

Pengaruh produk cili kering terhadap kualiti fizikal serbuk cili

(Effect of dried chilli product on the physical quality of powdered chilli)

Hasmin Hakim Hasbullah, Yahya Sahari, Masniza Sairi, Teoh Chin Chuang, Ruwaida Abdul Wahid, Afiqah Aina Rahim, Sharifah Hafiza Mohd Ramli, Masniza Sairi, Faewati Abdul Karim, Ahmad Fadhlul Wafiq Abd Rahman, Sha'fie Alwi, Mohd Hafiz Mohamed Amin Tawakkal, Amir Redzuan Shamsulkamal, Mohd Zaimi Zainol Abidin, Muhammad Aliq Jamaluddin dan Mohd Azmirredzuan Sani

Kata kunci: cili kering, serbuk cili, mesin pengisar, cili Kulai, pengeringan kabinet, pengeringan pam haba

Pengenalan

Cili kering dihasilkan daripada buah cili segar yang dikeringkan sama ada secara semula jadi menggunakan cahaya matahari atau melalui kaedah pengeringan buatan. Tujuan utama proses pengeringan ini adalah untuk mengurangkan kandungan lembapan dalam buah cili bagi memanjangkan jangka hayat penyimpanan, mengekalkan rasa pedas semula jadi serta memudahkan proses penyimpanan dan pengangkutan.

Walaupun permintaan terhadap cili kering di Malaysia tinggi, pengeluaran tempatan masih belum mencukupi. Akibatnya, sebahagian besar cili kering diimport dari China dan India. Dalam konteks pasaran domestik, lambakan cili segar sering menyebabkan kerugian kepada peladang tempatan. Oleh itu, pengeringan dan pemprosesan kepada serbuk cili menawarkan alternatif bagi menambah nilai hasil tani dan mengurangkan kebergantungan kepada import.

Penghasilan serbuk cili yang berkualiti bermula seawal proses pengeringan cili. Pengeringan yang tidak terkawal boleh merosakkan warna dan aroma, manakala kaedah pengeringan yang optimum berupaya mengekalkan warna, kepedasan dan kebersihannya. Faktor-faktor ini seterusnya memberi kesan langsung kepada keberkesanan proses pengisaran dan jangka hayat produk.

Selain aspek pengeringan cili, kualiti serbuk cili selepas kisan bergantung pada aspek pembungkusan dan penyimpanan. Untuk mengekalkan warna dan aroma, serbuk cili perlu dibungkus dalam bahan penghalang oksigen/kelembapan (contoh: laminat berpenghalang tinggi) dengan ruang udara (*headspace*) diminimumkan, disimpan jauh daripada cahaya dan haba serta mematuhi had cemar yang ditetapkan pasaran sasaran [misalnya had Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) dan logam berat di Kesatuan Eropah (EU)]. Pematuhan piawaian Codex/ASEAN dan rujukan Malaysian Standard bukan sahaja memastikan keselamatan, malah memudahkan akses pasaran eksport.

Bagi membantu pemain industri serbuk cili tempatan memahami tentang aspek pemprosesan serbuk cili, satu kajian berkaitan aspek pemprosesan cili kering kepada serbuk cili telah dijalankan untuk melihat kesan varieti cili kering terhadap kualiti fizikal serbuk cili. Varieti cili kering yang dikaji adalah cili kering yang diimport dari China dan cili kering tempatan (cili Kulai) yang dikeringkan menggunakan pengering kabinet (*cabinet dryer*) dan pengering pam haba (*heat pump dryer*).

Dalam kajian yang dijalankan, bahan mentah untuk kajian ini menggunakan produk cili kering yang diimport dari China yang diperoleh daripada salah satu pembekal cili kering di pasar borong tempatan dan cili Kulai tempatan yang dikeringkan menggunakan dua kaedah, iaitu kaedah pengeringan kabinet dan kaedah pengeringan pam haba. Suhu yang ditetapkan pada kedua-dua alat pengering ini adalah pada suhu 60 °C. Parameter yang dianalisis adalah kandungan lembapan, nilai warna dan taburan saiz zarah.

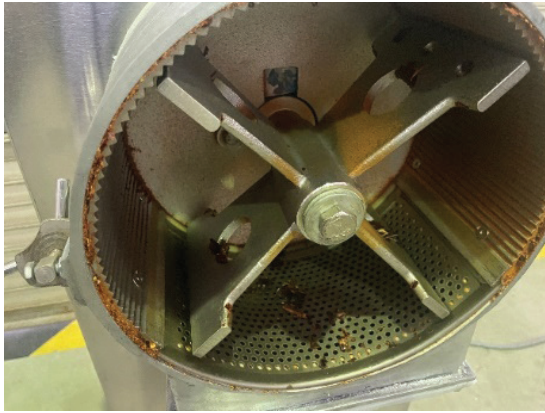
Ketiga-tiga produk cili kering ini seterusnya dibuang tangkai secara manual dan dipotong kepada beberapa bahagian kecil untuk mengecilkan saiz bagi memudahkan proses pengisaran (*Gambar 1*). Proses pengisaran serbuk cili menggunakan mesin MillPower (India) melibatkan tiga saiz penyaring untuk menghasilkan kehalusan yang berbeza iaitu 297 mikron (nombor 1), 840 mikron (nombor 3) dan 1680 mikron (nombor 6) (*Gambar 2* dan 3). Secara umumnya, nombor penyaring yang lebih kecil menunjukkan bukaan yang lebih halus, sekali gus menghasilkan serbuk cili yang lebih halus. Oleh kerana keupayaan mesin pengisar yang terhad untuk mengisar secara langsung pada saiz penyaring nombor 1, maka proses dilakukan secara berperingkat, di mana cili kering dikisar menggunakan penyaring nombor 6 terlebih dahulu sebelum melalui pengisaran akhir menggunakan penyaring nombor 1.



Gambar 1. Proses pembuangan tangkai dan pemotongan cili kering



Gambar 2. Operator memasukkan potongan cili kering untuk dikisar menggunakan mesin pengisar



Gambar 3. Bahagian dalam mesin pengisar

Analisis fizikal dan fizikokimia serbuk cili

Kandungan lembapan cili kering dan serbuk cili ditentukan menggunakan penganalisis kelembapan halogen (Mettler Toledo HX 204, Columbus, OH) manakala warna diukur menggunakan *colorimeter* (Konica Minolta Chroma Meter CR-400, Jepun) di mana pengukuran warna berdasarkan tiga koordinat: L^* (kecerahan), a^* (hijau-merah) dan b^* (biru-kuning). Taburan saiz zarah serbuk cili ditentukan menggunakan penganalisis saiz zarah (Mastersizer 3000, Malvern Panalytical Ltd., United Kingdom).

Kesan produk cili kering kepada ciri fizikokimia serbuk cili

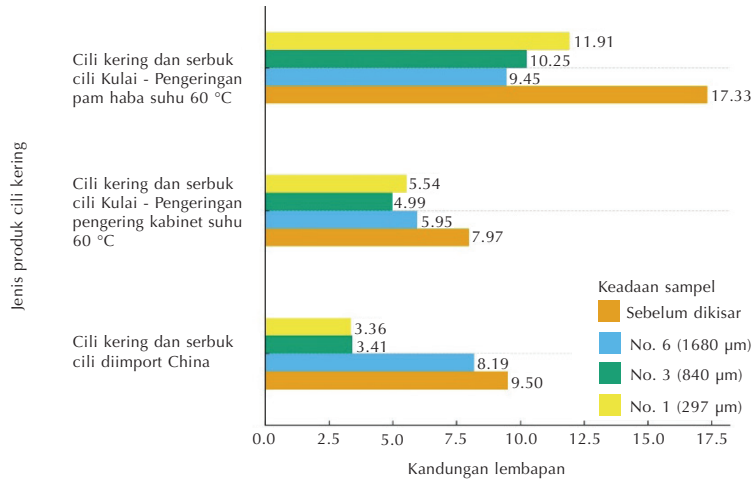
Kesan kepada kandungan lembapan pada serbuk cili

Rajah 1 dan *Jadual 1* menunjukkan bahawa produk cili kering Kulai yang dikeringkan dengan pengering pam haba mempunyai kandungan lembapan tertinggi berbanding dengan pengering kabinet, manakala produk cili kering import China menunjukkan kandungan lembapan terendah. Namun begitu, kajian ini lebih menjurus kepada kesan kepada kandungan lembapan selepas aktiviti pengisaran dijalankan. Secara keseluruhan, perbezaan menunjukkan bahawa kadar lembapan awal produk cili kering mempengaruhi kadar lembapan akhir serbuk cili yang terhasil, manakala pengisaran kepada saiz partikel yang lebih halus cenderung mengurangkan sedikit kandungan lembapan disebabkan geseran yang lebih tinggi dan haba yang tinggi semasa pengisaran.

Perbandingan ketiga-tiga produk cili kering berdasarkan nilai warna

Berdasarkan analisis parameter warna (L^* , a^* , b^* , dan ΔE) dalam *Jadual 2*, produk cili kering China menunjukkan prestasi warna yang paling optimum berbanding dengan produk-produk ciri kering yang lain. Produk cili kering China memperlihatkan kecerahan (L^*) yang seimbang*, nilai kemerahan (a^*) yang tinggi* serta perbezaan warna keseluruhan (ΔE) yang rendah, menandakan tahap pengekalan warna asal cili kering yang baik selepas pemprosesan. Sebaliknya, produk cili kering Kulai menggunakan pengering kabinet pada suhu $60\text{ }^\circ\text{C}$ menunjukkan peningkatan ketara pada nilai L^* dan a^* (lebih cerah dan lebih merah),

Perbandingan kandungan lembapan produk cili kering dan serbuk cili yang terhasil daripada tahap pengisaran



Rajah 1. Kesan produk cili kering dan kaedah pengeringan cili kepada pengisaran berkaitan kadar lembapan serbuk cili yang dihasilkan

Jadual 1. Kesan kadar lembapan pada cili kering dari China, produk cili kering Kulai menggunakan pengeringan kabinet pada suhu 60 °C dan produk cili kering Kulai menggunakan pengering pam haba pada suhu 60 °C kepada pengisaran

	China	Cili Kulai pengeringan kabinet suhu 60 °C	Cili Kulai pengeringan pam haba suhu 60 °C
Cili kering asal	9.50 ± 0.43	7.97 ± 0.18	17.32 ± 0.26
Penyaring 1680 mikron	8.19 ± 0.3	5.95 ± 0.62	9.44 ± 0.18
Penyaring 840 mikron	3.41 ± 0.24	4.99 ± 0.69	10.24 ± 0.25
Penyaring 297 mikron	3.36 ± 0.45	5.54 ± 0.42	11.91 ± 0.46

namun disertai nilai ΔE yang tinggi, menunjukkan perbezaan warna yang signifikan daripada rujukan asal, sekali gus menjejaskan keaslian warna. Produk cili kering tempatan menggunakan pengering pam haba pada suhu 60 °C pula menunjukkan kestabilan warna yang baik, tetapi dengan penurunan nilai L^* dan a^* , menandakan warna yang kurang terang dan kurang tepu (*less vivid*). Oleh itu, berdasarkan penilaian kuantitatif terhadap data warna, produk cili kering China disyorkan sebagai produk dengan kestabilan dan keseragaman warna terbaik serta mengekalkan penampilan warna semula jadi yang paling hampir dengan bahan asal.

Kesan taburan partikel saiz pada serbuk cili

Serbuk cili China

Merujuk kepada *Jadual 2*, purata saiz pada penyaring nombor 3 mempunyai purata saiz zarah lebih besar (418 µm) berbanding dengan penyaring nombor 1 (190 µm). Ini menunjukkan penyaring nombor 3 lebih kasar manakala nombor 1 lebih halus. Untuk taburan saiz ($DV_{10}, DV_{50}, DV_{90}$), $DV_{10}, DV_{50}, DV_{90}$ meningkat secara konsisten bagi kedua-dua sampel, menunjukkan taburan normal. DV_{50} menunjukkan

Jadual 2. Nilai warna produk cili kering dari China, produk cili kering Kulai menggunakan pengeringan kabinet pada suhu 60 °C dan produk cili kering Kulai menggunakan pengering pam haba pada suhu 60 °C

