

## Kandungan serat diet daripada serbuk biji dan isi ceri Terengganu

(Dietary fibre content from ceri Terengganu pulp and seed powder)

Sabeetha Sarmin, Tun Norbrillinda Mokhtar, Hadijah Hassan dan Mohd Firdaus Saudi

### Pengenalan

Ceri Terengganu (*Lepisanthes fructicosa*) merupakan salah satu spesies buah-buahan nadir di Malaysia dan mampu untuk berbuah sepanjang tahun. Ceri Terengganu sangat menarik kerana buahnya bergugusan tersusun pada tangkai (Gambar 1). Setiap tangkai mengandungi lebih kurang 15 – 20 biji buah yang berwarna merah gelap. Ceri Terengganu berbentuk bulat dan berukuran 2 – 3 cm. Rasa buah yang manis dan sedikit kelat menyebabkan ceri Terengganu digemari oleh sang unggas dan sering dijadikan tanaman hiasan untuk menarik perhatian burung-burung untuk datang.



Gambar 1. Ceri Terengganu

Pada masa kini, terdapat pelbagai analisis meliputi pemakanan, fizikokimia dan pemrosesan telah dijalankan pada buah, kulit dan biji ceri Terengganu. Oleh yang demikian, maklumat berkaitan ceri Terengganu mudah didapati dan diperolehi. Ceri Terengganu didapati mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai makanan berfungsi kerana mempunyai pelbagai khasiat yang tinggi. Salah satu khasiat yang terdapat dalam ceri Terengganu ialah serat diet.

Serat diet adalah sebatian yang mempunyai pelbagai komponen yang terdiri daripada selulosa, glikans, pektin, lignin, kanji tahan rintang dan oligosakarida yang tidak boleh dicerna. Serat diet terbahagi kepada dua kumpulan iaitu serat diet boleh larut dan serat diet tidak larut. Serat diet boleh larut sangat digalakkan untuk diambil dengan banyak kerana dapat membantu menurunkan aras glukosa darah dan merendahkan kolesterol LDL sekali gus mengurangkan aras kolesterol dalam darah. Manakala, serat diet tidak larut merupakan serat yang tidak boleh dicerna dan sangat membantu dalam proses peristalsis usus iaitu melancarkan pergerakan bahan buangan di dalam usus.

Serat diet memberikan banyak faedah kepada kesihatan terutama kepada sistem pencernaan kerana dapat membantu merendahkan risiko kanser kolorektal. Selain itu, ia juga dapat membantu mengurangkan risiko penyakit kardiovaskular, mengawal berat badan dan meningkatkan kawalan glukosa dengan lebih baik. Saranan pengambilan makanan Malaysia 2020

mengesyorkan pengambilan serat diet dalam makanan seharian bagi individu dewasa ialah 20 – 30 g sehari. Kuantiti serat diet banyak terdapat pada buah-buahan dan sayur-sayuran berbanding dengan daging, ikan dan produk tenusu. Oleh yang demikian, setiap individu digalakkan mengambil makanan seperti buah-buahan dan sayur-sayuran yang diketahui mengandungi serat diet yang tinggi.

Bagi melihat potensi serbuk ceri Terengganu sebagai ramuan berfungsi dan kebolegunaan sebagai alternatif sumber makanan, kajian terhadap ceri Terengganu ini telah dijalankan dengan pemprosesan serbuk daripada isi dan biji ceri Terengganu. Serbuk yang dihasilkan kemudiannya dianalisis dan kandungan serat diet ditentukan menggunakan kaedah enzim gravimetrik. Kaedah ini melibatkan penggunaan enzim dalam suhu yang telah ditetapkan untuk menyingkirkan kanji dan protein dalam residu makanan yang dikaji.

### **Kepentingan serat diet**

Pengambilan makanan dengan kandungan serat yang tinggi daripada sumber buah-buahan, sayur-sayuran dan bijirin memberikan kesan positif kepada kesihatan. Terdapat pelbagai kajian yang membuktikan bahawa serat diet berfungsi menurunkan kolesterol LDL sekali gus menurunkan aras kolesterol dalam darah dan dapat membantu mengawal tekanan darah serta menurunkan risiko penyakit kardiovaskular. Serat diet juga menyebabkan rasa kenyang yang lebih lama berikutan ia lambat dicerna di dalam usus dan sering ditambah di dalam produk makanan bagi membantu pengurusan berat badan. Selain itu, serat diet juga membantu mengimbangkan pH dalam usus dan menggalakkan proses fermentasi flora bakteria baik yang mampu menghasilkan asid lemak berantai pendek di dalam kolon yang boleh mengurangkan risiko kanser kolon.

### **Penyediaan sampel serbuk biji dan isi**

Sampel ceri Terengganu dituai dari plot kajian di Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI), Serdang, Selangor. Sampel kemudiannya dibersihkan di bawah air yang mengalir untuk mencuci permukaan luar dan buah yang rosak akan dibuang. Sampel yang telah siap dicuci akan dikeringkan di atas para dan proses pengasingan isi berserta kulit dan biji dilakukan. Sampel yang telah diasingkan akan dikeringkan secara berasingan menggunakan ketuhar udara panas pada suhu 60 °C sehingga kandungan lembapan 5%. Sampel yang telah dikeringkan akan dikisar menjadi serbuk yang terdiri daripada serbuk ceri (*pulp powder*) serta serbuk biji ceri (*seed powder*) dan dibungkus di dalam pembungkus polipropilena/ aluminium/ polietilana (OPP/ AL/ PE) dan disimpan pada suhu -18 °C sebelum analisis seterusnya dijalankan.

### **Analisis kandungan lembapan**

Sampel yang diterima disimpan di dalam bekas kedap udara selepas dibuka. Analisis kandungan lembapan sampel adalah merujuk kepada kaedah analisis AOAC 2000. Sebanyak 5 g sampel diperlukan dan analisis dijalankan secara triplikasi. Sampel dalam bentuk serbuk diletakkan di dalam bekas aluminium yang telah ditimbang. Sampel kemudiannya dikeringkan di dalam ketuhar pengering pada suhu 105 °C sehingga mencapai berat kering yang konsisten. Nilai kandungan lembapan diperoleh dengan menggunakan persamaan seperti yang berikut:

$$\text{Kandungan lembapan (\%)} = \frac{(M_{\text{sebelum pengeringan}} - M_{\text{selepas pengeringan}})}{M_{\text{sebelum pengeringan}}} \times 100$$

Nota: M adalah berat sampel

### **Analisis serat diet**

Bagi analisis serat diet, ia adalah berdasarkan kaedah Lee et al. (1992) dan Prosky et al. (1988) AOAC 991.43 yang menggunakan kit ujian enzim. Kit ujian enzim mempunyai tiga set enzim iaitu *amylase*, *protease* dan *amyloglucosidase* dari Megazyme (Ireland). Setiap analisis sampel yang dilakukan memerlukan dua ujian kosong sebagai kawalan. Analisis dilakukan secara duplikasi per kitaran.

Untuk analisis secara duplikasi, lapan bikar sampel (M1, M2, M3, M4, N1, N2, N3, N4) dan empat bikar kawalan (M5, M6, N5 dan N6) perlu disediakan. Sampel kering ditimbang dengan tepat sebanyak 1.0000 g ( $\pm 0.0005$ ) (dilabel sebagai M1 hingga M4 dan N1 hingga N4) pada setiap bikar. Kemudian, sebanyak 40 mL larutan penimbal MES/TRIS (pH 8.2) ditambah ke dalam setiap bikar termasuk bikar kawalan (M5, M6, N5 dan N6). Campuran dikacau sehingga semua sampel terlarut. Selepas itu, setiap bikar ditambah dengan 50  $\mu$ L enzim *amylase* yang terdapat dalam kit ujian. Semua bikar ditutup dengan kerajang aluminium dan diinkubasi dalam *water bath shaker* pada suhu 95 – 100 °C selama 15 minit.

Seterusnya bikar dikeluarkan, dibiarkan pada suhu bilik selama 15 minit dan suhu *water bath shaker* diturunkan kepada 60 °C. Kemudian, 100  $\mu$ L enzim *protease* dimasukkan ke dalam setiap bikar dan diinkubasi selama 30 minit di dalam *water bath shaker* yang bersuhu 60 °C. Seterusnya, 5 mL 0.561 N asid hidroklorik (HCl) ditambah kepada setiap bikar. Larutan sampel di dalam bikar diselaraskan kepada pH 4.6 dengan menambahkan beberapa titik larutan 1N NaOH. Setiap bikar kemudiannya ditambah 200  $\mu$ L enzim *amyloglucosidase* dan diinkubasi sekali lagi selama 30 minit di dalam *water bath shaker* yang bersuhu 60 °C. Akhirnya, larutan di dalam bikar (M1, M2, M5, N1, N2 dan N5) telah sedia untuk ditentukan jumlah kandungan serat diet (*total dietary fibre* (TDF)), manakala larutan di dalam bikar (M3, M4, M6, N3, N4 dan N6) akan ditentukan serat diet tidak larut (*insoluble dietary fibre* (IDF)) dan serat diet larut [*soluble dietary fibre* (SDF)].

**i) Jumlah kandungan serat diet [total dietary fibre (TDF)]**

Bagi penentuan TDF, empat bikar sampel (M1, M2, N1, N2) dan dua bikar kawalan (M5 dan N5) yang dijalankan sebelum ini, ditambah dengan 225 mL pelarut etanol 95% yang telah dipanaskan pada suhu 60 °C. Campuran dibiarkan selama 1 jam pada suhu bilik dan seterusnya dituras pada krusibel kaca yang mengandungi *celite* dengan menggunakan mesin penuras (*Foss Fibertec Filtering Machine*). Sisa turasan yang tertinggal di krusibel dibilas dengan menggunakan pelarut etanol 95% dan aseton sebelum dikeringkan semalaman di dalam ketuhar pada suhu 105 °C. Kesemua krusibel kering yang mengandungi residu daripada sampel dan kawalan (M1, M2, N1, N2, M5 dan N5) ini ditimbang dan berat residu akan dikira dengan menolak berat krusibel sebelum penurasan. Dua krusibel (M1, N1) yang mengandungi residu sampel dan krusibel M5 yang mengandungi residu kawalan akan dibakar selama 5 jam pada suhu 525 °C untuk analisis abu manakala baki dua krusibel (M2, N2) yang mengandungi residu sampel dan krusibel N5 yang mengandungi residu kawalan akan dianalisis kandungan protein. Kiraan untuk bacaan jumlah serat diet adalah seperti persamaan (1):

$$TDF = \left[ \frac{(R1+R2)}{2} - P - A - B \right] / \left[ \frac{(M1+M2)}{2} \right] \times 100$$

di mana:

R1 dan R2 merupakan berat residu (mg) untuk sampel yang diduplikasi

P dan A merupakan berat (mg) untuk protein dan abu

M1 dan M2 merupakan berat sampel (mg) sebelum analisis

B merupakan berat ujian kawalan (mg).

Kiraan untuk berat ujian kawalan (B) adalah menggunakan persamaan berikut:

$$B = \{(BR1 + BR2)\} - P - A$$

di mana:

BR1 dan BR2 merupakan berat residu (mg) untuk ujian kawalan yang diduplikasi

P dan A merupakan berat (mg) utk protein dan abu bagi ujian kawalan

**ii) Serat diet tidak larut [insoluble dietary fibre (IDF)]**

Bagi penentuan IDF, empat bikar sampel (M3, M4, N3, N4) dan dua bikar kawalan (M6 dan N6) yang telah disediakan pada penyediaan analisis sebelum ini terus dituras pada krusibel kaca yang mengandungi *celite* dengan menggunakan mesin penuras (*Foss Fibertec Filtering Machine*) dan dibilas menggunakan air suling panas. Hasil turasan dikumpulkan dan diketepikan untuk analisis SDF. Manakala, sisa turasan yang tertinggal di krusibel

pula dibilas dengan menggunakan pelarut etanol 95% dan aseton sebelum dikeringkan semalaman di dalam ketuhar pada suhu 105 °C. Kesemua krusibel kering yang mengandungi residu daripada sampel dan ujian kawalan (M3, M4, N3, N4, M6 dan N6) ini ditimbang dan berat residu akan dikira dengan menolak berat krusibel sebelum penurasan. Dua krusibel (M3, N3) yang mengandungi residu sampel dan krusibel M6 yang mengandungi residu kawalan akan dibakar selama 5 jam pada suhu 525 °C untuk analisis kandungan abu manakala baki dua krusibel (M4, N4) yang mengandungi residu sampel dan krusibel N6 yang mengandungi residu kawalan akan dianalisis kandungan protein. Kiraan untuk serat diet (IDF) adalah sama seperti kiraan jumlah kandungan serat diet (TDF) seperti persamaan (1).

### **iii) Serat diet larut [*soluble dietary fibre (SDF)*]**

Bagi penentuan SDF, 6 bikar hasil turasan sampel (M3, M4, N3, N4) dan ujian kawalan (M6 dan N6) daripada analisis IDF ditambah dengan 320 mL etanol 95% yang telah dipanaskan pada suhu 60 °C dan seterusnya diinkubasi di dalam *waterbath* bersuhu 60 °C selama 30 minit. Selepas 30 minit, kesemua bikar dibiarkan sejuk pada suhu bilik dan dituras pada krusibel kaca yang mengandungi *celite* dengan menggunakan mesin penuras (*Foss Fibertec Filtering Machine*). Sisa turasan yang tertinggal di krusibel pula dibilas dengan menggunakan air suling dan pelarut aseton sebelum dikeringkan semalaman di dalam ketuhar pada suhu 105 °C. Kesemua krusibel kering yang mengandungi residu daripada sampel dan kawalan (M3, M4, N3, N4, M6 dan N6) ini ditimbang dan berat residu akan dikira dengan menolak berat krusibel sebelum penurasan. Dua krusibel (M3, N3) yang mengandungi residu sampel dan krusibel M6 yang mengandungi residu kawalan akan dibakar pada suhu 525 °C selama 5 jam untuk analisis abu manakala baki dua krusibel (M4, N4) yang mengandungi residu sampel dan krusibel N6 yang mengandungi residu kawalan akan dianalisis kandungan protein. Kiraan untuk serat diet SDF juga adalah sama seperti kiraan jumlah kandungan serat diet (TDF) persamaan (1) seperti yang telah dinyatakan sebelumnya.

### **Nilai kandungan lembapan dan serat diet**

*Jadual 1* menunjukkan nilai kandungan lembapan sampel ceri dan biji ceri yang dikeringkan. Nilai kandungan lembapan yang rendah dapat memanjangkan jangka hayat penyimpanan yang lebih lama, meminimumkan kerosakan sampel akibat mikroorganisma dan mengekalkan kualiti parameter sampel tersebut. Nilai kandungan lembapan yang sesuai bagi serbuk sebaiknya kurang daripada 14%. Daripada analisis yang dilakukan, kandungan lembapan serbuk biji ceri memberikan nilai 8.42% dan serbuk isi dan kulit ceri memberikan nilai 9.43%.

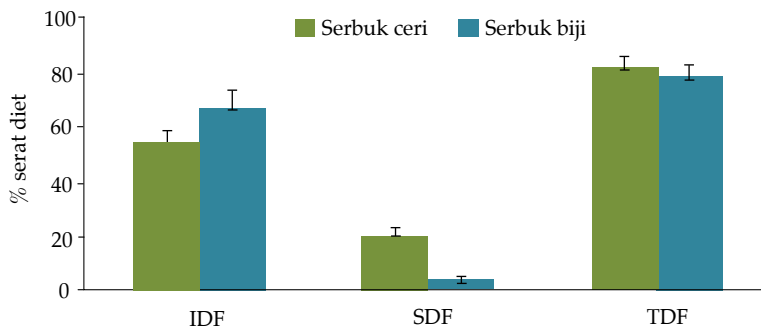
Bagi serat diet pula, jumlah serat diet TDF, IDF dan SDF adalah seperti dalam *Rajah 1*. Daripada analisis yang dijalankan,

Jadual 1. Nilai kandungan lembapan serbuk biji ceri dan serbuk ceri

Sampel	Nilai kandungan lembapan (%)
Serbuk biji ceri	8.42 ± 0.06
Serbuk ceri (isi dan kulit)	9.43 ± 0.02

didapati bahawa serbuk ceri mengandungi kandungan jumlah serat diet (TDF) dan serat diet terlarut (SDF) yang lebih tinggi berbanding dengan serbuk biji ceri. Nilai serat diet serbuk biji ceri adalah antara 75.4 – 83.4% untuk TDF, 3.8 – 5.4% untuk SDF dan 58.7 – 73.8% bagi IDF.

Walau bagaimanapun, untuk serbuk ceri, nilai TDF didapati antara 77.9 – 87.2%, nilai SDF ialah 17.9 – 23.9% dan IDF didapati 48.9 – 60.2%. Tiada perbezaan yang signifikan ditemui antara kedua-dua sampel kecuali untuk nilai SDF.



Rajah 1. Kandungan IDF, SDF dan TDF dalam serbuk ceri (pulp powder) dan serbuk biji ceri (seed powder)

Kajian ini juga menunjukkan bahawa serat diet larut dan tidak larut yang dinyatakan sebagai peratusan kepada jumlah kandungan serat diet mempunyai nilai kandungan yang berbeza iaitu serat diet tidak larut adalah lebih banyak berbanding dengan kandungan serat larut. Kandungan serat tidak larut memberi manfaat kepada sistem penghadaman dan sekali gus membantu melancarkan proses peristalsis pada usus.

### Kandungan serat diet dalam pelbagai jenis makanan

Jadual 2 menunjukkan kandungan jumlah serat diet, serat diet tidak larut dan serat diet larut dalam pelbagai jenis variasi makanan seperti bijirin, kacang, sayuran dan buahan. Dapat dilihat bahawa serat diet lebih tinggi dalam makanan bijian seperti biji rami (*flaxseed*). Selain itu, kacang putih dan peria turut mengandungi jumlah serat diet yang tinggi.

Walau bagaimanapun, kebanyakan buah-buahan dan sayuran mengandungi serat diet tidak larut yang lebih tinggi berbanding dengan serat diet terlarut. Ini adalah bersamaan dengan kajian yang telah dijalankan terhadap serbuk ceri Terengganu. Walaupun sampel telah mengalami pemprosesan dan dikeringkan, jumlah serat diet terlarut dalam sampel serbuk adalah lebih rendah berbanding dengan serat diet tidak larut.

Jadual 2. Kandungan jumlah serat diet, serat diet tidak larut dan serat diet larut dalam pelbagai makanan

Jenis makanan	Serat diet (g/100 g <i>edible portion</i> )		
	Jumlah serat diet	Serat diet tidak larut	Serat diet larut
Beras	1.3	1.0	0.3
Oat	10.3	6.5	3.8
Gandum penuh	12.6	10.2	2.3
Lentil	11.4	10.3	1.1
Kacang putih	17.7	13.4	4.3
Kacang tanah	8.0	7.5	0.5
Bijan	7.79	5.89	1.90
Biji rami ( <i>Flaxseed</i> )	22.33	10.15	12.18
Badam	11.20	10.10	1.10
Peria	16.6	13.5	3.1
Beetroot	7.8	5.4	2.4
Halba	4.9	4.2	0.7
Terung	6.6	5.3	1.3
Kiwi	3.39	2.61	0.80
Pir	3.0	2.0	1.0
Pisang	1.7	1.2	0.5
Kelapa	9.0	8.5	0.5

Sumber: Farhath Khanum et al. (2000); Schakel et al. (2001)

### Kesimpulan

Daripada analisis yang dijalankan, dapat dilihat bahawa serbuk biji ceri dan serbuk ceri mempunyai nilai TDF yang tinggi dan kandungan IDF yang lebih tinggi berbanding dengan nilai kandungan SDF sama seperti kajian yang pernah dijalankan pada sampel buah-buahan lain. Data kajian ini boleh dimanfaatkan sebagai rujukan untuk pembangunan makanan berfungsi dan juga sumber bahan makanan semula jadi daripada sumber tempatan.

### Bibliografi

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (2000). Official methods of analysis of AOAC international methods 925.09, 920.152, 991.36, 940.26, 920.152 and 942.05. Arlington, VA, USA
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H. dan Patil, R.T. (2012). Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology* 49(3): 255 – 266
- Farhath Khanum, M., Swamy, S., Sudarshana Krishna, K.R. Santhanam, K. dan Viswanathan K.R. (2000). Dietary fibre content of commonly fresh and cooked vegetables consumed in India. *Plant Foods Hum Nutr.* 55: 207 – 218
- Heredia, A., Jimenez, A., Fernandez-Bolanos, J., Guillen, R. dan Rodriguez, R. (2002). *Fibra Alimentaria*. Madrid: Biblioteca de Ciencias. m.s. 1 – 117

- Lee, S.C., Prosky, L. dan De Vries, J.W. (1992). Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods: Enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: study. *Journal of Association of Official Analytical Chemists* 75: 395 – 416
- Prosky, L., Asp, N.G., Schweizer, T.F., De Vries, J.W. dan Furda, I. (1988). Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: Collaboration study. *Journal of Association of Official Analytical Chemists* 71(5): 1,017 – 1,023
- Schakel, S.F., Pettit, J. dan Himes, J.H. (2001). Dietary fiber values for common foods. In: Spiller GA, editor. *The CRC handbook of dietary fiber in human nutrition*. 3. London: CRC

### Ringkasan

Ceri Terengganu (*Lepisanthes fructicosa*) merupakan antara buah nadir dan dikenali sebagai spesies tidak bermusim di Malaysia yang menghasilkan buah sepanjang tahun. Pada masa ini, banyak kajian telah dilakukan berkaitan ciri pemakanan dan fizikokimia terhadap isi, kulit dan biji. Melalui kajian ini, data berkaitan serat diet di dalam serbuk isi dan kulit serta serbuk biji ceri Terengganu dapat dianalisis. Sampel dituai dari plot kajian di Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI), Serdang, Selangor. Sampel dibersihkan dengan membuang kotoran dan bahagian yang rosak, dikeringkan dan diasingkan isi dan biji. Kemudian, sampel dikeringkan di dalam alat pengering pada suhu 60 °C. Sampel yang telah kering kemudiannya dikisar menjadi serbuk. Jumlah kandungan serat diet (TDF), serat larut (SDF) dan serat tidak larut (IDF) telah dianalisis menggunakan kit ujian enzim gravimetrik Megazyme. Daripada analisis yang dijalankan, kandungan lembapan serbuk biji ceri ialah 8.42% manakala serbuk isi dan kulit ceri ialah 9.43%. Nilai TDF serbuk biji ceri ialah 75.4 – 83.4%, SDF serbuk biji ceri antara 3.8 – 5.4% dan kandungan IDF ialah 58.7 – 73.8%. Walau bagaimanapun, untuk serbuk isi dan kulit ceri, nilai TDF didapati ialah 77.9 – 87.2%, SDF ialah 17.9 – 23.9% dan nilai IDF daripada 48.9 – 60.2%. Tiada perbezaan yang signifikan ditemui antara kedua jenis serbuk kecuali bagi nilai SDF. Serbuk biji ceri dan serbuk isi dan kulit ceri didapati mempunyai nilai TDF yang tinggi dan kandungan IDF adalah lebih tinggi berbanding dengan nilai kandungan SDF. Data daripada kajian ini boleh dimanfaatkan sebagai rujukan untuk kajian pada masa hadapan terutama untuk pembangunan makanan berfungsi dan juga sumber bahan makanan semula jadi daripada sumber tempatan.

### Summary

Ceri Terengganu (*Lepisanthes fructicosa*) is an indigenous fruit that is known as a non-seasonal species in Malaysia, that will produce fruit throughout the year. At this moment, a lot of research has been done on the nutritional and physicochemical properties of pulp, peels and seeds. In this article, we present data on the dietary fiber components of ceri Terengganu seeds and pulp powder. Samples were harvested from a study plot at the Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), Serdang, Selangor. The sample was washed and cleaned to remove dirt and spoiled parts, drained and the whole fruit was separated (pulp with skin and the seeds). Following that, samples were dried in a hot air circulating dryer set at 60°C. The dried samples were ground into powder. The total dietary fibre (TDF), soluble dietary fibre (SDF) and insoluble dietary fibre (IDF) content was determined in triplicate by using an enzyme gravimetric Megazyme TDF assay kit. Moisture contents of seed powder is 8.42% while pulp powder



is 9.43%. The TDF, SDF and IDF of seed samples ranged from 75.4 – 83.4%, 3.8 – 5.4% and 58.7 – 73.8% respectively. However, for pulp and skin, TDF ranged from 77.9 – 87.2%, SDF ranged from 17.9 – 23.9% and IDF ranged from 48.9 – 60.2%. There are no significant differences between samples except for the SDF value. TDF levels were discovered to be elevated in samples, while IDF samples were found to be the greatest in comparison to SDF. Samples were found to have a high amount of TDF and IDF is the highest compared to SDF. The data will be used as a reference for future promising ingredients with functional properties.

**Pengarang**

Sabeetha Sarmin

Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan

Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang

Selangor

E-mel: [sabeetha@mardi.gov.my](mailto:sabeetha@mardi.gov.my)

Tun Norbrillinda Mokhtar, Hadijah Hassan (Dr.) dan Mohd Firdaus Saudi

Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan

Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang

Selangor