BTM BULETIN TEKNOLOGI MARDI
Bil. 44 (2025)
185 – 196

Kandungan nutrisi bijirin sorgum varieti India dan Brachy

(*Nutritional content of sorghum grain – Indian and Brachy varieties*)

Sabeetha Sarmin, Hadijah Hassan, Thiyagu Devarajan dan Mohd Firdaus Saudi

Kata kunci: bijirin, kandungan nutrisi, sorgum, varieti Brachy, varieti India

Pengenalan

Bijirin merupakan sumber makanan utama yang menyumbang kepada keperluan tenaga dan nutrisi. Ia bukan sahaja penting untuk pemakanan harian manusia, tetapi juga digunakan secara meluas dalam industri makanan, penternakan dan pengeluaran bioetanol. Bijirin seperti gandum, beras, jagung, barli, oat dan sorgum merupakan makanan ruji di kebanyakan negara. Pengeluaran bijirin memainkan peranan penting dalam memastikan keselamatan dan keterjaminan makanan. Bijirin gandum dan padi (beras) merupakan bijirin yang paling banyak dihasilkan dan dimakan terutama di Asia dan Eropah. Sementara itu, bijirin jagung dominan di Amerika Utara dan Selatan manakala bijirin barli dan oat banyak ditanam di kawasan beriklim sederhana seperti di Eropah Barat, Asia Tengah dan bahagian selatan Kanada.

Sorgum adalah bijirin kelima terpenting di dunia dengan pengeluaran yang tinggi di Afrika, India, China dan Amerika Syarikat. Ia dikenali dengan daya tahan terhadap cuaca panas dan tanah kering menjadikannya penting di kawasan yang mengalami kekurangan air. Selain itu, sorgum semakin mendapat perhatian sebagai bijirin serba guna. Ini kerana selain digunakan sebagai makanan manusia, ia juga digunakan sebagai makanan ternakan dan bahan mentah untuk bioetanol. Berdasarkan kajian saintifik, sorgum dilaporkan mengandungi nutrien yang tinggi seperti protein dan bebas gluten menjadikannya pilihan alternatif untuk makanan kesihatan.

Di Malaysia, padi merupakan bijirin utama yang ditanam dan beras menjadi makanan ruji penduduk Malaysia. Walaupun pengeluaran bijirin sorgum masih pada aras minimum, terdapat minat yang semakin meningkat terhadap potensi penanaman dan penggunaannya sebagai sumber makanan alternatif di Malaysia. Ini didorong oleh keperluan untuk kepelbagaian makanan dan keterjaminan makanan. Potensi bijirin sorgum dalam diet tempatan sedang diterokai terutamanya dalam produk makanan bebas gluten seperti tepung sorgum dan sebagai bahan tambahan dalam pelbagai produk makanan seperti biskut. Oleh itu, penilaian nilai proksimat, vitamin dan mineral dalam bijirin sorgum adalah penting untuk melihat kandungan nutrisi sorgum bagi keperluan diet manusia. Kandungan nutrisi menunjukkan jumlah dan jenis nutrien yang terkandung, sama ada dalam bentuk makronutrien atau mikronutrien yang penting untuk kesihatan, pertumbuhan dan fungsi tubuh yang normal. Makronutrien merupakan nutrien yang diperlukan dalam kuantiti yang besar di mana nutrien ini boleh ditentukan melalui analisis proksimat merangkumi analisis

karbohidrat, protein, lemak, serat, abu dan kelembapan. Mikronutrien pula merupakan nutrien yang diperlukan dalam kuantiti yang kecil, tetapi sangat penting untuk kesihatan tubuh seperti vitamin dan mineral. Kandungan nutrisi makanan yang merangkumi makronutrien dan mikronutrien serta komponen yang biasa dinilai dalam analisis pemakanan diringkaskan seperti dalam *Jadual 1*.

Dalam kajian ini, penilaian nilai proksimat, vitamin dan mineral dijalankan terhadap bijirin sorgum varieti India dan Brachy yang ditanam di plot tanaman MARDI bagi melihat potensi sebagai sumber makanan baharu. Hasil daripada kajian ini juga boleh membantu dalam meningkatkan keterjaminan makanan di Malaysia dan juga pembangunan produk makanan berasaskan sorgum.

Jadual 1. Kandungan nutrisi makanan dan fungsi utamanya

Makronutrien	
Komponen nutrien/proksimat	**Fungsi utama**
Karbohidrat	Sumber tenaga utama badan Dikira daripada 100% – (jumlah komponen lain)
Protein	Membina dan membaiki tisu badan Jumlah nitrogen × faktor penukaran (biasanya 6.25)
Lemak	Sumber tenaga, menyerap vitamin larut lemak Mengukur jumlah lipid dalam makanan
Serat	Menyokong sistem penghadaman Serat tak larut (komponen tumbuhan tak boleh dicerna)
Air	Penting untuk proses fisiologi dalam badan
Kelembapan	Menunjukkan kandungan air dalam makanan
Abu	Menunjukkan kandungan mineral secara keseluruhan
Mikronutrien: Vitamin	
Vitamin	**Fungsi utama**
Vitamin A	Baik untuk penglihatan, sistem imun
Vitamin B1 (Tiamina)	Penukaran makanan kepada tenaga
Vitamin B2 (Riboflavin)	Fungsi sel dan metabolisme tenaga
Vitamin B3 (Niasin)	Metabolisme tenaga, kesihatan kulit
Vitamin B6 (Piridoksina)	Menyokong sistem otak dan saraf, meningkatkan metabolisme
Vitamin C	Antioksidan, pembentukan kolagen
Vitamin E	Antioksidan, melindungi sel

(*samb.*)

Jadual 1. (samb.)

Mikronutrien: Mineral	
Mineral	**Fungsi utama**
Kalsium (Ca)	Menguatkan tulang dan gigi
Zat besi (Fe)	Membawa oksigen dalam darah
Kalium (K)	Menyokong fungsi otot dan jantung
Natrium (Na)	Keseimbangan cecair badan
Magnesium (Mg)	Fungsi otot dan saraf
Zink (Zn)	Penyembuhan luka, imuniti
Selenium (Se)	Membantu fungsi kelenjar tiroid Melindungi badan daripada radikal bebas Membantu fungsi kognitif otak

Penentuan nilai proksimat, vitamin dan mineral sorgum varieti India dan Brachy

Penyediaan sampel

Sebanyak dua sampel sorgum varieti India dan Brachy diambil daripada dua plot penanaman yang berbeza iaitu di plot MARDI Serdang, Selangor dan plot MARDI Bachok, Kelantan (*Gambar 1*). Kesemua sampel yang telah dituai perlu dikeringkan dan menjalani proses *dehulling* dan *polishing* selama 45 saat. Sampel kemudian dikisar sehingga menjadi serbuk halus dan disimpan di dalam bekas kedap udara sebelum dianalisis.

Gambar 1. Bijirin sorgum varieti India dan Brachy

Analisis proksimat dan nilai kalori

Dalam analisis proksimat, nilai kelembapan, protein, karbohidrat dan abu perlu ditentukan terlebih dahulu sebelum mendapatkan nilai kalori makanan tersebut. Kesemua kandungan proksimat dan nilai kalori ini dijalankan mengikut prosedur piawaian antarabangsa iaitu berdasarkan [*Association of Official Analytical Chemists* (AOAC)] dan dijalankan sebanyak tiga replikasi bagi mendapatkan nilai purata setiap analisis yang dijalankan.

Penentuan kandungan kelembapan

Sebanyak 5 g sampel ditimbang ke dalam bekas aluminium yang telah ditimbang dan dikeringkan dalam ketuhar pada suhu 105 °C sehingga mencapai berat kering yang konsisten. Nilai kelembapan ditentukan menggunakan persamaan seperti berikut:

$$\text{Kelembapan (\%)} = (M_{\text{sebelum pengeringan}} - M_{\text{selepas pengeringan}}) / M_{\text{sebelum pengeringan}} \times 100$$

Nota: M adalah berat sampel

Penentuan kandungan abu

Bagi penentuan kandungan abu, sebanyak 5 g sampel ditimbang dan dikeringkan di atas plat pemanas sehingga kering sebelum dimasukkan ke dalam ketuhar pengabuan (*muffle furnace*) pada suhu 550 °C selama 8 jam bagi memastikan semua sampel bertukar menjadi abu. Berat sampel selepas pengabuan ditimbang dan direkodkan sebagai jumlah abu. Pengiraan kandungan abu adalah mengikut persamaan berikut:

$$\text{Kandungan abu (g/100 g)} = (W3 - W1 / W2 - W1) \times 100$$

Nota:
W1 = berat krusibel kering
W2 = berat krusibel berserta sampel sebelum proses pengabuan
W3 = berat krusibel dan sampel selepas pengabuan

Penentuan kandungan protein

Analisis protein pula menggunakan kaedah Kjeldhal iaitu sebanyak 0.5 g sampel dimasukkan ke dalam balang pengekstrakan. Kemudian, 15 mL asid sulfurik pekat dan dua biji tablet pemangkin kuprum sulfat ($CuSO_4$) ditambah. Campuran ini diekstrak selama 2 jam menggunakan mesin pengekstrakan *Foss Digestor 2540* pada suhu 420 °C. Selepas selesai pengekstrakan, sebatian yang terhasil akan disuling dan dititrat menggunakan mesin penyulingan auto *Gerhart Distiller*. Jumlah protein yang direkodkan adalah berdasarkan peratus nitrogen dalam sampel makanan yang didarab dengan faktor penukaran iaitu 6.25.

$$\text{Nilai protein, (\%)} = \text{\% nitrogen} \times \text{faktor penukaran (6.25)}$$

Penentuan kandungan lemak

Analisis lemak diperoleh menggunakan kaedah Soxhlet iaitu sebanyak 5 g sampel diekstrak dengan pelarut petroleum eter menggunakan mesin ekstraksi terma selama 8 jam. Sebatian lemak yang terhasil dikeringkan pada suhu 70 °C selama 1 jam dan ditimbang bagi mendapatkan peratus lemak dalam makanan tersebut menggunakan pengiraan berikut:

$$\text{Nilai lemak, (g/100 g)} = (W2 - W1) / S \times 100$$

Nota:
W1 = berat kering kelalang
W2 = berat kelalang selepas pengekstrakan
S = berat sampel

Penentuan kandungan karbohidrat

Nilai karbohidrat dalam makanan boleh diperoleh dengan pelbagai kaedah sama ada menggunakan teknik kromatografi cecair berprestasi tinggi (HPLC), spektofotometer UV atau kaedah pengiraan berdasarkan nilai analisis pemakanan yang lain. Bagi analisis sampel ini, kaedah perbezaan pengiraan telah digunakan. Jumlah karbohidrat diperoleh menggunakan persamaan berikut:

Jumlah karbohidrat = [100 − (kelembapan + protein + lemak + abu)]

Pengiraan nilai kalori (kcal)

Karbohidrat, protein dan lemak menyumbang kepada penukaran kalori dalam makanan. Oleh itu, nilai kalori (kcal) diperoleh berdasarkan kiraan karbohidrat, protein dan lemak. Satu gram protein dan karbohidrat dalam makanan akan menyumbang nilai kalori sebanyak 4 kcal manakala satu gram lemak akan memberikan nilai kalori sebanyak 9 kcal dalam makanan yang diambil. Pengiraan nilai kalori adalah seperti berikut:

Jumlah kalori (kcal) = [(protein(g) × 4) + (karbohidrat(g) × 4) + (lemak(g) × 9)]

Analisis vitamin dan mineral

Analisis vitamin dan mineral dihantar di makmal luar yang mempunyai persijilan akreditasi. Penentuan kandungan vitamin A dan profil vitamin B (B1 hingga B9) dijalankan menggunakan teknik kromatografi cecair berprestasi tinggi (HPLC) berdasarkan kaedah MY/STP/128 yang berpandukan USP 30-NF25 dan LGC/GC/2007/19 masing-masing. Manakala vitamin B12 ditentukan menggunakan kaedah MY/STP/238 berdasarkan teknik *Direct Enzyme Immunoassay*. Penentuan kandungan vitamin C dijalankan menggunakan teknik penitratan berdasarkan kaedah AOAC 967.21. Bagi analisis mineral pula, kandungan natrium, kalium, kalsium, zat besi dan magnesium ditentukan menggunakan teknik *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) berdasarkan kaedah AOAC 968.08, manakala fosforus berdasarkan kaedah AOAC 995.11. Selenium ditentukan menggunakan teknik *Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES).

Kandungan makronutrien (nilai proksimat) sorgum

Jadual 2 menunjukkan kandungan makronutrien/nilai proksimat sorgum varieti India dan Brachy yang ditanam di plot tanaman MARDI Serdang dan MARDI Bachok. Hasil analisis mendapati beberapa nilai nutrisi sorgum varieti India dan Brachy adalah tidak jauh berbeza. Nilai kelembapan sorgum varieti India dan Brachy yang ditanam di Serdang lebih tinggi (11.55 – 11.59%) berbanding dengan varieti yang ditanam di Bachok (9.95 – 10.51%). Perbezaan kandungan kelembapan ini mungkin dipengaruhi oleh faktor persekitaran dan agronomi, iklim dan cuaca, sistem pengairan, genetik varieti dan altitud kawasan penanaman yang memberi kesan secara langsung terhadap komposisi kimia dan nutrien dalam bijirin sorgum. Selain itu, nilai kelembapan yang rendah menunjukkan bijirin kering boleh disimpan dalam jangka masa yang panjang.

Secara umumnya, nilai abu merupakan penunjuk kepada jumlah keseluruhan kandungan mineral tak organik dalam sampel makanan. *Jadual 2* menunjukkan tiada perbezaan signifikan bagi nilai abu di antara varieti sorgum (1.33 – 1.49%). Merujuk kajian, nilai abu di antara 1.0 hingga 2.5% menunjukkan kandungan mineral yang baik bagi bijirin. Namun begitu, nilai abu tidak menunjukkan jenis mineral dan analisis mineral spesifik menggunakan alatan seperti *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS) atau *Inductively Coupled Plasma* (ICP) diperlukan untuk menentukan jenis mineral seperti kalsium, ferum dan lain-lain secara kualitatif dan kuantitatif.

Analisis penentuan lemak (*Jadual 2*) menunjukkan kandungan lemak sorgum varieti Brachy yang ditanam di Bachok adalah paling tinggi (2.42%) diikuti varieti India Bachok (1.81%), Brachy Serdang (1.56%) dan India Serdang (1.49%). Merujuk kajian pemakanan bijirin, kandungan lemak sorgum adalah dalam julat 3.0 – 4.0%. Kandungan lemak mungkin berbeza bergantung kepada jenis varieti, jenis tanah dan iklim di Malaysia. Bagi analisis protein pula, *Jadual 2* menunjukkan perbezaan signifikan di mana kandungan protein bagi sorgum varieti Brachy dan India di Bachok (11.80% dan 11.38%) tinggi berbanding dengan sorgum varieti Brachy dan India di Serdang (7.50% dan 8.93%). Kandungan protein sorgum yang ditanam di plot tanaman MARDI berada di dalam julat 10.5 – 11.3%. Menurut Garis Panduan Keperluan Pelabelan di bawah Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturannya, kandungan protein sebanyak 5.0 g/100 g pepejal dan 10.0 g/100 g pepejal, masing-masing boleh dilabelkan sebagai sumber protein dan tinggi protein (*Jadual 3*). Daripada data yang diperoleh, sorgum varieti Brachy dan India di Serdang boleh dilabelkan sebagai sumber protein manakala sorgum varieti Brachy dan India di Bachok boleh dilabelkan sebagai tinggi protein.

Karbohidrat adalah makronutrien yang penting untuk membekalkan tenaga dan diperlukan untuk pelbagai aktiviti sel dan fungsi tubuh. *Jadual 2* juga menunjukkan sorgum sebagai sumber tenaga yang baik di mana kandungan karbohidratnya tinggi (74 – 78%). Kandungan karbohidrat bagi sorgum varieti Brachy dan India di Serdang lebih tinggi (78.06% dan 76.53%) berbanding dengan di Bachok (74.04%

dan 75.61%). Nilai kalori pula merupakan unit yang digunakan untuk mengukur tenaga. Dalam pelabelan produk makanan, nilai kalori dinyatakan di bahagian maklumat pemakanan. Jumlah karbohidrat, lemak dan protein yang tinggi akan menyumbang kepada nilai kalori yang lebih tinggi. Nilai kalori sorgum varieti Brachy dan India yang ditanam di Bachok adalah tinggi iaitu 364 kcal per 100 g manakala varieti Brachy dan India yang ditanam di Serdang memberikan nilai kalori yang lebih rendah iaitu 356 kcal kalori bagi setiap 100 g.

Merujuk cadangan pengambilan zat untuk Malaysia [*Recommended Nutrient Intake* (RNI 2017)], tiada cadangan khusus untuk pengambilan makronutrien (lemak, protein dan karbohidrat). Namun, saranan pengambilan makronutrien adalah berdasarkan peratus sumbangan terhadap jumlah pengambilan tenaga harian [*Total Energy Intake* (TEI)]. Jawatankuasa Teknikal Saintifik (TSC) mencadangkan sumbangan makronutrien terhadap TEI bagi individu dewasa di Malaysia adalah sebanyak 25 – 30% TEI bagi lemak, 10 – 20% TEI bagi protein dan 50 – 65% TEI bagi karbohidrat. Oleh itu, pengambilan sorgum sebagai sebahagian daripada diet harian boleh menyumbang kepada keseimbangan makronutrien yang disarankan, terutamanya dari segi karbohidrat kompleks. Selain itu, sorgum juga mengandungi sejumlah protein dan lemak yang menyumbang kepada keseimbangan pemakanan bagi individu dewasa di Malaysia.

Terdapat pelbagai faktor yang memainkan peranan penting kepada kandungan makronutrien dalam tumbuhan seperti faktor agronomi dan amalan pertanian. Faktor persekitaran seperti haba, hujan dan cahaya matahari turut memberi kesan kepada kadar fotosintesis dan pertumbuhan bijirin, yang seterusnya mempengaruhi penghasilan karbohidrat, protein dan lemak. Jenis tanah dan kandungan nutrien terutamanya nitrogen turut mempengaruhi sintesis protein di mana tanah yang kaya dengan nitrogen cenderung meningkatkan kandungan protein dalam bijirin. Penggunaan baja nitrogen yang mencukupi juga boleh meningkatkan kandungan protein sekali gus menghasilkan lebih banyak tenaga dalam bijirin sorgum. Perbezaan kandungan karbohidrat dalam bijirin sorgum juga bergantung kepada faktor genetik, persekitaran, amalan agronomi dan pemprosesan selepas tuaian.

Jadual 2. Kandungan makronutrien sorgum varieti India dan Brachy yang ditanam di Serdang dan Bachok

Varieti sorgum	Kelembapan (g/100 g)	Protein (g/100 g)	Lemak (g/100 g)	Abu (g/100 g)	Karbohidrat (g/100 g)	Nilai kalori (kcal)
Brachy Bachok	10.51 ± 0.10^{b}	11.80 ± 0.15^{a}	2.42 ± 0.06^{a}	1.49 ± 0.09^{a}	74.04 ± 0.34^{d}	364.29 ± 0.85^{a}
Brachy Serdang	11.55 ± 0.19^{a}	7.50 ± 0.09^{c}	1.56 ± 0.11^{c}	1.33 ± 0.20^{a}	78.06 ± 0.29^{a}	356.1 ± 0.34^{b}
India Bachok	9.95 ± 0.14^{c}	11.38 ± 0.04^{a}	1.81 ± 0.08^{b}	1.38 ± 0.10^{a}	75.61 ± 0.11^{c}	363.97 ± 0.78^{a}
India Serdang	11.59 ± 0.09^{a}	8.93 ± 0.08^{b}	1.49 ± 0.14^{c}	1.44 ± 0.10^{a}	76.53 ± 0.11^{b}	355.71 ± 1.49^{b}

Data dilaporkan sebagai nilai purata ± sisihan piawai. Abjad ^{abcd} yang berbeza pada lajur menegak menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$)

Jadual 3. Tahap minimum bagi tuntutan nutrien (sumber atau tinggi) dalam makanan

Bil.	Nutrien	*Nutrient reference value* (NRV)	5%NRV	Sumber 100 g@mL		Tinggi/100 g@mL	
				Pepejal	Cecair	Pepejal	Cecair
1	Vitamin A	800 mikrogram RE	40.0	120.0	60.0	240.0	120.0
2	Vitamin D	15 mikrogram	0.8	2.3	1.1	4.5	2.3
3	Vitamin C	100 miligram	5.0	15.0	7.5	30.0	15.0
4	Vitamin E	10 miligram	0.5	1.5	0.8	3.0	1.5
5	Vitamin K	60 mikrogram	3.0	9.0	4.5	18.0	9.0
6	Tiamina (B1)	1.2 miligram	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2
7	Riboflavin (B2)	1.2 miligram	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2
8	Niasin (B3)	15 miligram NE	0.8	2.3	1.1	4.5	2.3
9	Vitamin B6	1.3 miligram	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2
10	Folat	400 mikrogram DFE	20.0	60.0	30.0	120.0	60.0
11	Vitamin B12	2.4 mikrogram	0.1	0.4	0.2	0.7	0.4
12	Pantotenate	5 miligram	0.3	0.8	0.4	1.5	0.8
13	Biotin	30 mikrogram	1.5	4.5	2.3	9.0	4.5
14	Kalsium	1000 miligram	50.0	150.0	75.0	300.0	150.0
15	Magnesium	310 miligram	15.5	46.5	23.3	93.0	46.5
16	Iron	14 miligram	0.7	2.1	1.1	4.2	2.1
17	Zink	11 miligram	0.6	1.7	0.8	3.3	1.7
18	Iodin	150 mikrogram	7.5	22.5	11.3	45.0	22.5
19	Kuprum	900 mikrogram	45.0	135.0	67.5	270.0	135.0
20	Selenium	60 mikrogram	3.0	9.0	4.5	18.0	9.0
21	Manganese	3 miligram	0.2	0.5	0.2	0.9	0.5
22	Molibdenum	45 mikrogram	2.3	6.8	3.4	13.5	6.8
23	Fosforus	700 miligram	35.0	105.0	52.5	210.0	105.0
24	Kolina	550 miligram	27.5	82.5	41.3	165.0	82.5
25	Protein	50 gram	2.5	5.0	2.5	10.0	5.0

Sumber: *Guideline on Labelling Requirement Under Food Act 1983 and Regulations Thereunder* (2023)

Kandungan vitamin dan mineral sorgum

Jadual 4 menunjukkan nilai vitamin A, B (B1, B2, B3, B6, B9 dan B12) dan C bagi sorgum varieti India dan Brachy. Hasil analisis mendapati bijirin sorgum varieti Brachy dan India mengandungi vitamin B1 (Tiamina) yang tinggi (4.2 – 9.3 mg/100 g) berbanding dengan vitamin B2 (riboflavin) (0.0 – 0.9%), B3 (niasin) (0.0 – 1.2%), B6 (piridoksina) (0.2 – 0.6%) dan vitamin C (0.0 – 0.7%). Manakala, kandungan vitamin A, B9 (folat) dan B12 (kobalamin) tidak dikesan dalam sorgum yang dianalisis. Merujuk *Garis Panduan Keperluan Pelabelan di bawah Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturannya*, kandungan minimum bagi sumber vitamin B6 dan tinggi vitamin B1 masing-masing sebanyak 0.2 mg/100 g pepejal dan 0.4 mg/100 g pepejal (*Jadual 3*). Oleh itu, sorgum boleh dilabelkan sebagai sumber vitamin B6 dan tinggi vitamin B1. Namun, cadangan pengambilan zat untuk Malaysia (RNI

Malaysia 2017) menyarankan pengambilan sebanyak 1.3 mg/hari vitamin B6 bagi dewasa berumur 19 – 50 tahun dan 1.5 – 1.7 mg/hari bagi dewasa berumur 51 – 59 tahun manakala saranan bagi pengambilan vitamin B1 sebanyak 1.1 – 1.2 mg/hari bagi dewasa berumur 19 – 65 tahun. Ini menunjukkan bijirin sorgum mempunyai kandungan vitamin yang rendah kecuali vitamin B1 dan jika diproses menjadi produk, penambahan dan fortifikasi vitamin diperlukan bagi memastikan produk yang dihasilkan mempunyai kandungan vitamin seperti yang disarankan dalam cadangan pengambilan zat untuk Malaysia (RNI Malaysia 2017).

Jadual 5 menunjukkan kandungan garam atau natrium (Na) sebanyak 5.0 – 6.0 mg/100 g dan kandungan kalium (K) bagi sorgum pula sebanyak 271.1 – 315.5 mg/100 g. Nilai ini tidak jauh berbeza dengan kandungan Na dan K yang dilaporkan dalam kajian nutrisi sorgum iaitu 6 mg/100 g dan 363 mg/100 g masing-masing. Kandungan zat besi (Fe) sorgum adalah sebanyak 0.1 mg/100 g bagi setiap varieti manakala kandungan kalsium (Ca) sebanyak 2.7 – 3.3 mg/100 g. Nilai Fe, Ca dan magnesium (Mg) yang diperoleh adalah lebih rendah berbanding dengan nilai mineral yang dilaporkan oleh kajian nutrisi sorgum. Manakala, bagi kandungan zink (Zn) pula sebanyak 1.3 – 1.8 mg/100 g, tidak jauh beza dengan laporan kajian pemakanan sorgum iaitu sebanyak 1.7 mg/100 g Zn.

Merujuk *Garis Panduan Keperluan Pelabelan di bawah Akta Makanan 1983 dan Peraturan-peraturannya* (*Jadual 3*), kandungan minimum magnesium (Mg) 46.5 mg/100 g boleh dilabelkan sebagai sumber magnesium. Manakala kandungan minimum Se 18.0 µg/100 g dan fosforus (P) 210 mg/100 g masing-masing boleh dilabelkan sebagai tinggi Se dan P. *Jadual 5* menunjukkan sorgum varieti India dan Brachy merupakan sumber Mg (59.9 – 70.1 mg/100 g) dan tinggi kandungan Se (19.0 – 24.0 µg/100 g) dan P (438.7 – 629.1 mg/100 g).

Cadangan pengambilan zat untuk Malaysia (RNI Malaysia 2017) mengesyorkan pengambilan sebanyak 2000 mg Na, 3,000 – 3,500 mg K,14 – 29 mg Fe, 1,000 – 1,300 mg Ca dan 10 – 14 mg Zn untuk keperluan harian. Walau bagaimanapun, nilai purata mineral P bagi sorgum varieti Brachy dan India iaitu 439 hingga 629 mg/100 g hampir mendekati keperluan RNI Malaysia 2017 iaitu 700 mg sehari. Purata nilai mineral lain iaitu Mg dan Se adalah satu perempat daripada keperluan RNI Malaysia 2017 iaitu 220 – 260 mg untuk Mg dan 55 – 70 µg sehari bagi Se.

Jadual 4. Kandungan vitamin bagi sorgum varieti India dan Brachy yang ditanam di Serdang dan Bachok

Varieti sorgum	Vit A (mg/100 g)	Vit B1 (mg/100 g)	Vit B2 (mg/100 g)	Vit B3 (mg/100 g)	Vit B (mg/100 g)	Vit B9 (mg/100 g)	Vit B12 (mg/100 g)	Vit C (mg/100 g)
Brachy Bachok	0	5.1	0	0	0.6	0	0	0.2
Brachy Serdang	0	5.4	0.9	0	0.2	0	0	0
India Bachok	0	9.3	0	1.2	0.3	0	0	0.3
India Serdang	0	4.2	0	0	0.2	0	0	0.7

Jadual 5. Nilai mineral bagi sorgum varieti India dan Brachy yang ditanam di Serdang dan Bachok

Varieti sorgum	Na (mg/100 g)	K (mg/100 g)	Fe (mg/100 g)	Ca (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)	Zn (mg/100 g)	P (mg/100 g)	Se (µg/100 g)
Brachy Bachok	5.6	300.6	0.1	3.3	60.1	1.8	550.6	19.0
Brachy Serdang	5.0	271.1	0.1	2.7	59.9	1.3	438.7	24.0
India Bachok	6.0	315.5	0.1	2.9	70.1	1.8	629.1	23.0
India Serdang	5.6	306.6	0.1	3.0	60.3	1.4	539.6	19.0

Kandungan vitamin dan mineral dalam bijirin sorgum dipengaruhi oleh faktor genetik iaitu varieti sorgum, persekitaran seperti iklim dan lokasi penanaman, jenis dan kualiti tanah, amalan pertanian seperti penambahan baja dan kaedah pemprosesan selepas proses penuaian serta penyimpanan. Kandungan mineral dalam tanah seperti magnesium, zat besi dan zink penting kerana ia bertindak sebagai ko-faktor dalam pembentukan vitamin. Selain itu, tanah yang kaya dengan mineral seperti zat besi, zink atau kalium juga boleh meningkatkan kandungan mineral dalam bijirin sorgum. Kekurangan nutrien tertentu dalam tanah juga boleh menyebabkan penurunan kandungan vitamin dalam bijirin. Faktor seperti pH tanah juga mempengaruhi penyerapan nutrien oleh tumbuhan. Ini termasuk teknik pertanian seperti penggunaan baja organik atau sintetik serta kaedah pengairan boleh memberi kesan kepada kualiti nutrien termasuk vitamin. Terdapat juga penggunaan racun kimia berlebihan yang boleh mengganggu proses fisiologi tumbuhan yang terlibat dalam sintesis vitamin dan mineral.

Kesimpulan

Kandungan makronutrien seperti karbohidrat, lemak dan protein adalah penting untuk membekalkan tenaga dan keperluan fungsi tubuh dan aktiviti sel. Selain itu, mikronutrien seperti vitamin dan mineral juga diperlukan bagi kesihatan tubuh manusia. Analisis nilai nutrisi (proksimat, vitamin dan mineral) ini diperlukan untuk menentukan kandungan makronutrien dan mikronutrien dan digunakan sebagai data rujukan bagi pemprosesan makanan serta maklumat untuk perlabelan makanan. Analisis menunjukkan bahawa sorgum mempunyai profil makronutrien dan mikronutrien yang baik iaitu kandungan karbohidrat dan protein yang tinggi. Nilai vitamin B1, selenium dan fosforus juga menunjukkan nilai yang tinggi. Analisis juga menunjukkan sorgum merupakan sumber vitamin B6 dan magnesium.

Penghargaan

Pengarang mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat terutama pihak Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan (KPKM), Malaysia atas penyaluran peruntukan projek KRFM-17 bagi menjayakan penyelidikan ini.

Bibliografi

AOAC International. (2016). *Official methods of analysis of AOAC International* (20th ed.). AOAC International.

AOAC International. (2000). *Official methods of analysis of AOAC International* (17th ed.). AOAC International.

FAO. (2020). *FAOSTAT*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Diperoleh dari https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize.

Ministry of Health Malaysia. (2017). *Recommended nutrient intakes for Malaysia*. National Coordinating Committee on Food and Nutrition.

Ministry of Health Malaysia. (2023). *Guideline on labelling requirements under the Food Act 1983 and regulations thereunder*. Food Safety and Quality Division. Diperoleh dari https://hq.moh.gov.my/fsq/garis-panduan-pelabelan-makanan.

Pontieri, P., Mamone, G., Mortimer, P. E., Molisso, D., Tuinstra, M. R., Roemer, E., & Del Giudice, L. (2013). Sorghum, a healthy and gluten-free food for celiac patients as demonstrated by genome, biochemical, and immunochemical analyses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 61(10), 2565–2571.

Teferra, T. F., Amoako, D. B., Rooney, W. L., & Awika, J. M. (2019). Qualitative assessment of 'highly digestible' protein mutation in hard endosperm sorghum and its functional properties. *Food Chemistry,* 271, 561–569.

Ringkasan

Sorgum merupakan bijirin yang kurang dikenali tetapi berpotensi tinggi sebagai sumber makanan alternatif di Malaysia, terutama dalam usaha memperkukuh keterjaminan makanan dan mempelbagaikan sumber karbohidrat tempatan. Kajian ini dijalankan bagi menentukan kandungan nutrisi sorgum varieti India dan Brachy yang ditanam di plot tanaman MARDI Serdang dan Bachok. Hasil analisis menunjukkan sorgum merupakan sumber tenaga yang baik di mana kandungan karbohidratnya tinggi (74 – 78%). Kandungan protein sorgum yang ditanam di Bachok (11.38 – 11.80%) boleh dilabelkan sebagai "tinggi protein" manakala sorgum yang ditanam di Serdang (7.50% dan 8.93%) boleh dilabelkan sebagai "sumber protein". Selain itu, analisis kandungan vitamin dan mineral menunjukkan sorgum mengandungi tinggi magnesium (59.9 – 70.1 mg/100 g), selenium (19 – 24 µg/100 g) dan fosforus (438 – 629 mg/100 g). Kandungan natrium, kalium, kalsium, zat besi dan zink berada pada tahap sederhana hingga rendah berbanding dengan keperluan harian cadangan pengambilan zat (RNI) Malaysia 2017. Bagi kandungan vitamin pula, sorgum mengandungi vitamin yang rendah kecuali vitamin B1 (4.2 – 9.3 mg/100 g) yang boleh dilabelkan sebagai "tinggi" dan vitamin B6 (0.2 – 0.6 mg/100 g) yang dilabelkan sebagai "sumber". Daripada hasil analisis, dapat disimpulkan pengambilan sorgum dalam diet harian dapat membantu mencapai keseimbangan makronutrien dan mikronutrien bagi keperluan pemakanan individu dewasa di Malaysia. Namun, kandungan vitaminnya yang rendah kecuali vitamin B1 dan B6 memerlukan penambahan atau fortifikasi bagi memenuhi saranan pengambilan zat untuk Malaysia.

Summary
Sorghum is a lesser-known grain but holds great potential as an alternative food source in Malaysia, particularly in efforts to strengthen food security and diversify local carbohydrate sources. This study was carried out to determine the nutritional content of Indian and Brachy sorghum varieties grown in MARDI's experimental plots in Serdang and Bachok. The results show that sorghum is a good source of energy due to its high carbohydrate content (74 – 78%). The protein content of sorghum grown in Bachok (11.38 – 11.80%) qualifies it to be labeled as "high in protein," while sorghum from Serdang (7.50% and 8.93%) can be labeled as a "source of protein." In addition, vitamin and mineral analysis showed that sorghum contains high levels of magnesium (59.9 – 70.1 mg/100 g), selenium (19 – 24 µg/100 g) and phosphorus (438 – 629 mg/100 g). The sodium, potassium, calcium, iron, and zinc content was found to be at moderate to low levels compared to the Recommended Nutrient Intake (RNI) Malaysia 2017. For vitamin content, sorghum was generally low in most vitamins except for vitamin B1 (4.2 – 9.3 mg/100 g), which can be labeled as "high," and vitamin B6 (0.2 – 0.6 mg/100 g), which qualifies as a "source." Based on the analysis, it can be concluded that incorporating sorghum into the daily diet can help achieve a balanced intake of both macronutrients and micronutrients for Malaysian adults. However, due to its limited vitamin content, except for vitamin B1 and B6, fortification is recommended to meet the nutrient intake guidelines set by RNI Malaysia 2017.

Pengarang
Sabeetha Sarmin
Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang Selangor
E-mel: sabeetha@mardi.gov.my

Hadijah Hassan (Dr.) dan Mohd Firdaus Saudi
Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang Selangor

Thiyagu Devarajan
Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, Ibu Pejabat MARDI
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang Selangor.