		China	Cili Kulai pengeringan kabinet suhu 60 °C	Cili Kulai pengeringan pam haba suhu 60 °C
Cili kering asal	L	34.68	35.39	31.96
	a*	1.81	7.70	2.03
	b*	-0.92	1.59	-1.63
Penyaring 1680 mikron	L	41.71	49.16	37.99
	a*	10.00	19.54	7.42
	b*	9.07	21.22	4.46
	ΔE	14.71	26.74	10.12
Penyaring 840 mikron	L	38.88	47.55	35.48
	a*	11.19	21.99	8.71
	b*	7.39	21.53	2.91
	ΔE	4.49	27.38	8.81
Penyaring 297 mikron	L	41.47	47.76	37.69
	a*	13.76	22.51	13.57
	b*	11.52	21.72	7.23
	ΔE	5.51	27.89	15.63

separuh daripada partikel nombor 3 lebih besar (325 μm) berbanding dengan nombor 1 (129 μm). Dv_{90} (saiz maksimum 90% partikel) bagi nombor 3 juga jauh lebih tinggi (957 μm) menunjukkan kehadiran zarah kasar. Nisbah span pula menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada penyaring (nombor 1) yang menandakan taburan lebih luas dan kurang seragam berbanding dengan penyaring nombor 3. Secara umumnya, penyaring nombor 3 menghasilkan partikel lebih besar, taburan lebih seragam manakala penyaring nombor 1 menghasilkan partikel lebih halus, tetapi lebih tidak seragam (lebar taburan tinggi). Secara umum, proses pengisaran nombor 1 lebih halus, tetapi kawalan saiz partikel mungkin perlu diperbaiki untuk keseragaman.

Jadual 2. Taburan saiz zarah serbuk cili China yang dihasilkan mengikut penyaring nombor 3 dan nombor 1

Saiz penyaring	Saiz zarah (mm)					Span
	D[3,2]	D[4,3]	Dv_{10}	Dv_{50}	Dv_{90}	
Nombor 3	70.6	418	31.4	325	957	2.847
Nombor 1	43.9	190	20.2	129	454	3.363

Serbuk cili Kulai pengering kabinet pada suhu 60 °C Merujuk kepada *Jadual 3*, purata saiz partikel menunjukkan penyaring nombor 6 menunjukkan saiz zarah purata terbesar ($D[4,3] = 887 \mu\text{m}$), menandakan taburan yang kasar. Penyaring nombor 1 pula mempunyai zarah paling halus ($D[4,3] = 344 \mu\text{m}$), menunjukkan pengisaran paling halus. Nilai $D[3,2]$ juga menunjukkan trend yang sama, menurun daripada penyaring nombor 6 → penyaring nombor 3 → penyaring nombor 1. Ini menunjukkan bahawa semakin kecil nombor sampel penyaring, semakin halus saiz partikel yang dihasilkan. Untuk taburan saiz, penyaring nombor 6 mempunyai Dv_{90} tertinggi (1930 μm) dengan taburan luas dengan zarah kasar. Penyaring nombor 1 pula mempunyai Dv_{90} rendah (739 μm) – lebih homogen dan halus. Ini membuktikan bahawa proses pengisaran penyaring nombor 1 menghasilkan saiz lebih sekata. Nilai span bagi ketiga-tiga sampel hampir sama (sekitar 2.52 – 2.53), menandakan taburan saiz yang konsisten antara sampel. Nilai span kurang daripada 3 menunjukkan taburan partikel agak seragam dan tidak terlalu melebar. Secara keseluruhannya, saiz zarah serbuk berkurang mengikut urutan penyaring nombor 6 > penyaring nombor 3 > penyaring nombor 1. Penyaring nombor 1 menghasilkan serbuk cili paling halus dan homogen, sesuai untuk produk serbuk dengan tekstur lembut dan kadar larut tinggi. Penyaring nombor 6 menunjukkan taburan kasar, kemungkinan sesuai untuk produk tekstur kasar seperti campuran rempah kasar. Nilai span yang hampir sama menunjukkan penggunaan penyaring yang berbeza tidak memberi kesan besar terhadap lebar taburan, tetapi memberikan perbezaan kepada tahap kehalusan.

