

Pembangunan carta indeks kematangan buah markisa bagi akses berbeza (*Passiflora edulis* dan *Passiflora flavicarpa*) berdasarkan ciri fizikokimia

*(Development of maturity indices chart of passion fruit for different accessions (*Passiflora edulis* and *Passiflora flavicarpa*) based on physicochemical characteristics)*

Zaulia Othman, Azhar Mat Noor, Wan Mohd Reza Wan Hussin, Siti Aisyah Abdullah, Mohamad Roff Mohd Noor, Habsah Mohamad, Tham See Lin, Zaipun Md Zain, Hairiyah Mohamad, Junaidah Badri, Roslan Daud dan Zainab Mohd Yusuf

Kata kunci: markisa, indeks kematangan, fizikal, kimia, *Passiflora edulis*, *Passiflora flavicarpa*

Pengenalan

Dalam pasaran komersial, terdapat dua varieti markisa yang popular iaitu buah yang berwarna ungu (*Passiflora edulis f. edulis*) dan kuning (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). Markisa berwarna ungu sesuai untuk dimakan segar, manakala markisa berwarna kuning diproses menjadi jus dan produk lain seperti minuman, pencuci mulut dan kosmetik. Terdapat juga markisa berwarna oren (*Passiflora ligularis* dan *Passiflora caerulea*) yang popular di luar negara.

Buah markisa boleh dipasarkan dalam bentuk segar, sejuk beku dan terproses. Buah markisa menghasilkan jus yang mempunyai kombinasi rasa yang sangat masam dan sangat manis menjadikan rasanya yang unik dan sedap. Jus markisa kaya dengan asid, gula, antioksidan, vitamin, fiber dan mineral.

Pasaran global markisa bernilai USD1.92 bilion pada 2025 di mana pengeluar utama ialah Amerika Selatan (84%) diikuti Asia, Afrika dan negara-negara lain. Negara pengeluar utama pada tahun tersebut ialah Brazil, Columbia, Peru, Ecuador, Vietnam, Australia, Kenya, Mexico, Zimbabwe dan Afrika Selatan. Amerika, Qatar dan Belgium pula merupakan negara pengimport utama markisa. Menyedari kepentingan markisa di pasaran tempatan dan pasaran eksport, kajian telah dijalankan untuk menilai kualiti akses markisa tempatan [Desaru (DS), Bukit Redan (BR), Sungai Wangi (SW) dan Serdang (SD)] bagi menyediakan maklumat yang diperlukan oleh kumpulan sasaran.

Penerangan teknologi

- 1) Indeks kematangan ialah satu penunjuk atau kriteria khusus yang digunakan untuk menentukan peringkat kematangan optimum sesuatu hasil pertanian sebelum dituai. Ia memastikan hasil dipetik pada masa yang paling sesuai untuk mencapai kualiti terbaik, termasuk rasa, tekstur, warna dan jangka hayat simpan.
- 2) Kajian ini menyediakan maklumat indeks kematangan dan ciri fizikokimia bagi akses markisa tempatan iaitu DS, BR, SD dan SW. Daripada kajian ini, carta indeks kematangan telah dibangunkan bagi setiap akses.

- 3) Kegunaan carta indeks kematangan adalah sebagai panduan tahap kematangan yang sesuai untuk penuaian dan ciri fizikokimia pada setiap indeks kematangan.
- 4) Carta indeks kematangan ini sangat membantu untuk penuaian pada indeks kematangan yang tepat untuk tujuan makan segar dan pemprosesan.
- 5) Tanpa carta indeks yang dibangunkan, sukar bagi pekerja untuk memilih indeks dan masa penuaian yang tepat untuk kualiti luaran dan dalaman buah.
- 6) Daripada kajian ini didapati buah markisa sesuai dituai untuk tujuan makan segar dan pemprosesan pada minggu kesembilan hingga 10 selepas berbunga (indeks 5 – 6).

Input dan kaedah kajian

Empat aksesori markisa tempatan, satu aksesori *Passiflora edulis f. edulis* iaitu DS dan tiga aksesori *Passiflora edulis f. flavicarpa* iaitu BR, SD dan SW telah ditanam di plot penyelidikan Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI untuk dijalankan kajian indeks kematangan. Bunga yang berkembang daripada pokok markisa didebungakan secara manual. Buah yang terhasil daripada pendebungaan tersebut dikira hasilnya dan dianalisis kualitinya secara fizikokimia. Bagi parameter panjang dan diameter buah, ia diukur setiap minggu bermula satu minggu selepas pendebungaan. Warna kulit buah [*Lightness* (L*), *hue* (h°) dan *chroma* (c*)] diukur setiap minggu selepas empat minggu pendebungaan menggunakan Chromameter CR-300 (Minolta, Japan). Warna jus [*Lightness* (L*), *hue* (h°) dan *chroma* (c*)], berat, jumlah pepejal terlarut (TSS), pH dan kandungan asid askorbik diukur setiap minggu selepas lima minggu pendebungaan. Kualiti juga dinilai ke atas perubahan fisiologi (visual, rupa bentuk, warna, tekstur, penyakit).

Data dianalisis secara statistik menggunakan perisian SAS versi 9.4 di mana reka bentuk rawak sepenuhnya (CRD) digunakan dengan susunan rawatan faktorial dengan dua faktor: aksesori dan indeks kematangan. Analisis statistik bagi tindak balas rawatan dilakukan menggunakan analisis varians (ANOVA) dan ujian julat pelbagai Duncan (DMRT). Selang keyakinan 95% digunakan untuk semua pengiraan ($p < 0.05$). Min bagi kesan utama dan interaktif antara aksesori dan indeks kematangan dibentangkan dalam jadual dan gambar.

Maklumat ciri fizikokimia markisa tempatan

Ciri morfologi (diameter, panjang dan berat buah)

Diameter buah berbeza secara signifikan antara aksesori di mana aksesori SD paling tinggi diameternya (69.81 mm) diikuti aksesori BR (66.77 mm), SW (61.72 mm) dan DS (58.70 mm) (*Jadual 1*). Diameter buah meningkat secara signifikan daripada 32.72 mm pada minggu pertama ke 73.85 mm pada minggu ke-11 selepas berbunga. Diameter buah meningkat dengan cepat pada dua minggu pertama selepas berbunga dan meningkat perlahan hingga minggu ke-11.

Panjang buah markisa juga berbeza secara signifikan antara aksesori. Aksesori SD merupakan buah paling panjang (76.31 mm), diikuti oleh panjang buah bagi aksesori BR (67.82 mm) dan SW (68.52 mm) (*Jadual 1*).

Tiada perbezaan signifikan antara panjang buah markisa bagi aksesori BR dan SW. Panjang buah markisa bagi aksesori DS (62.91 mm) adalah paling rendah secara signifikan berbanding dengan aksesori lain. Panjang buah markisa satu minggu selepas berbunga ialah 41.95 mm, meningkat dengan cepat hingga minggu kedua (70.91 mm), diikuti peningkatan yang perlahan hingga minggu ke-11 hingga mencapai 76.42 mm.

Kombinasi keasidan (pH) dan kemanisan (TSS) yang tinggi menjadikan jus markisa mempunyai rasa masam manis yang pekat dan kompleks. Ini menjadikannya sangat diminati sebagai minuman jus yang segar dan bertenaga.

Berat buah markisa juga berbeza secara signifikan antara aksesori. Aksesori BR merupakan buah yang paling berat (183.00 g), diikuti oleh berat buah bagi aksesori SW (164.00 g) dan SD (162.31 g) (*Jadual 1*). Tiada perbezaan signifikan antara berat buah markisa bagi aksesori SD dan SW. Berat buah markisa bagi aksesori DS (110.94 g) paling rendah secara signifikan berbanding dengan aksesori lain. Berat buah markisa lima minggu selepas berbunga ialah 134.23 g, meningkat dengan perlahan sepanjang perkembangan hingga mencapai 168.16 g pada minggu ke-11.

Ciri kimia (pH, kemanisan (TSS), asid askorbik)

Buah markisa menghasilkan jus yang mempunyai kombinasi rasa yang sangat masam dan sangat manis seperti ditunjukkan oleh kandungan asid yang tinggi (pH 2.71 – 3.03), kandungan asid askorbik 9.24 – 27.88 mg per 100 g dan kemanisan yang tinggi 7.38 – 16.68 °Brix (*Jadual 1*).

Nilai pH buah markisa aksesori DS adalah paling tinggi (2.94) dan signifikan berbanding dengan aksesori BR (2.79), SD (2.78) dan SW (2.82) (*Jadual 1*). Nilai pH markisa kuning iaitu BR, SD dan SW tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan. Keasidan yang rendah dalam markisa aksesori DS iaitu markisa ungu mungkin yang menjadikannya sesuai diminum segar berbanding dengan markisa kuning. Nilai pH buah markisa tidak berubah sepanjang perkembangan dari minggu kelima hingga minggu ke-10 (2.71 – 2.82), tetapi meningkat dengan signifikan kepada 3.03 pada minggu ke-11. Jika dibandingkan dengan buah-buahan lain, pH jus markisa adalah lebih tinggi daripada buah asam gelugur (2.40 – 2.60), tetapi lebih rendah daripada buah nanas (3.3 – 4.3) dan buah mangga (Harumanis) (4.86 – 5.08).

TSS buah markisa aksesori DS adalah paling rendah (11.89 °Brix) dan signifikan berbanding dengan aksesori BR (13.16 °Brix), SD (13.03 °Brix) dan SW (13.73 °Brix). Bacaan TSS markisa kuning iaitu BR, SD dan SW adalah tidak berbeza secara signifikan. Bacaan TSS meningkat dengan signifikan dari minggu kelima (7.38 °Brix) hingga minggu ke-10 (16.48 °Brix) selepas berbunga dan menurun secara signifikan $p < 0.05$ pada minggu ke-11 (14.97 °Brix). Jika dibandingkan dengan buah-buahan lain, bacaan TSS jus markisa adalah lebih tinggi daripada buah asam gelugur (6.13 – 7.73 °Brix) dalam julat TSS buah nanas (6.07 – 16.90 °Brix) dan mangga (Harumanis) (14.62 – 16.37 °Brix).

Jadual 1. TSS, TTA, pH, tekstur kulit, tekstur isi dan warna (L^* , c^* dan h°) bagi buah markisa pada peringkat kematangan berbeza bagi aksesori DS, BR, SD dan SW

	Diameter (mm)	Panjang (mm)	Berat (g)	TSS ($^\circ$ Brix)	pH	Asid askorbik (mg/100 g)
Umur (Minggu)						
1	32.72 ^d	41.95 ^d				
2	65.14 ^c	70.91 ^c				
3	68.54 ^c	72.88 ^{abc}				
4	70.19 ^b	73.34 ^{abc}				
5	68.50 ^{bc}	71.99 ^{abc}	134.23 ^d	7.38 ^d	2.80 ^b	27.88 ^a
6	69.14 ^b	72.95 ^{abc}	164.53 ^{abc}	11.28 ^c	2.71 ^b	21.05 ^b
7	68.76 ^b	73.31 ^{abc}	179.10 ^a	14.67 ^b	2.82 ^b	23.12 ^b
8	68.72 ^{bc}	72.83 ^{abc}	153.35 ^{bcd}	15.08 ^b	2.78 ^b	15.18 ^{bc}
9	70.87 ^{ab}	75.43 ^{ab}	141.25 ^{cd}	16.01 ^a	2.81 ^b	10.12 ^{bc}
10	70.92 ^{ab}	74.40 ^{abc}	144.82 ^{bcd}	16.48 ^a	2.80 ^b	9.47 ^c
11	73.85 ^a	76.42 ^a	168.16 ^{ab}	14.97 ^b	3.03 ^a	9.24 ^c
Aksesori						
DS	58.70 ^d	62.91 ^c	110.94 ^c	11.89 ^b	2.94 ^a	17.06 ^a
BR	66.77 ^b	67.82 ^b	183.00 ^a	13.16 ^a	2.79 ^b	18.08 ^a
SD	69.81 ^a	76.31 ^a	162.31 ^b	13.03 ^{ab}	2.78 ^b	19.62 ^a
SW	61.72 ^c	68.52 ^b	164.00 ^b	13.73 ^a	2.82 ^b	17.31 ^a

Data adalah min bagi setiap parameter dengan tiga replikasi; huruf yang berbeza dalam lajur menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) menurut Duncan Multiple Range Test (DMRT), * $p < 0.005$ Signifikan; $p > 0.005$, NS = Tidak Signifikan

Tiada perbezaan signifikan bagi kandungan asid askorbik antara aksesori yang berbeza. Asid askorbik buah markisa paling tinggi (27.88 mg/100 g) pada minggu kelima selepas berbunga, menurun dengan ketara pada minggu keenam (21.05 mg/100 g) dan terus menurun perlahan-lahan hingga minggu ke-11 (9.24 mg/100 g) selepas berbunga. Kandungan asid askorbik dalam jus buah markisa ini sangat tinggi berbanding dengan buah lain seperti mangga Harumanis (1.09 – 1.76 mg/100 g), asam gelugur (0.77 – 1.49 mg/100 g), tetapi berada dalam julat kandungan asid askorbik buah nanas (6 – 100 mg/100 g).

Warna kulit

Kecerahan (L^*) kulit buah markisa adalah paling rendah secara signifikan (56.92) pada aksesori DS (ungu) berbanding dengan aksesori markisa kuning [BR (59.49), SD (60.74) dan SW (59.33)] (Jadual 2). Tiada perbezaan signifikan bagi nilai L^* kulit antara aksesori yang berbeza. Tiada perbezaan signifikan bagi nilai L^* kulit markisa dari minggu keempat hingga minggu ketujuh (56.34 – 60.34), kecerahan

kulit meningkat dengan signifikan pada minggu kelapan (69.63) dan kekal hingga minggu ke-10 (69.63 – 72.73), tetapi menurun dengan signifikan pada minggu ke-11 (28.80).

Nilai *hue* (h°) kulit bagi aksesori markisa ungu (DS) tidak berbeza secara signifikan berbanding dengan ketiga-tiga aksesori markisa kuning (BR, SD dan SW). Namun, antara aksesori markisa kuning, nilai h° kulit markisa aksesori BR adalah lebih tinggi secara signifikan berbanding dengan aksesori SD dan SW. Tiada perbezaan secara signifikan ditunjukkan oleh nilai h° kulit aksesori SD dan SW. Merujuk kepada carta *hue*, bagi aksesori yang berwarna kuning, semakin rendah nilai h° kulit buah, ia menunjukkan kulit buah tersebut telah bertukar daripada warna hijau kepada warna kuning (*Rajah 1*). Berbeza dengan aksesori berwarna ungu, semakin tinggi nilai h° , ia menunjukkan buah bertukar daripada hijau ke ungu. Namun sekiranya nilai h° semakin menurun ia menunjukkan buah bertukar daripada hijau ke merah. *Jadual 2* menunjukkan nilai h° kulit markisa menurun secara signifikan sepanjang perkembangan buah dari minggu keempat (117.33) hingga minggu ke-11 (27.49). Ini menunjukkan kulit buah aksesori kuning berubah daripada hijau ke kuning dan aksesori ungu berubah daripada hijau ke merah. *Jadual 3* menunjukkan pada minggu kelapan, buah mula berubah warna ke warna ungu (*Breaker stage*, Indeks 2) bagi aksesori ungu (DS) dan kuning bagi aksesori kuning (BR, SD dan SW). Pada minggu kesembilan, buah telah menjadi warna ungu dan kuning sepenuhnya (Indeks 6) dan pada minggu ke-10 warna ungu dan kuning menjadi kuning gelap dan kuning kejinggaan (Indeks 7).

Chroma (c^*) kulit markisa paling tinggi secara signifikan bagi aksesori BR (38.64) berbanding dengan nilai c^* kulit buah DS (33.82) dan SD (36.71) tetapi tidak berbeza signifikan dengan nilai c^* kulit SW (37.34) (*Jadual 2*). *Chroma* buah markisa kekal rendah pada awal perkembangan (minggu keempat hingga keenam), kemudian meningkat dengan signifikan hingga minggu kelapan, kekal hingga ke-10 dan menurun dengan signifikan hingga minggu ke-11.

Warna jus

Kecerahan (L^*) jus buah markisa paling tinggi dan signifikan (39.35) pada aksesori DS (ungu) berbanding dengan aksesori markisa kuning [BR (33.86), SD (33.63) dan SW (31.33)] (*Jadual 2*). Tiada perbezaan signifikan bagi nilai L^* jus antara aksesori BR dan SD. Manakala nilai L^* jus aksesori SW adalah rendah dan signifikan berbanding dengan aksesori lain. Nilai L^* jus markisa meningkat secara signifikan dari minggu kelima (37.00), minggu keenam (41.77) dan kekal hingga minggu ketujuh (41.77), tetapi menurun dengan signifikan ($p < 0.05$) pada minggu ke-11 (25.04).

Hue (h°) jus bagi aksesori DS (73.13) dan BR (74.45) tinggi signifikan berbanding dengan aksesori SD (69.70) dan SW (67.01) (*Rajah 1*). Tiada perbezaan signifikan bagi nilai h° jus bagi aksesori DS dan BR dan antara nilai h° jus aksesori SD dan SW. Merujuk kepada carta *hue*, nilai h° jus antara 67 – 75 menunjukkan jus berwarna kuning. Semakin rendah nilai h° , menunjukkan jus berwarna kuning kemerahan, manakala semakin tinggi h° jus, menunjukkan jus berwarna kuning kehijauan.

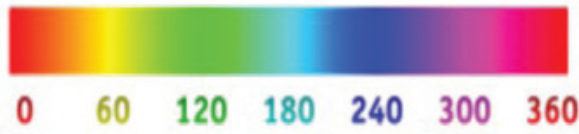
Jadual 2. Warna (L*, c* dan h*) kulit dan jus bagi buah markisa pada peringkat kematangan berbeza bagi aksesori DS, BR, SD dan SW

	Kecerahan (L*) kulit	Hue (h°) kulit	Chroma (c*) kulit	Kecerahan (L*) jus	Hue (h°) jus	Chroma (c*) jus
Umur (Minggu)						
4	57.33 ^{bc}	117.33 ^a	37.29 ^{cd}			
5	56.34 ^c	115.95 ^{ab}	35.34 ^d	37.00 ^b	91.12 ^a	14.53 ^c
6	58.05 ^{bc}	114.51 ^{bc}	35.86 ^d	41.77 ^a	85.55 ^c	26.63 ^a
7	60.34 ^b	112.22 ^c	39.56 ^{bc}	41.77 ^a	83.55 ^c	26.63 ^a
8	69.63 ^a	104.07 ^d	42.30 ^a	35.86 ^{bc}	92.01 ^b	19.24 ^b
9	72.23 ^a	96.47 ^e	41.08 ^{ab}	34.72 ^c	93.44 ^{ab}	17.89 ^b
10	72.23 ^a	96.47 ^e	41.80 ^{ab}	35.27 ^c	90.49 ^b	19.49 ^b
11	26.80 ^d	27.49 ^f	19.09 ^d	25.04 ^d	22.81 ^d	13.69 ^c
Aksesori						
DS	56.92 ^b	98.30 ^{ab}	33.82 ^b	39.35 ^a	77.13 ^a	22.75 ^a
BR	59.49 ^a	99.02 ^a	38.64 ^a	33.86 ^b	74.45 ^a	18.50 ^b
SD	60.74 ^a	96.73 ^b	36.71 ^b	33.63 ^b	69.70 ^b	18.50 ^b
SW	59.33 ^a	98.19 ^b	37.34 ^{ab}	31.33 ^c	67.01 ^b	16.27 ^c

Data adalah min bagi setiap parameter dengan tiga replikasi; huruf yang berbeza dalam lajur menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) menurut Duncan Multiple Range Test (DMRT), * $p < 0.005$ Signifikan; $p > 0.005$, NS = Tidak Signifikan

Jadual 2 menunjukkan nilai h° jus buah markisa menurun signifikan dari minggu kelima (91.12) hingga minggu keenam (85.55), kekal hingga minggu ketujuh (83.55), meningkat dengan signifikan pada minggu kelapan (92.01) dan kekal hingga minggu ke-10 (90.49) diikuti penurunan yang signifikan ke tahap yang sangat rendah pada minggu ke-11 (22.81). Ini menunjukkan jus buah markisa berubah daripada kuning kehijauan ke oren kemerahan. Perubahan warna jus boleh dilihat seperti dalam *Jadual 4*.

Nilai c* jus markisa paling tinggi secara signifikan bagi aksesori DS (22.75), diikuti aksesori BR (18.50) dan SD (18.50) dan yang paling rendah signifikan adalah nilai c* jus aksesori SW (*Jadual 2*). Nilai c* jus markisa rendah pada minggu keempat (14.53), meningkat secara signifikan dan kekal pada minggu kelima hingga minggu keenam (26.63), menurun dengan signifikan pada minggu ketujuh (19.24), kekal hingga minggu ke-10 (19.49) dan menurun dengan signifikan pada minggu ke-11 (13.69).



Rajah 1. Carta hue (h°)

Indeks kematangan buah markisa bagi aksesori DS, BR, SD dan SW ditunjukkan seperti dalam *Jadual 5*, *Jadual 6*, *Jadual 7* dan *Jadual 8*. Indeks 1: Hijau tua sepenuhnya; Indeks 2: Hijau dengan sedikit warna kekuningan dan sedikit keunguan; Indeks 3: Warna hijau melebihi warna kuning/ungu; Indeks 4: warna kuning/ungu melebihi warna hijau; Indeks 5: 50% kuning dan 50% ungu sepenuhnya tanpa warna hijau; Indeks 6: warna ungu melebihi warna kuning sepenuhnya dengan sedikit warna oren dan Indeks 7: warna ungu/kuning sepenuhnya.














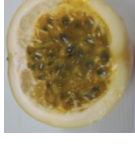
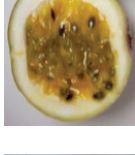
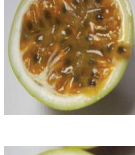
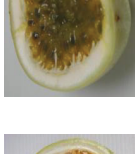












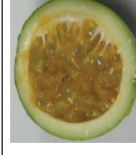






Kesimpulan

Kajian ini membuktikan bahawa terdapat variasi signifikan antara aksesori markisa tempatan dari segi saiz, berat, keasidan, kemanisan, kandungan vitamin dan warna. Markisa ungu (Desaru) lebih sesuai untuk dimakan segar kerana keasidan rendah dan jus lebih cerah, manakala markisa kuning (Bukit Redan, Serdang, Sungai Wangi) lebih sesuai untuk pemprosesan kerana saiz, berat dan kandungan gula yang lebih tinggi. Buah markisa sesuai dituai untuk tujuan makan segar dan pemprosesan pada minggu kesembilan hingga ke-10 selepas berbunga (indeks 5 – 6) kerana pada ketika ini saiz dan berat sudah maksimum, keasidan lebih rendah (kurang masam), warna kulit dan jus lebih menarik, kandungan gula (TSS) tinggi dan rasa manis yang optimum. Buah markisa pada minggu ke-11 iaitu pada indeks 7 tidak sesuai dituai kerana jus berkurangan, warna jus makin gelap, *rind* menjadi berspan, kering, kecut dan mula menjadi rosak. Dapatan ini penting untuk membantu pembangunan industri markisa tempatan ke arah pasaran domestik dan eksport.

Jadual 3. Perkembangan buah markisa (luaran)

	Minggu selepas berbunga	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5	Minggu 6	Minggu 7	Minggu 8	Minggu 9	Minggu 10
Akses											
DS											
BR											
SD											
SW											

Jadual 4. Perkembangan buah markisa (dalamaman)

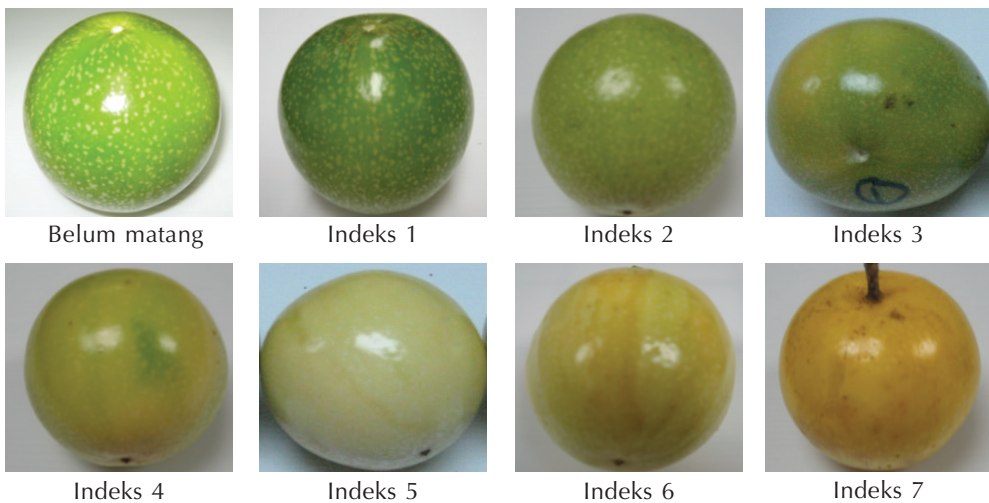
	Minggu selepas berbunga	Minggu 3	Minggu 5	Minggu 6	Minggu 7	Minggu 8	Minggu 9	Minggu 10	Minggu 11
Akresi									
DS									
BR									
SD									
SW									

Jadual 5. Indeks kematangan bagi buah markisa aksesori Desaru (DS)



Indeks 1: Hijau tua sepenuhnya; Indeks 2: Hijau dengan sedikit warna kekuningan dan keunguan mencelah; Indeks 3: Warna hijau melebihi warna kuning dan ungu; Indeks 4: Warna kuning dan ungu melebihi warna hijau; Indeks 5: 50% kuning dan 50% ungu sepenuhnya tanpa warna hijau; Indeks 6: Warna ungu melebihi warna kuning sepenuhnya dengan sedikit warna oren; Indeks 7: Warna ungu sepenuhnya

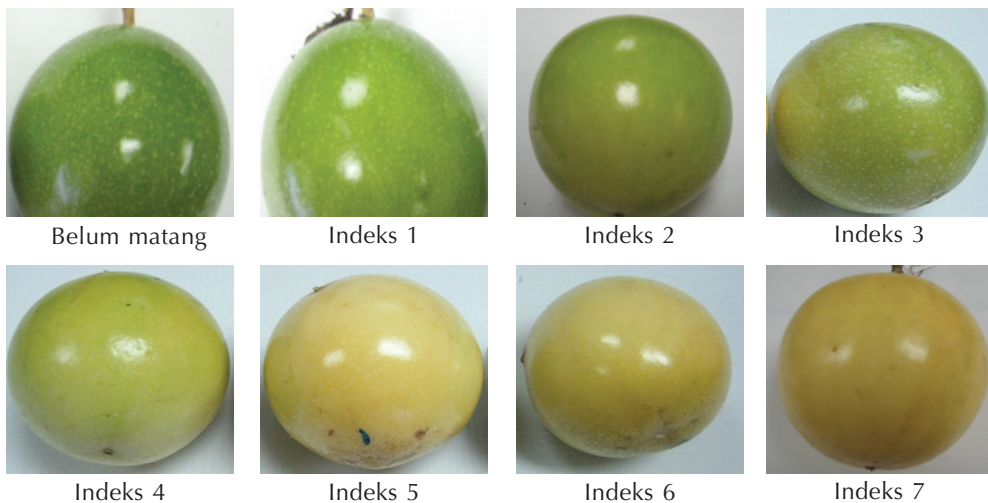
Jadual 6. Indeks kematangan buah markisa aksesori Bukit Redan (BR)



Jadual 7. Indeks kematangan buah markisa aksesori Serdang (SD)



Jadual 8. Indeks kematangan buah markisa aksesori Sungai Wangi (SW)



Penerangan indeks kematangan untuk aksesori BR, SD dan Sungai Wangi:
 Indeks 1: Hijau tua sepenuhnya; Indeks 2: Hijau dengan sedikit warna kekuningan mencelah; Indeks 3: Warna hijau melebihi warna kuning; Indeks 4: Warna kuning melebihi warna hijau; Indeks 5: Kuning sepenuhnya; Indeks 6: Kuning sepenuhnya dengan sedikit warna oren; Indeks 7: Warna oren kekuningan sepenuhnya

Penghargaan

Saya ingin merakamkan penghargaan yang mendalam kepada semua pegawai dan kakitangan Pusat Penyelidikan Tanaman Industri dan Pusat Penyelidikan Hortikultur yang terlibat dalam menjayakan projek ini.

Bibliografi

- Angami, T., Kalita, H., Baruah, S., Ronya, T., Bam, B., & Shukla, K. K. (2017). Dynamics of physico-biochemical changes in Passion fruit varieties across maturity. *International Journal of Chemical Studies*; 5(6), 162–165.
- Anon. (2025). Top 10 Countries for Passion Fruit Production in 2025: A Comprehensive Analysis. StatRanker. 9 July 2025. Diperoleh dari <https://statranker.org/agriculture/top-10-countries-for-passion-fruit-production-in-2025-a-comprehensive-analysis/>.
- Anon. (2025). Global Passion Fruit Market Size, Share, and Trends Analysis Report – Industry Overview and Forecast to 2032.. Diperoleh pada Mei 2025 dari <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-passion-fruit-market>.
- Anon. (2025). Passion Fruit Imports In World Market Size & Demand Based On Import Trade Data. Diperoleh pada 30 Julai 2025 dari <https://www.volza.com/p/passion-fruit/import/>.
- Mohamad Bahagia, A. G., Zaulia, O., Abdullah, H., & Pauziah, M. (2005). Variability in chemical contents of pineapple gemplasm at MARDI. *Proceeding of the The 5th International Pineapple Symposium* 11–15 April 2005, Port Alfred, South Africa.
- Nur Allisha, O., Zaulia, O., Mohd Shukri, M. A. I., Suriani, M. N., Nur Syafini, G., Azhar, M. N., Khadjah, R., Razali A. R., Mohd Azhar, R., Nur Izzati, M., Siti Nur Raihan, A., Razali, M., Salma, I., Khadjah, A., & Mohd Nor Faizal, G. (2020). Development of *Garcinia atroviridis* (asam gelugur) during fruit growth. *Journal of Advanced Research in Materials Science*, 73, Issue 1, 12–20.
- Pongener, A., Sagari, V., Pal, R. K., Asrey, R., Sharmai R. R., Singh, S. K. (2014). Physiological and quality changes during postharvest ripening of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Fruits*, 69, 19–30.
- San, A., & Hung, L. (2020) effects of different maturity stages on the quality of purple passion fruit. *Journal of Technology & Innovation*, 1, 30–32.
- Wan Mahfuzah, W. I., Muhd Luqman Nul Hakeem, N., & Wan Mohd Reza Ikhwan, W. H. (2024). Elevating Harumanis Mango Postharvest Physico-Chemical Quality Using Preharvest Treatments Approach. *Journal of Agrobiotechnology*, 15(S1), 62–68.

Ringkasan

Teknologi dan maklumat yang dibangunkan adalah bertujuan untuk menyediakan maklumat indeks kematangan bagi aksesori markisa yang dikaji (Desaru, Bukit Redan, Sungai Wangi dan Serdang). Seterusnya carta indeks kematangan dibangunkan bagi setiap aksesori untuk dijadikan sebagai panduan tahap kematangan yang sesuai untuk penuaian. Carta indeks kematangan ini sangat membantu sebagai indikator penuaian pada indeks kematangan yang tepat bagi tujuan makan segar dan pemprosesan. Kajian ini membuktikan bahawa terdapat variasi signifikan antara aksesori markisa tempatan dari segi saiz, berat, keasidan, kemanisan, kandungan vitamin dan warna. Markisa ungu (DS) lebih sesuai untuk dimakan segar kerana keasidan rendah dan jus lebih cerah, manakala markisa kuning (BR, SD, SW) lebih sesuai untuk pemprosesan kerana saiz, berat dan kandungan gula yang lebih tinggi.

Buah markisa sesuai dituai untuk tujuan makan segar dan pemrosesan pada minggu kesembilan hingga 10 selepas berbunga (indeks 5 – 6) kerana pada ketika ini saiz dan berat sudah maksimum, keasidan lebih rendah (kurang masam), warna kulit dan jus lebih menarik, kandungan gula (TSS) tinggi dan rasa manis yang optimum. Buah markisa pada minggu ke-11 dan indeks 7 tidak sesuai dituai kerana jus berkurangan, warna jus makin gelap, *rind* menjadi berspan, kering, kecut dan mula menjadi rosak. Dapatan ini penting untuk membantu pembangunan industri markisa tempatan ke arah pasaran domestik dan eksport.

Summary

The technology and knowledge developed aim to provide maturity index information for local passion fruit accessions studied (Desaru, Bukit Redan, Sungai Wangi dan Serdang). As a next step, a maturity index chart was developed for each accession to serve as a guide for determining the suitable maturity stage for harvesting. This maturity index chart is very useful for harvesting at the optimal maturity index for both fresh consumption and processing purposes. The study demonstrated that there are significant variations among local passion fruit accessions in terms of size, weight, acidity, sweetness, vitamin content and colour. Purple passion fruit (DS) is more suitable for fresh consumption due to its lower acidity and lighter juice, while yellow passion fruits (BR, SD, SW) are more suitable for processing because of its larger size, heavier weight and higher sugar content. Passion fruit is suitable for harvesting for both fresh consumption and processing at the 9th – 10th week after flowering (index 5 – 6), as at this stage the size and weight are at their maximum, acidity is lower (less sour), skin and juice colour are more attractive, sugar content (TSS) is higher and sweetness is at its optimum. Passion fruit harvested at the 11th week and index 7 is not suitable, as the juice content decreases, juice colour darkens, rind becomes spongy, dry, shriveled and fruit quality starts to deteriorate. These findings are important to support the development of the local passion fruit industry for both domestic and export markets.

Pengarang

Zaulia Othman (Dr.)

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, Ibu Pejabat MARDI,

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: zaulia@mardi.gov.my

Azhar Mat Noor, Wan Mohd Reza Wan Hussin, Siti Aisyah Abdullah, Mohamad

Roff Mohd Noor (Dr.), Habsah Mohamad, Tham See Lin, Zaipun Md Zain, Hairiyah

Mohamad, Junaidah Badri, Roslan Daud dan Zainab Mohd Yusuf

Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI,

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor