

## Penentuan kandungan sukrosa dan terbitannya dalam sayuran kebuniti

*(Determination of sucrose and its derivatives content in kebuniti vegetables)*

Mohd Nazrul Hisham Daud, Mohd Lip Jabit dan Nur Syafini Ghazali

Kata kunci: terbitan gula, sukrosa, glukosa, fruktosa, maltosa, sayuran kebuniti

### Pengenalan

Pertanian bandar ataupun kebun kebuniti (kebuniti) telah menjadi agenda penting dalam menyokong keterjaminan makanan negara. Kebuniti didefinisikan oleh United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) sebagai satu amalan tradisi pertanian yang diperkenalkan ke kawasan bandar yang melibatkan pengeluaran hasil pertanian, bermula dengan aktiviti menanam, memproses dan mengagihkan makanan secara intensif kepada golongan atau lokasi yang disasarkan. Kewujudan pertanian bandar pada dasarnya adalah dipengaruhi oleh beberapa faktor utama seperti peningkatan bilangan penduduk di sesuatu lokasi, kebergantungan kepada import bahan makanan yang semakin meningkat dan situasi miskin bandar yang terbeban dengan kos sara hidup harian yang semakin meningkat berikutan bekalan dan permintaan terhadap bahan makanan yang tinggi.

Menurut kajian yang dilaksanakan bawah Polisi Rancangan Fizikal Negara, dijangkakan akan berlaku peningkatan populasi penduduk di kawasan bandar yang ketara. Di Semenanjung Malaysia sahaja dilaporkan sebanyak 314 buah bandar telah wujud kesan daripada pembangunan dan proses urbanisasi. Menurut statistik, pada tahun 2020 peningkatan populasi penduduk di kawasan bandar telah mencecah 24.9 juta orang. Peningkatan populasi yang tinggi ini telah mewujudkan isu dalam bekalan dan permintaan makanan yang juga boleh mempengaruhi peningkatan harga. Justeru, kerajaan telah melancarkan Dasar Agromakanan Negara 2021 – 2030 bagi perkembangan sektor agromakanan serta meningkatkan sekuriti makanan negara. Dasar ini juga diperkuatkan dengan pengenalan Polisi Kedaulatan Makanan yang memberi tumpuan kepada jaminan bekalan dan amalan pertanian lestari untuk mencapai kemandirian makanan. Polisi ini penting bagi menggalakkan penduduk bandar menghasilkan makanan sendiri bagi menampung keperluan sara diri harian. Pertanian sara diri merupakan pendekatan yang diketengahkan bagi menghasilkan makanan dalam skala kecil. Aktiviti ini kebiasaannya dilakukan di sekitar kawasan rumah ataupun di kawasan komuniti perumahan sama ada menggunakan teknik tradisional atau melibatkan teknik moden seperti fertigasi. Teknik tradisional dilakukan secara mudah dan menggunakan bahan input pertanian yang ekonomik seperti bekas tanaman dan tanah sahaja. Kedua-dua bahan ini boleh didapati dengan mudah di pasar raya. Bagi penggunaan teknologi

moden, teknik fertigasi adalah lebih sesuai walaupun kosnya agak lebih berbanding dengan teknik tradisional. Dalam teknik ini selain daripada bekas tanaman dan tanah, ia dilengkapi dengan peralatan penyiraman dan pembajaan secara automatik. Kebiasaannya, sistem ini dikawal secara manual ataupun alat penentu masa. Bagi penanaman skala kecil, proses penyiraman dan pembajaan dilakukan menggunakan sistem titisan. Manakala penanaman bagi skala besar, teknik penyiraman mikro sering kali digunakan. Kaedah ini mudah, menjimatkan masa dan dapat menghasilkan pulangan yang berkualiti. Bagi kediaman jenis pangsapuri ataupun bertingkat, penanaman berskala kecil secara tradisional adalah lebih sesuai. Hasil tanaman daripada kebuniti ini boleh dimakan dengan lebih segar berbanding dengan pasaran dan khasiatnya juga lebih terpelihara.

Selaras dengan inisiatif kerajaan melalui bantuan khidmat nasihat agensi seperti MARDI dan sokongan kewangan, aktiviti pertanian bandar kini telah pun berkembang luas di peringkat komuniti kediaman dan sekolah (*Gambar 1*). Bagi menyokong aktiviti pertanian bandar ini, penilaian kualiti bahan tanaman dari aspek kandungan nutrisi amatlah diperlukan bagi tujuan pemilihan bahan tanaman yang sesuai. Ini penting bagi meningkatkan keyakinan masyarakat umum tentang potensi hasil pertanian bandar dalam memenuhi keperluan zat pemakanan harian. Selain itu, kebiasaannya tanaman yang dipilih juga perlu mengikut kesesuaian lokasi kediaman dan keperluan harian.



Gambar 1. Kebun komuniti (kebuniti)

Sukrosa atau lebih dikenali sebagai gula merupakan sumber karbohidrat yang penting dalam membekalkan tenaga pantas untuk menyokong aktiviti harian fungsi tubuh manusia. Dalam kajian mengenai sukrosa, pengambilan makanan yang mengandungi sebatian ini pada kadar yang bersesuaian iaitu sekitar 50 g ataupun bersamaan dengan 10 sudu teh bagi golongan dewasa boleh membantu mengekalkan kesihatan mental yang baik terutamanya dari segi daya ingatan dan kecergasan minda. Selain itu, gula juga sangat penting bagi memastikan aktiviti dan tugas harian yang melibatkan fizikal dapat dilaksanakan dengan jayanya. Sehubungan itu, bekalan gula yang tetap pada kadar yang bersesuaian kepada tubuh manusia adalah sangat penting.

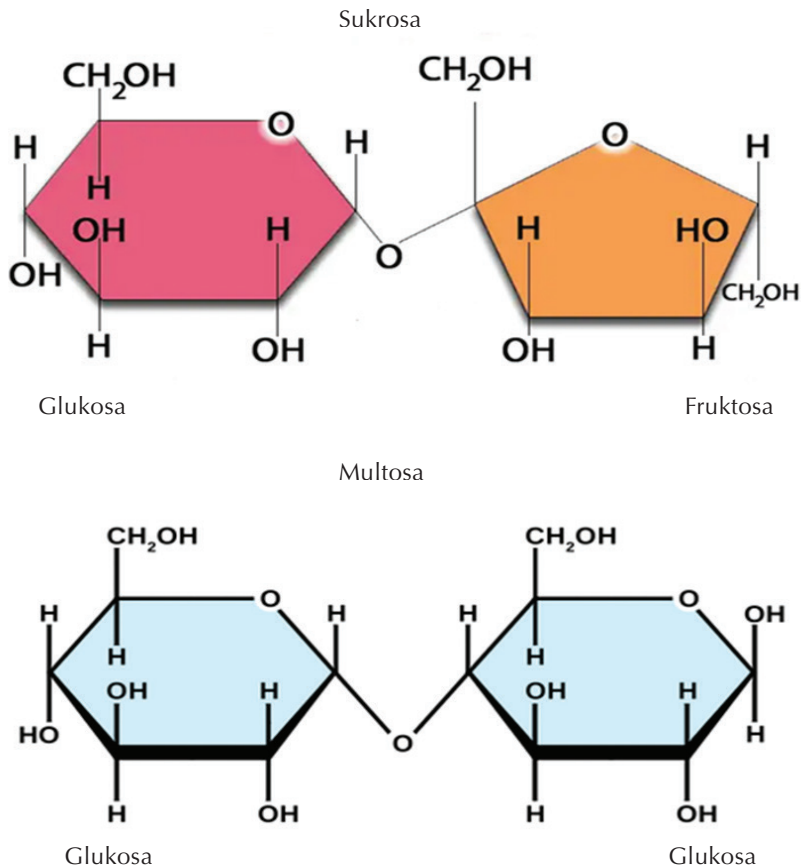
Sukrosa terhasil daripada gabungan dua unit gula ringkas iaitu glukosa dan fruktosa (*Gambar rajah 1*). Glukosa terdiri daripada satu rantai yang terbentuk daripada lima karbon dan satu oksigen merupakan sumber tenaga utama yang sangat kritikal bagi fungsi tubuh yang merupakan salah satu terbitan asas sukrosa dan merupakan gula ringkas yang sangat diperlukan bagi fungsi tubuh manusia terutama otot, otak dan pelbagai organ lain. Pengecutan dan fungsi lain otot terutama sewaktu aktiviti cergas memerlukan sumber tenaga yang banyak. Sumber ini diperoleh daripada glukosa yang tersimpan di dalam otot itu sendiri. Apabila aras gula dalam darah meningkat, otot akan menyerap dan menyimpan gula ini. Dalam keadaan biasa, otot mampu menyerap dan menyimpan glukosa sehingga 300 g. Otak manusia secara umumnya memerlukan 120 g glukosa setiap hari bagi menjalankan fungsi metabolismenya. Terdapat sesetengah sel tertentu seperti neuron yang terdapat di dalam otak bergantung sepenuhnya kepada glukosa sebagai sumber tenaga yang sesuai. Glukosa juga penting dalam memastikan setiap sistem organ utama seperti jantung dapat berfungsi dengan baik. Sewaktu aktiviti cergas atau stres, jantung menukar keperluan tenaga daripada asid lemak kepada glukosa bagi memenuhi keperluan tenaga untuk berfungsi.

Selain sukrosa, terdapat juga maltosa yang terdiri daripada dua unit glukosa. Pemecahan struktur maltosa akan menghasilkan dua unit glukosa yang mampu menyediakan sumber tenaga tambahan dan pantas. Oleh yang demikian, maltosa sangat sesuai untuk golongan yang menjalani kehidupan harian yang sangat aktif. Selain itu, maltosa juga menjadi sumber bekalan tenaga yang lebih lama berbanding dengan glukosa tunggal susulan tahap indeks glisemik (GI) yang rendah.

Fruktosa pula merupakan terbitan daripada sukrosa yang unik kerana terdiri daripada satu rantai yang terdiri daripada lima unsur iaitu empat karbon dan satu oksigen. Seperti glukosa dan maltosa, ia juga merupakan sumber pembekal tenaga yang penting kepada sistem tubuh manusia terutama sewaktu aktiviti cergas. Fruktosa mempunyai indeks kemanisan yang sangat tinggi sehingga boleh mencecah 200% berbanding dengan sukrosa. Selain itu, kemanisan fruktosa dalam makanan merangkumi buahan-buahan, sayuran dan minuman akan lebih menyerlah apabila dinikmati dalam keadaan

sejuk. Kehadirannya dalam kuantiti yang rendah dalam sayuran dapat menarik pengambilannya dalam diet harian. Di samping itu, fruktosa juga mempunyai tahap indeks glisemik (GI) yang rendah berbanding dengan gula lain menjadikannya rendah kalori jika dimakan.

Dalam kajian ini, teknik penentuan kandungan sukrosa dan terbitannya yang merangkumi glukosa, fruktosa dan maltosa dalam sampel sayuran kebuniti telah dibangunkan menggunakan teknik instrumentasi *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Dalam teknik ini, parameter yang paling sesuai dikaji bagi membolehkan sukrosa dan terbitannya dikesan menggunakan satu teknik analisis sahaja dalam masa yang singkat. Keberkesanan teknik yang dibangunkan diuji pakai menggunakan sampel sayuran bandar dan juga sebatian kimia piawai. Kaedah penentuan yang dibangunkan ini penting bagi tujuan menyokong pemilihan, kawalan kualiti dan promosi jenis sayuran yang berpotensi untuk aktiviti pertanian bandar atau lebih dikenali sebagai kebuniti sama ada oleh pengusaha, pengguna ataupun pihak berkuasa.



Gambar rajah 1. Sukrosa dan terbitannya

## Penentuan kandungan sukrosa dan terbitannya

### *Pengumpulan sampel*

Sampel kajian segar diperoleh daripada tujuh lokasi kebun kebuniti utama terdiri daripada Presint 9 Fasa II (Putrajaya), Seksyen 4 (Bangi), Sekolah Kebangsaan Ayer Panas (Kuala Lumpur), Seksyen 16 (Shah Alam), PPR Intan Baiduri (Kepong), FELCRA Lubuk Sireh (Perlis) dan Flat Seri Sabah (Cheras). Sebanyak sembilan jenis sayuran utama yang ditanam di setiap lokasi kebun kebuniti telah diperoleh antaranya ialah bendi, terung bulat, terung mini, terung panjang, sawi, peria katak, peria panjang, pak choi dan bayam (*Gambar 2*).



Bendi



Terung bulat



Terung mini



Terung panjang



Sawi



Peria katak



Peria panjang



Pak choi



Bayam

*Gambar 2. Jenis sayuran utama yang diperoleh dari kebun kebuniti*

### ***Penyediaan sampel dan pengestrakan***

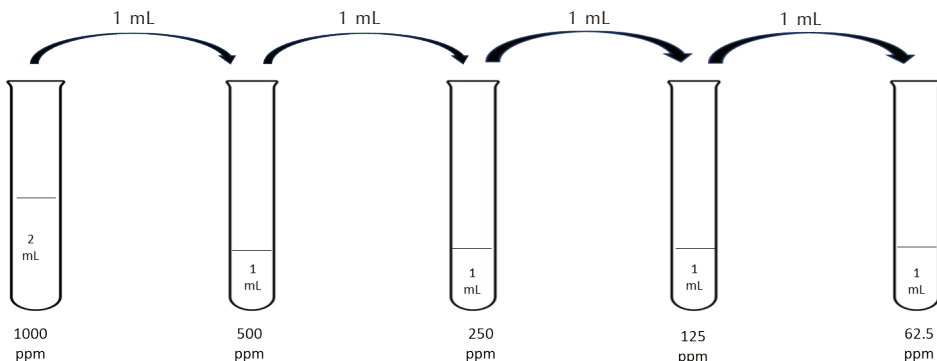
Sampel segar dipotong kecil dan dikisar menggunakan pengisar makanan bagi meningkatkan jumlah luas permukaannya yang kemudiannya akan digaul sehingga homogen. Sebanyak 2 g sampel yang telah dikisar dan homogen ditimbang dan dimasukkan ke dalam tiub emparan. Bagi tujuan pengestrakan sebatian sukrosa dan terbitannya, sebanyak 10 mL campuran pelarut asetonitril: air deionisasi pada nisbah 20:80 ditambah ke dalam tiub emparan tersebut. Tiub emparan diempar pada 5,000 putaran per minit selama 15 minit atau alternatifnya pada 4,000 putaran per minit selama 20 minit. Ekstrak yang terhasil daripada proses emparan kemudiannya ditapis menggunakan penapis nilon yang mempunyai saiz keporosan pada 0.45  $\mu\text{m}$  ke dalam botol vial bersaiz 1.5 mL. Sampel ini sedia untuk dianalisis menggunakan instrumentasi HPLC.