Jadual 3. Taburan saiz zarah serbuk cili hasil pengeringan kabinet pada suhu 60 °C yang dihasilkan mengikut penyaring S1, S3 dan S6

Saiz penyaring	Saiz zarah (mm)					Span
	D[3,2]	D[4,3]	Dv ₁₀	Dv ₅₀	Dv ₉₀	
Nombor 6	177	887	107	719	1930	2.534
Nombor 3	90.7	510	45.7	415	1090	2.523
Nombor 1	71.2	344	33.9	280	739	2.52

Serbuk cili Kulai pengering pam haba pada suhu 60 °C Merujuk kepada *Jadual 4*, penyaring nombor 3 menghasilkan partikel lebih besar dan taburan lebih seragam, sesuai untuk tekstur kasar manakala penyaring nombor 1 menghasilkan partikel lebih halus, namun lebih tidak seragam. Span yang lebih tinggi pada penyaring nombor 1 (2.708) menandakan variasi saiz yang lebih besar.

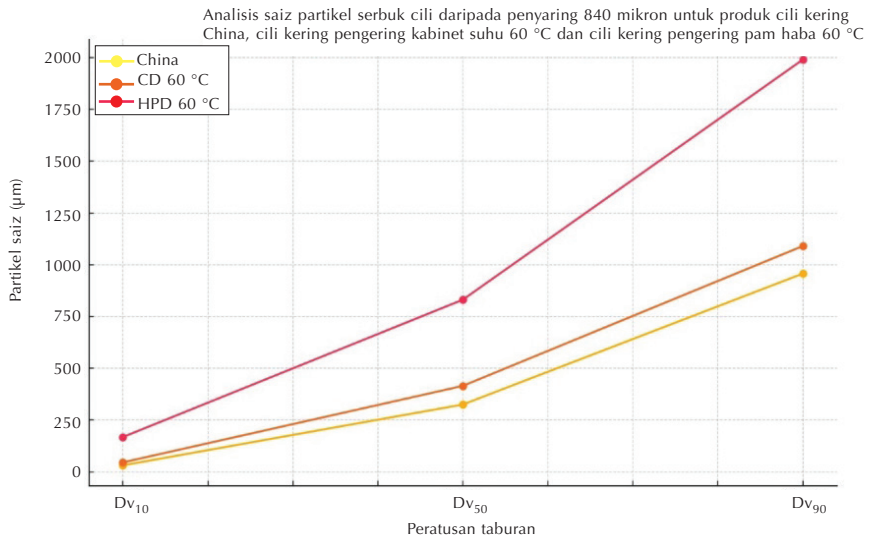
Jadual 4. Taburan saiz zarah serbuk cili hasil pengeringan haba dipam pada suhu 60 °C mengikut penyaring S1 dan S3

Saiz penyaring	Saiz zarah (mm)					Span
	D[3,2]	D[4,3]	Dv ₁₀	Dv ₅₀	Dv ₉₀	
S3	232	976	168	831	1990	2.196
S1	83.6	380	41.7	297	845	2.708

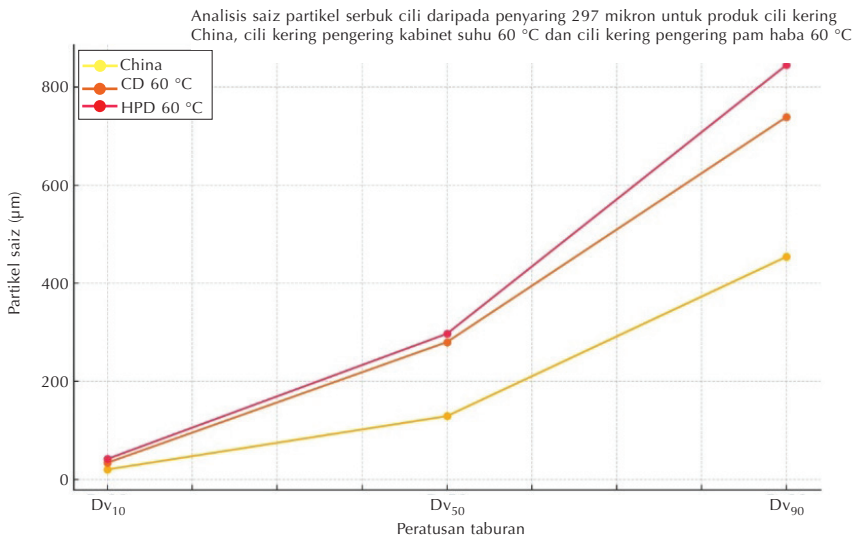
Perbandingan antara ketiga-tiga produk cili kering berdasarkan analisis saiz partikel

Berdasarkan data daripada *Rajah 2* berkaitan serbuk cili yang dikisar menggunakan penyaring 840 mikron, serbuk cili China dan serbuk cili pengering kabinet pada suhu 60 °C menunjukkan saiz zarah yang lebih kecil ($Dv_{50} \approx 325 - 415 \mu\text{m}$), manakala serbuk cili pengering pam haba 60 °C mempunyai zarah yang jauh lebih besar ($\approx 831 \mu\text{m}$). Lengkung taburan bagi serbuk cili China dan serbuk cili pengering kabinet pada suhu 60 °C yang lebih curam menunjukkan julat taburan yang sempit, menandakan serbuk yang lebih seragam. Serbuk cili pengering pam haba 60 °C mempunyai lengkung yang lebih landai, menunjukkan tahap keseragaman yang lebih rendah kerana mengandungi campuran zarah halus dan kasar.

Untuk data daripada *Rajah 3* berkaitan serbuk cili yang dikisar menggunakan penyaring 297 mikron, semua bahan menunjukkan saiz zarah keseluruhan yang lebih kecil ($Dv_{50} < 300 \mu\text{m}$). Serbuk cili China sekali lagi menghasilkan taburan zarah yang paling halus dan seragam ($Dv_{10} = 20 \mu\text{m}$, $Dv_{90} = 454 \mu\text{m}$). Serbuk cili pengering kabinet pada suhu 60 °C menghasilkan zarah yang sedikit lebih kasar, tetapi masih dalam julat serbuk halus. Kesimpulannya, produk cili kering dari China memberikan prestasi terbaik bagi semua saiz penyaring, menghasilkan zarah yang lebih kecil dan lebih seragam. Produk cili kering pengering pam haba 60 °C menghasilkan taburan zarah yang lebih kasar dan luas yang boleh menjejaskan keseragaman pencampuran atau kadar pelarutan sekiranya digunakan dalam formulasi produk.



Rajah 2. Analisis saiz partikel serbuk cili daripada penyaring 840 mikron bagi produk cili kering China, cili kering pengering kabinet bersuhu 60 °C dan cili kering pengering pam haba bersuhu 60 °C



Rajah 3. Analisis saiz partikel serbuk cili daripada penyaring 297 mikron untuk produk cili kering China, cili kering pengering kabinet bersuhu 60 °C dan cili kering pengering pam haba bersuhu 60 °C

Kesimpulan

Jenis produk cili yang digunakan iaitu produk cili kering dari China dan produk cili kering Kulai memberikan kesan daripada sudut kadar kelembapan, nilai warna dan partikel saiz apabila melalui pengisaran menggunakan mesin pengisar. Untuk menghasilkan serbuk cili yang kasar, operator bolehlah menggunakan penyaring dengan nombor yang besar saiznya (1680 mikron) dan seterusnya untuk menghasilkan serbuk cili yang halus, operator perlu menggunakan penyaring yang lebih kecil saiznya (297 mikron). Perbandingan antara ketiga-tiga produk cili kering pula boleh dirumuskan bahawa produk cili kering China menghasilkan prestasi serbuk cili terbaik dari sudut perubahan warna daripada warna cili kering yang asal dan analisis saiz partikel. Walau bagaimanapun, sampel kajian cili kering Kulai menggunakan pengeringan pam haba pada suhu 60 °C memerlukan penilaian tambahan kerana kandungan lembapan awal produk cili tersebut adalah tinggi yang mungkin memberi kesan kepada kajian ini. Secara keseluruhannya, melalui kajian ini, ia dapat menjadi panduan kepada usahawan dalam memilih mata penyaring yang bersesuaian dengan saiz serbuk cili yang ingin dihasilkan dan kepentingan memilih jenis produk cili kering dalam industri pemprosesan yang diusahakan.

Penghargaan

Jutaan terima kasih diucapkan kepada barisan tertinggi Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, MARDI dan kesemua staf ER1 yang telah membantu dan terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam kajian yang dijalankan.

Bibliografi

- Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization. (2022). *Standard for Dried or Dehydrated Chilli Pepper and Paprika (CXS 353-2022)*. Rome: FAO/WHO.
- Jalgaonkar, K., Mahawar, M.K., Girijal S., Hp, G. (2024) Post-harvest profile, processing and value addition of dried red chillies (*Capsicum annum* L.). *J. Food Sci. Technol.*, 61(2), 201–219.
- Liu, M., Hu, L., Deng, N., Cai, Y., Li, H., Zhang, B., & Wang, J. (2024) Effects of different hot-air drying methods on the dynamic changes in color, nutrient and aroma quality of three chili pepper (*Capsicum annum* L.) varieties. *Food Chem. X*, 22, 101262.
- Standards Malaysia. (2002). MS 1001:2002 Specification for dried chillies in ground (powdered) form (First revision). (Confirmed 2024). Kuala Lumpur: Standards Malaysia.

Ringkasan

Artikel ini membincangkan kesan produk cili kering import dan produk cili kering tempatan yang dikeringkan menggunakan teknik pengeringan kabinet dan teknik pengeringan haba dipam terhadap kualiti fizikal serbuk cili, khususnya dari segi kandungan lembapan, nilai warna dan saiz partikel. Serbuk cili dihasilkan menggunakan mesin pengisar dengan tiga jenis penyaring (*sieve*) untuk mendapatkan serbuk yang mempunyai saiz partikel yang berbeza. Tujuan penggunaan penyaring berbeza adalah untuk menilai kesan penggunaan penyaring tersebut kepada ciri-ciri utama serbuk cili yang dihasilkan. Hasil kajian menunjukkan ketiga-tiga penyaring tersebut menghasilkan serbuk cili yang berbeza kehalusannya. Hasil serbuk cili yang dihasilkan juga menghasilkan nilai warna yang lebih cerah apabila serbuk cili yang dihasilkan semakin halus. Kesimpulannya, dicadangkan menggunakan penyaring bersaiz rendah untuk menghasilkan serbuk cili yang halus manakala dicadangkan menggunakan penyaring bersaiz besar untuk menghasilkan serbuk cili yang kasar. Kajian ini penting sebagai rujukan untuk pengusaha industri kecil dan sederhana yang berkecimpung dalam industri pemprosesan serbuk cili.

Summary

This article discusses the effects of imported dried chilli varieties and locally dried chillies processed using cabinet drying and pumped heat drying techniques on the physico-chemical quality of chilli powder, particularly in terms of moisture content, colour value and particle size. The chilli powder was produced using a grinding machine equipped with three types of sieves to obtain powders of different particle sizes. The purpose of using different sieves was to evaluate how sieve size affects the key characteristics of the resulting chilli powder. The findings of the study showed that the three sieves produced chilli powders with varying degrees of fineness. Furthermore, the finer the chilli powder produced, the brighter its colour value. In conclusion, it is recommended to use smaller-sized sieves to produce fine chilli powder, while larger-sized sieves are suggested for coarser chilli powder production.

Pengarang

Hasmin Hakim Hasbullah

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI,

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: hhhasbullah@mardi.gov.my

Yahya Sahari (Ts. Dr.), Masniza Sairi (Dr.), Teoh Chin Chuang (Dr.), Ruwaida Abdul

Wahid, Afiqah Aina Rahim, Sharifah Hafiza Mohd Ramli, Mohd Hafiz Mohamed

Amin Tawakkal, Faewati Abdul Karim, Ahmad Fadhlul Wafiq Abd Rahman, Sha'fie

Alwi, Amir Redzuan Shamsulkamal, Mohd Zaimi Zainol Abidin, Muhammad Aliq

Jamaluddin dan Mohd Azmirredzuan Sani

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor