pelarut tersejat dengan cepat.

7. Keringkan jalur di tempat teduh selama 2 hingga 3 minit. Bulatkan setiap jalur pigmen dengan pensel serta-merta kerana warna pigmen pudar dalam cahaya.
8. Ambil gambar kromatogram di atas latar belakang putih dengan pembaris diletakkan di sebelahnya.



Rajah 2: cara menggantung jalur kertas

Pilih balang kaca yang cukup tinggi supaya hujung jalur tercelup kira-kira 0.5 cm apabila lidi berada di bawah leher balang. Jika perlu, laraskan panjang pita pelekat. Penutup mesti boleh dipasang tanpa menyentuh lidi atau jalur kertas.

E. Ukur dan rekod

1. Ukur jarak dari garisan dasar ke bahagian tengah setiap jalur pigmen, dalam cm hingga satu tempat perpuluhan.
2. Ukur jarak dari garisan dasar ke hadapan pelarut.
3. Rekod warna, jarak dan kejelasan setiap jalur. Kejelasan dinilai pada skala 1 hingga 3: 1 = kabur dan bertindih, 2 = sederhana, 3 = jelas dan terpisah.

4. Ulang bagi setiap gabungan pelarut dan kertas. Terdapat 2 pelarut × 3 kertas = 6 gabungan. Dengan 3 ulangan bagi setiap gabungan, jumlah jalur ialah 6 × 3 = 18 jalur.

Contoh jadual rekod:

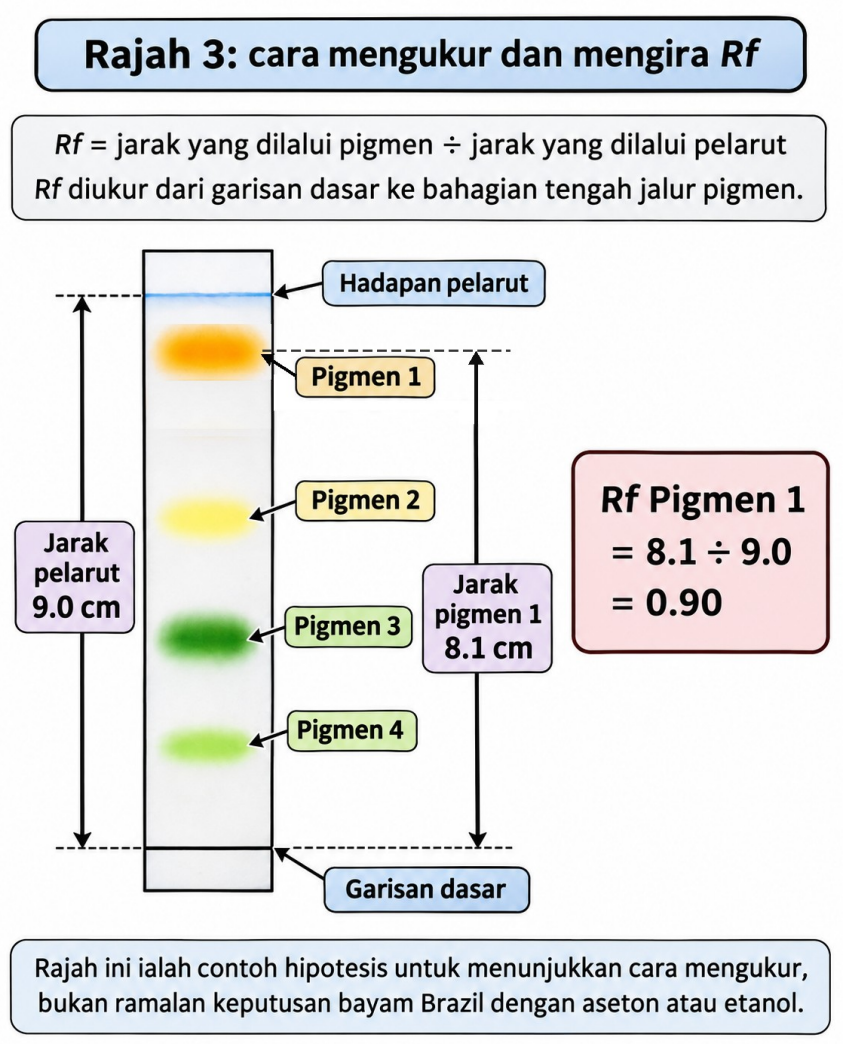
Label jalur	Warna jalur	Jarak jalur (cm)	Jarak pelarut (cm)	Rf	Kejelasan (1 hingga 3)
A-KT-1	Jingga kekuningan	8.1	9.0	0.90	3

Pengiraan faktor penahanan (Rf)

Rf = jarak yang dilalui pigmen ÷ jarak yang dilalui pelarut

Kedua-dua jarak diukur dari garisan dasar. Nilai Rf tidak mempunyai unit kerana nilai ini ialah nisbah antara dua jarak yang diukur dalam unit yang sama.

Contoh: jalur pigmen bergerak 4.5 cm dan pelarut bergerak 9.0 cm. Rf = 4.5 ÷ 9.0 = 0.50.



Rajah ini ialah contoh hipotesis untuk menunjukkan cara mengukur, bukan ramalan keputusan bayam Brazil dengan aseton atau etanol. Jalur pigmen dinamakan Pigmen 1, 2, 3 dan 4 mengikut jaraknya dari garisan dasar. Setiap jalur pigmen diukur dengan cara yang sama, dari garisan dasar ke bahagian tengah jalur.

Pemerhatian yang mungkin diperoleh

Jadual ini ialah panduan umum berdasarkan kromatografi dengan pelarut campuran yang kurang berkutub. Ia bukan jangkaan pasti bagi aseton atau etanol sahaja.

Pigmen	Warna	Catatan
Karotena	Jingga kekuningan	Dalam pelarut campuran, biasanya bergerak paling jauh
Xantofil	Kuning	Karotenoid yang membantu menyerap cahaya dan melindungi fotosistem
Klorofil a	Hijau kebiruan	Pigmen utama di pusat tindak balas fotosistem

Pigmen	Warna	Catatan
Klorofil b	Hijau kekuningan	Pigmen aksesori; dalam pelarut campuran, biasanya paling dekat dengan garisan dasar

Dengan aseton atau etanol sahaja, pigmen mungkin tidak terpisah dengan jelas, bilangan jalur pigmen mungkin kurang dan susunannya mungkin berbeza. Pengenalan pigmen berdasarkan warna sahaja adalah tentatif. Jalur pigmen yang bertindih, calitan hijau atau pemisahan yang lemah ialah keputusan yang sah, bukan kegagalan, dan mesti direkodkan. Perbezaan prestasi antara gabungan pelarut dan kertas itulah yang dikaji dalam eksperimen ini.

Nota: kadangkala jalur kelabu muncul. Ini mungkin feofitin, iaitu terbitan klorofil yang terbentuk apabila ion magnesium tersingkir daripada molekul klorofil, contohnya dalam keadaan berasid. Kehadirannya tidak dapat disahkan melalui warna sahaja.

Masalah lazim dan penyelesaian

Masalah	Punca yang mungkin	Penyelesaian
Jalur kabur atau bertindih	Titik ekstrak terlalu besar atau terlalu cair	Pastikan setiap titisan kecil dan keringkan titik antara titisan. Gunakan bilangan titisan yang sama, iaitu 10 titisan, bagi semua rawatan
Warna jalur pucat	Ekstrak terlalu cair	Rekodkan pemerhatian. Bagi sesi berikutnya, pastikan jisim daun, isi padu aseton dan tempoh menumbuk sama bagi semua rawatan
Pigmen tidak naik dan pelarut di dasar balang menjadi hijau	Garisan dasar berada di bawah paras pelarut	Kurangkan pelarut kepada kedalaman 1 cm dan pastikan garisan dasar 2 cm dari hujung bawah
Hadapan pelarut senget	Jalur menyentuh dinding balang atau tidak tergantung tegak	Gantung jalur tegak di tengah balang
Pelarut berhenti naik sebelum sampai ke atas	Balang tidak ditutup dan pelarut tersejat	Tutup balang rapat sepanjang larian
Tuala kertas koyak atau hadapan pelarut tidak sekata	Tuala kertas lembut dan berlapis	Kendalikan dengan berhati-hati dan rekod pemerhatian ini sebagai sebahagian keputusan
Hanya satu calitan hijau, tiada pemisahan	Pelarut pengembang tunggal tidak cukup memisahkan pigmen	Ini keputusan yang sah. Rekodkan dan bandingkan dengan rawatan lain

Keselamatan

- Di sekolah dan makmal, aseton dan etanol hanya digunakan dengan kebenaran dan pengawasan guru atau pegawai makmal, mengikut penilaian risiko makmal tersebut.
- Di rumah, amali ini hanya dijalankan dengan pengawasan orang dewasa, menggunakan isi padu pelarut yang paling kecil.
- Aseton dan etanol mudah terbakar. Jalankan amali di tempat berpengudaraan baik, jauh daripada api, termasuk dapur gas, dan jauh daripada alat elektrik yang panas.
- Pakai peralatan pelindung diri sepanjang amali. Jangan hidu wap pelarut secara langsung.
- Sentiasa tutup balang dan bekas ekstrak apabila tidak digunakan.
- Gunakan bekas kaca kerana aseton boleh melarutkan sesetengah jenis plastik.
- Kumpulkan baki pelarut dan ekstrak dalam bekas sisa kimia yang berlabel, dan lupuskan mengikut prosedur makmal atau institusi. Jangan tuang ke dalam sinki dan jangan sengaja menyejatkannya ke udara.
- Basuh tangan selepas amali.

Panduan video pelajar

- Rakam setiap langkah, termasuk percubaan yang gagal dan cara membaikinya.
- Tunjukkan pengukuran dan pengiraan Rf dengan jelas.
- Tunjukkan dengan jelas cara menumbuk daun, saiz titik ekstrak dan cara jalur kertas digantung, kerana langkah inilah yang paling kerap menyebabkan kegagalan.
- Gunakan mod selang masa (time-lapse) semasa pelarut naik.
- Terangkan mengapa pigmen penting dalam fotosistem untuk menyerap tenaga cahaya.
- Gunakan Bahasa Melayu sepanjang video. Sebut istilah bahasa Inggeris bagi setiap istilah penting pada kali pertama ia digunakan, berpandukan Glosari dwibahasa, contohnya "hadapan pelarut (solvent front)".

Glosari dwibahasa

Istilah Bahasa Melayu dan padanan bahasa Inggeris yang perlu diketahui oleh pelajar sains.

Konsep sains

Bahasa Melayu	English
Fotosintesis	Photosynthesis
Kloroplas	Chloroplast
Fotosistem	Photosystem
Pusat tindak balas	Reaction centre
Tindak balas cahaya	Light reactions (light-dependent reactions)
Pigmen fotosintesis	Photosynthetic pigment

Bahasa Melayu	English
Pigmen aksesori	Accessory pigment
Klorofil a, klorofil b	Chlorophyll a, chlorophyll b
Karotenoid	Carotenoid
Karotena	Carotene
Xantofil	Xanthophyll
Feofitin	Pheophytin
Berkutub, kurang berkutub	Polar, less polar
Keterlarutan	Solubility

Kromatografi dan radas

Bahasa Melayu	English
Kromatografi kertas	Paper chromatography
Kromatogram	Chromatogram
Fasa pegun	Stationary phase
Fasa bergerak	Mobile phase
Pelarut pengekstrakan	Extraction solvent
Pelarut pengembang	Developing solvent
Ekstrak pigmen	Pigment extract
Jalur kertas	Paper strip
Jalur pigmen	Pigment band
Garisan dasar	Baseline (origin line)
Titik ekstrak	Sample spot
Hadapan pelarut	Solvent front
Faktor penahanan (Rf)	Retardation factor (Rf)
Kebuk kromatografi	Chromatography chamber (developing tank)
Tepu dengan wap pelarut	Saturated with solvent vapour
Kertas turas	Filter paper
Mortar dan alu	Mortar and pestle

Bahasa Melayu	English
Lidi sate	Bamboo skewer
Tiub kapilari	Capillary tube
Silinder penyukat	Measuring cylinder
Picagari	Syringe
Kerajang aluminium	Aluminium foil
Aseton	Acetone (propanone)
Etanol	Ethanol
Tindakan kapilari	Capillary action
Pemisahan pigmen	Pigment separation
Kertas penapis kopi	Coffee filter paper
Tuala kertas	Paper towel
Pita pelekat	Adhesive tape

Reka bentuk eksperimen

Bahasa Melayu	English
Pemboleh ubah dimanipulasikan	Independent variable (manipulated variable)
Pemboleh ubah bergerak balas	Dependent variable (responding variable)
Pemboleh ubah dimalarkan	Controlled variable (constant variable)
Ujian adil	Fair test
Eksperimen faktorial	Factorial experiment
Faktor	Factor
Aras	Level
Rawatan	Treatment
Ulangan	Replicate
Ulangan bebas	Independent replicate
Interaksi	Interaction
Susunan rawak	Random order (randomisation)

Bahasa Melayu	English
Purata	Mean
Skor tertib	Ordinal score
Kejelasan jalur pigmen	Band clarity
Pemboleh ubah pengeliru	Confounding variable

Keselamatan

Bahasa Melayu	English
Mudah terbakar	Flammable
Penilaian risiko	Risk assessment
Helaian data keselamatan	Safety data sheet (SDS)
Gred makmal	Laboratory grade
Sisa kimia	Chemical waste
Peralatan pelindung diri	Personal protective equipment (PPE)
Cermin mata keselamatan	Safety goggles
Sarung tangan nitril pakai buang	Disposable nitrile gloves
Kot makmal	Laboratory coat