### ***Pengesanan kandungan gula***

Pengesanan kandungan gula utama merangkumi sukrosa dan terbitannya dilakukan menggunakan instrumentasi HPLC jenama Agilent 1200 series yang dilengkapi dengan bahagian *auto sampler* (G1367D), pam binari 1260 (G1312B), bahagian simpanan turus (G1316B) dan alat pengesan penyaringan *Refractive Index* (RI).

### ***Penentuan kandungan gula***

Penentuan kandungan gula sukrosa dan terbitannya dilakukan menggunakan teknik lengkuk kalibrasi. Kesemua sebatian kimia piawai diperolehi daripada pembekal jenama SIGMA-ALDRICH. Keempat-empat larutan sebatian kimia piawai disediakan sebanyak 2 mL pada kepekatan 1,000 ppm setiap satu. Kemudian, dicairkan menggunakan teknik pencairan serial bermula daripada 1,000 ppm hingga 62.5 ppm menggunakan larutan pencair yang polar terdiri daripada asetonitril:air deionisasi pada nisbah 20:80 (*Gambar rajah 2*). Larutan piawai yang terhasil daripada teknik pencairan serial seterusnya dianalisis menggunakan instrumentasi HPLC.



*Gambar rajah 2. Pencairan serial larutan sukrosa dan terbitannya*

## Keputusan

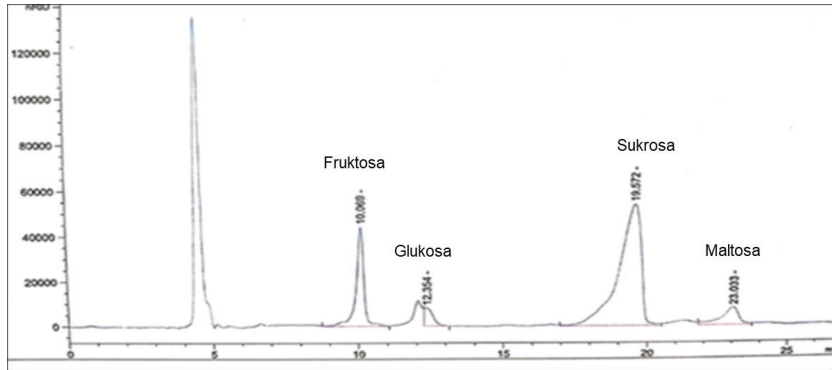
### *Parameter instrumentasi HPLC*

Berdasarkan uji kaji menggunakan instrumentasi HPLC, kesesuaian parameter bagi penentuan kandungan sukrosa telah dikenal pasti seperti dalam *Jadual 1*. Secara umumnya, isi padu suntikan yang paling sesuai adalah pada isi padu 5  $\mu\text{L}$ . Pada isi padu ini didapati penyaringan alat pengesanan iaitu RI adalah sangat sensitif. Ini terbukti apabila puncak kromatogram yang terhasil bagi sebatian sukrosa dan terbitannya dapat dikesan dengan jelas (*Rajah 1*). Hasil analisis menggunakan instrumentasi HPLC, sukrosa dan terbitannya, larutan sebatian piawai dan gula dalam sampel sayuran kebuniti berjaya dikesan dalam tempoh julat masa yang singkat iaitu 10 – 23 minit menggunakan satu teknik analisis sahaja. Didapati gula tunggal atau mono iaitu fruktosa dan glukosa dapat dikesan lebih awal iaitu masing-masing pada minit ke-10.0 dan 12.3. Manakala gula yang wujud dalam bentuk kombinasi iaitu sukrosa dan maltosa dapat dikesan pada masa yang lebih panjang berbanding dengan gula tunggal iaitu masing-masing pada minit ke-19.6 dan 23.0. Didapati dari aspek pemisahan, turus amina ( $\text{NH}_2$ ) dengan saiz 250 mm  $\times$  4.6 mm, i.d., 5  $\mu\text{m}$  berserta aliran pelarut asetonitril:air deionisasi (80:20) pada kadar 0.8 mL/min berjaya memisahkan sukrosa dan terbitannya. Pemisahan oleh turus amina ( $\text{NH}_2$ ) yang bertindak sebagai fasa pegun bertindak balas dengan kumpulan hidroksi (OH) yang ada pada gula.

Secara umumnya, lebih banyak kumpulan hidroksi (OH) maka lebih kuat interaksi akan berlaku dengan fasa pegun amina ( $\text{NH}_2$ ). Secara teorinya, gula tunggal seperti fruktosa dan glukosa akan terpisah awal dan ini diikuti oleh gula kombinasi iaitu sukrosa dan maltosa. Selain itu, posisi kumpulan hidroksi (OH) juga memainkan peranan dalam masa pemisahan gula menggunakan turus amina ( $\text{NH}_2$ ). Pemisahan menggunakan turus amina ( $\text{NH}_2$ ) juga tidak memerlukan sebarang proses tindak balas perubahan bahan kimia ataupun dikenali sebagai derivatisasi pada sampel bagi meningkatkan kebolehan pengesanan gula pada instrumentasi HPLC. Selain itu, penggunaan kombinasi pelarut aliran asetonitril dan air deionisasi dapat mengalirkan keluar gula yang dipisahkan oleh turus amina ( $\text{NH}_2$ ) dengan cekap susulan sifat polariti kedua-dua pelarut yang berbeza. Suhu instrumentasi HPLC sepanjang proses pemisahan ini ditetapkan pada 25  $^\circ\text{C}$  bagi memastikan kinetik pemisahan yang tidak mendadak.

Jadual 1. Tetapan parameter instrumentasi HPLC bagi tujuan pengesanan sukrosa dan terbitannya

Isi padu suntikan sampel	5 $\mu\text{L}$
Pemisahan	Turus $\text{NH}_2$ (250 mm $\times$ 4.6 mm, i.d., 5 $\mu\text{m}$ )
Pelarut aliran	Asetonitril:air deionisasi (80:20)
Kadar aliran	0.8 mL/min
Suhu	25 $^\circ\text{C}$
Masa	30 minit

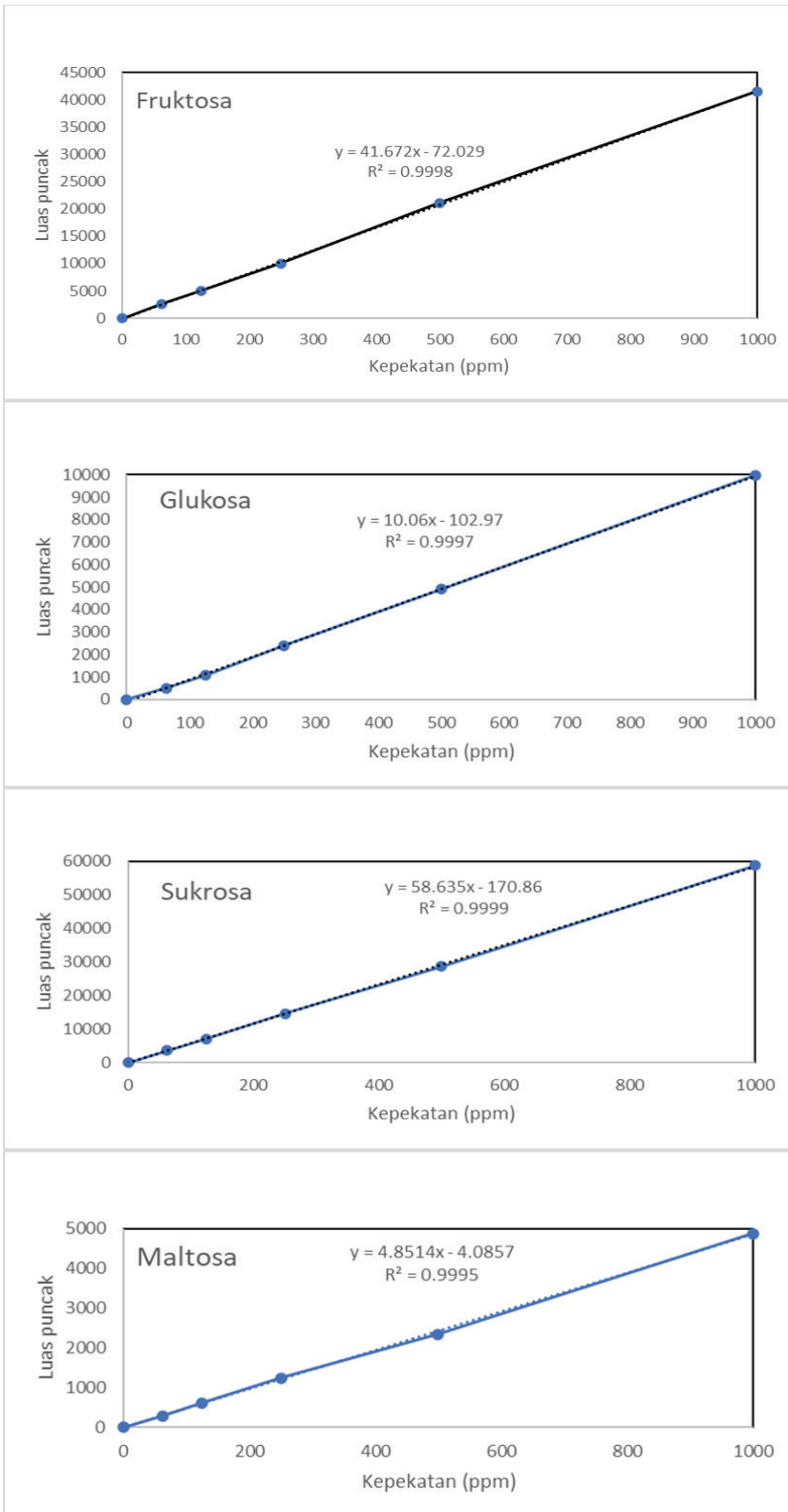


Rajah 1. Sukrosa dan terbitannya yang dikesan menggunakan instrumentasi HPLC

**Lengkuk kalibrasi**

Setiap larutan piawai yang berlainan kepekatan yang terhasil daripada teknik pencairan serial telah dianalisis menggunakan instrumentasi HPLC berpandukan parameter seperti dalam *Jadual 1*. Hasil daripada graf lengkuk kalibrasi yang diperolehi, didapati kesemua larutan sebatian kimia piawai menunjukkan nilai pekali penentuan ( $R^2$ ) > 0.999 (*Rajah 2*). Nilai ini menunjukkan teknik analisis yang dibangunkan adalah sangat sensitif dan signifikan. Sukrosa menunjukkan nilai pekali penentuan ( $R^2$ ) yang paling tinggi dengan nilai 0.9999 diikuti dengan fruktosa, glukosa dan maltosa masing-masing dengan nilai 0.9998, 0.9997 dan 0.9995. Ini menunjukkan kandungan sukrosa sangat dominan berbanding dengan gula lain yang merupakan terbitan daripadanya.

Hasil kajian menggunakan instrumentasi HPLC didapati teknik yang dibangunkan mampu mengesan dan menentukan kandungan sukrosa dan terbitannya dalam sampel sayuran kebuniti. *Jadual 2* menunjukkan kandungan sukrosa dan terbitannya merangkumi glukosa, fruktosa dan maltosa dalam sayuran terpilih daripada tujuh lokasi kebuniti. Didapati terung mini, terung panjang dan bayam mengandungi sukrosa dan semua terbitannya merangkumi glukosa, fruktosa dan maltosa. Terung mini yang diperolehi dari Intan Baiduri (Kepong) mengandungi kandungan keseluruhan gabungan gula tertinggi berbanding lain dengan nilai 6.7g/100 g. Ianya juga mengandungi kandungan glukosa dan fruktosa tertinggi berbanding dengan yang lain masing-masing dengan nilai 1.97 g/100 g dan 3.61 g/100 g. Sawi menunjukkan kandungan sukrosa dan maltosa tertinggi berbanding dengan sayuran yang lain masing-masing dengan nilai 1.53 g/100 g dan 1.39 g/100 g. Walaupun sayuran lain seperti bendi, terung bulat, peria katak dan pak choi tidak menunjukkan kehadiran semua gula, namun unit terbitan sukrosa seperti glukosa dan fruktosa masih dapat dikesan.



Rajah 2. Lengkok kalibrasi bagi sebatian sukrosa piawai dan terbitannya

Jadual 2. Kandungan sukrosa dan terbitannya dalam sayuran kebuniti

Sayuran	Lokasi	Sukrosa (g/100 g)	Fruktosa (g/100 g)	Glukosa (g/100 g)	Maltosa (g/100 g)
Bendi	Peresint 9 Fasa II (Putrajaya)	0.08 ± 0.01	0.9 ± 0.02	0.85 ± 0.05	TD
	Seksyen 4 (Bangi)	TD	0.62 ± 0.01	0.94 ± 0.03	TD
Terung bulat	Peresint 9 Fasa II (Putrajaya)	0.13 ± 0.01	1.23 ± 0.01	1.42 ± 0.04	TD
Terung mini	SK Ayer Panas (Kuala Lumpur)	0.41 ± 0.02	1.82 ± 0.07	1.42 ± 0.05	
	Seksyen 16 (Shah Alam)	0.85 ± 0.01	0.98 ± 0.01	0.54 ± 0.01	0.52 ± 0.01
	PPR Intan Baiduri (Kepong)	TD	1.97 ± 0.03	3.61 ± 0.08	1.12 ± 0.01
	FELCRA Lubuk Sireh (Perlis)	1.06 ± 0.03	0.71 ± 0.02	2.19 ± 0.03	TD
Terung panjang	Presint 9 Fasa II (Putrajaya)	0.25 ± 0.02	1.26 ± 0.05	1.00 ± 0.03	0.14 ± 0.02
Sawi	SK Ayer Panas (Kuala Lumpur)	1.53 ± 0.04	TD*	1.22 ± 0.08	1.39 ± 0.15
	Presint 9 Fasa II (Putrajaya)	TD	0.32 ± 0.01	0.24 ± 0.02	TD
Peria katak	PPR Intan Baiduri (Kepong)	TD	0.98 ± 0.02	1.49 ± 0.04	0.81 ± 0.07
Peria	SK Ayer Panas (Kuala Lumpur)	0.09 ± 0.01	0.33 ± 0.02	0.44 ± 0.03	TD
Pak choi	SK Ayer Panas (Kuala Lumpur)	TD	0.26 ± 0.03	0.48 ± 0.02	TD
Bayam	Flat Seri Sabah (Cheras)	1.24 ± 0.07	0.52 ± 0.01	0.47 ± 0.05	0.46 ± 0.01

\*TD = Tidak Dikesan

### Kesimpulan

Penentuan kandungan gula sukrosa dan terbitannya iaitu glukosa, fruktosa dan maltosa dalam sayuran kebuniti boleh dilakukan menggunakan instrumentasi HPLC menggunakan parameter operasi yang telah dikaji. Kesemua gula tersebut dapat dikesan dalam julat masa penahanan (*retention time*) 10 – 23 minit pada kromatogram yang diperolehi. Berdasarkan data nilai pekali penentuan ( $R^2$ ) yang diperolehi sangat tinggi daripada lengkung kalibrasi, menunjukkan teknik analisis yang dibangunkan adalah sangat sensitif dan signifikan. Hasil kajian mendapati sayuran seperti terung panjang dan bayam mengandungi kesemua jenis gula sukrosa dan terbitannya di samping terung mini yang ditanam di Seksyen 16 (Shah Alam). Secara keseluruhannya, setiap jenis sayuran yang dianalisis mengandungi sekurang-kurangnya

dua jenis gula. Oleh yang demikian, kesemua sayuran yang telah dipilih amat sesuai ditanam kerana mampu membekalkan tenaga dalam diet harian. Berdasarkan data yang diperolehi juga, teknik analisis yang dibangunkan amat berguna dalam menyokong pemilihan sayuran tanaman, penentuan kualiti dan promosi sayuran kebuniti berdasarkan kandungan gula sukrosa dan terbitannya.

### Penghargaan

Kajian ini dapat dilaksanakan dengan sumbangan dan sokongan kewangan daripada Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) bawah Projek Kebuniti Pertanian Bandar 2.0 Pemantauan, Penilaian dan Pemindahan Teknologi Projek Pertanian Bandar (K-RH264-1001-KSR999).

### Bibliografi

- Choo, V. L., Viguiliouk, E., Mejia, S. B., Cozma, A. I., Khan, T. A., Ha, V., Wolever, T. M. S., Leiter, L. A., Vuksan, V., Kendall, C. W. C., de Souza, R. J., Jenkins, D. J. A., & Sievenpiper, J. L. (2018). Food sources of fructose containing sugars and glycaemic control: systematic review and meta-analysis of controlled intervention studies. *BMJ Clinical Research*, 363(k4644), 1–19.
- Fontvieille, A. M., Faurion, A., Helal, I., Rizkalla, S. W., Falgon, S., Letanoux, M., Tchobroutsky, G., & Slama, G. (1989). relative sweetness of fructose compared with sucrose in healthy and diabetic subjects. *Diabetes Care*, 12(7), 481–486.
- Lema-Pérez, L. (2021). Main Organs Involved in Glucose Metabolism. In *Sugar Intake - Risks and Benefits and the Global Diabetes Epidemic*. IntechOpen. Diperoleh dari <https://doi.org/10.5772/intechopen.94585>.
- Ranjan, S., & Sow, S. (2021). Fertigation: An efficient means for fertilizer application to enhance nutrient use efficiency. *Food and Scientific Reports*, 2(5), 24–27.
- Rameli, A. (2022). 4th National Physical Plan: The Planning Agenda for Prosperous, Resilient and Liveable Malaysia. Kick-Off Conference For 12th Malaysia Plan Mid-Term Review, Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, Malaysia, 6 December 2022.
- Rizki, Z., Janssen, A. E. M., Van der Padt, A., & Boom, R. M. (2020). Separation of fructose and glucose via nanofiltration in presence of fructooligosaccharides. *Membranes*, 10(298), 1–11.
- Second National Township Policy (2016). Federal Department of Town and Country Planning Peninsular Malaysia, Ministry of Housing and Local Government.
- Tan, T. R. M., Yip, L. Y., Tan, J. G. L., Leong, D. S. Z., Soh, Y. N. A., Mak, S. Y., Ho, Y. S., & Ng, S. K. (2026). Maltose metabolism in serum free CHO culture involves lysosomal acid  $\alpha$ -glucosidase. *Scientific Reports*, 16, 1190.
- Zamora Navarro, S., & Pérez Llamas, F. (2013). Importance of sucrose in cognitive functions: knowledge and behavior. *Nutricion Hospitalaria*, 28(4), 106–110.

### Ringkasan

Kajian ini dijalankan bagi tujuan pembangunan teknik penentuan kandungan gula sukrosa dan terbitannya merangkumi glukosa, fruktosa dan maltosa dalam sampel sayuran kebuniti menggunakan instrumentasi HPLC yang melibatkan parameter khusus seperti turus pemisah, kombinasi pelarut, kadar aliran yang sesuai dan suhu. Berdasarkan keputusan yang diperoleh, turus amina merupakan turus pemisah yang sangat sesuai digunakan bagi tujuan pemisahan kerana tidak memerlukan sebarang proses derivatisasi pada sampel bagi membolehkan ia dikesan. Dari segi kombinasi pelarut, kombinasi asetonitril dan air deionisasi pada nisbah 80:20 dapat mengalirkan keluar gula yang dipisahkan oleh turus amina ( $\text{NH}_2$ ) dengan cekap susulan sifat polariti kedua-dua pelarut yang berbeza. Suhu instrumentasi ditetapkan pada 25 °C sepanjang uji kaji bagi mengelakkan kinetik pemisahan yang mendadak. Berdasarkan keputusan yang diperoleh, gula sukrosa dan terbitannya dapat dikesan 10 – 23 minit pada kromatogram. Teknik yang dibangunkan ini diverifikasi menggunakan teknik lengkung kalibrasi menghasilkan nilai pekali penentuan ( $R^2$ ) > 0.999 yang menunjukkan ia adalah sangat sensitif dan signifikan. Teknik yang telah dibangunkan ini juga telah diuji bagi penentuan kandungan gula sukrosa dan terbitannya dalam sampel sayuran kebuniti. Secara keseluruhannya, kesemua sayuran kebuniti yang diuji mempunyai sekurang-kurangnya dua jenis gula dengan sayuran seperti terung panjang dan bayam beserta terung mini yang ditanam di Seksyen 16 (Shah Alam) mempunyai kesemua gula sukrosa dan terbitannya. Ini menunjukkan sayuran kebuniti yang ditanam mampu memberikan diet harian yang bertenaga. Keputusan yang diperoleh daripada uji kaji ini juga dapat menunjukkan potensi sayuran yang ditanam dan seterusnya dapat meningkatkan lagi aktiviti pertanian bandar pada masa hadapan.

### Summary

This study was conducted in order to develop the determination technique of sugar sucrose content and its derivatives which include glucose, fructose and maltose in *kebuniti* vegetable samples using High Performance Liquid Chromatography instrumentation involving dedicated parameter such as separation column, combination of solvents, suitable flow-rate and temperature. Based on results obtained, amine column is suitable separation column for separation purpose because it did not required any derivatization of sample for detection. In term of solvent combination, acetonitrile and dionized water combination at ratio 80:20 could flow out the separated sugar by amine column ( $\text{NH}_2$ ) efficiently due different polarity characteristic. The instrument temperature was set at 25 °C throughout experiment in order to avoid drastic kinetic separation. Based on the result obtained, sucrose sugar and its derivatives could be detected within 10 – 23 minutes at the chromatogram. This developed technique has been verified using calibration curve technique resulted the determinant coefficient value ( $R^2$ ) > 0.999, which exhibited it is sensitive and significant. The developed technique was also tested in determination of sucrose sugar content and its derivatives in *kebuniti* vegetables sample. Overall, all tested *kebuniti* vegetables contain at least two types of sugars with long egg and spinach along with mini egg which planted at Seksyen 16 (Shah Alam) possesses all sugar sucrose and its derivatives. This indicate that the planted *kebuniti* vegetable could provide daily diet with full of energy. The results obtained from this study also revealed the potential of the planted vegetables and further could increase the urban farming activity in the future.

**Pengarang**

Mohd Nazrul Hisham Daud (ChM. Dr.)  
Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor  
E-mel: nazrul@mardi.gov.my

Mohd Lip Jabit (ChM.)  
Pusat Pengurusan Harta, Ibu Pejabat MARDI,  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Nur Syafini Ghazali  
Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI,  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor