

Penilaian dan pemilihan varieti strawberi untuk pengeluaran di kilang tanaman (PF)

(Evaluation and selection of strawberry varieties for plant factory (PF) production)

Ahmad Hafiz Baharom, Siti Aisyah Abdullah, Suhana Yusof, Suhanna Ahmad, Aimi Athirah Ahmad, Muhamad Abid Ahmad, Munirah Mohamad, Rosniza Kassim dan Zalina Ahmad

Pengenalan

Strawberi (*Fragaria* × *ananassa*) adalah salah satu buah paling popular yang tergolong dalam keluarga Rosaceae. *Fragaria* × *ananassa* ialah hibrid daripada dua spesies asli Amerika iaitu *Fragaria chiloensis* dan *Fragaria virginiana*. Strawberi adalah tanaman yang berasal dari kawasan beriklim temperat, tetapi boleh juga ditanam di kawasan tropika dan subtropika kerana ketersediaan varieti neutral dan termo tidak sensitif. Strawberi merupakan jenis buah bukan klimaterik yang memerlukan suhu malam 12 – 18 °C dan waktu siang 20 – 28 °C bagi menghasilkan buah dengan kualiti buah yang baik. Hasil dan kualiti buah strawberi bergantung kepada suhu, fotokala dan masa penyejukan yang mencukupi.

Strawberi dikenali sebagai tanaman ikonik di Cameron Highlands, Pahang dan dipilih sebagai produk “Satu Daerah, Satu Industri” bersempena dengan kempen oleh Kerajaan Malaysia. Festival, Camarosa, Monterrey, Sweet Sensation, Winter Star dan Albion merupakan varieti yang terdapat di Cameron Highlands di mana kebanyakan hibrid ini dibawa dari California, Amerika Syarikat.

Senario industri

Strawberi di Malaysia ditanam di kawasan tanah tinggi terutamanya di Cameron Highlands, Pahang yang sangat sinonim dengan tanaman ini. Pengeluaran strawberi tempatan adalah sekitar 1,104.4 tan metrik yang bernilai sekitar RM28 juta. Walau bagaimanapun, pengeluaran ini masih tidak mencukupi dan negara perlu mengimport sebanyak 2,316 tan metrik yang bernilai RM74.7 juta dalam bentuk buah segar dan 2,024 tan metrik dalam bentuk sejuk beku pada tahun 2022 yang bernilai RM14.4 juta. Kebanyakan strawberi ditanam dalam *glass house* dan sistem pelindung hujan (SPH). Oleh kerana keluasan kawasan tanah tinggi untuk pertanian adalah terhad di Malaysia, maka pengeluaran strawberi juga terhad dan tidak berkembang.

Varieti strawberi di Malaysia

Di Malaysia, antara varieti strawberi yang popular ketika ini ialah varieti Festival. Varieti ini dikeluarkan oleh University of Florida, USA dan banyak ditanam oleh pengusaha strawberi di Cameron Highlands, Pahang kerana sifatnya yang berhasil tinggi, rasa buah

yang baik, manis dan sangat toleran kepada penyakit bawaan kulat. Buahnya berbentuk konikal dengan warna merah gelap apabila matang.

Sweet Sensation juga merupakan salah satu varieti strawberi yang ditanam di Cameron Highlands, Pahang juga dihasilkan oleh University of Florida, USA. Varieti ini dicirikan oleh rasa dan aromatik yang luar biasa dengan kandungan pepejal terlarut (TSS) yang tinggi (melebihi 8 °Brix). Varieti ini sangat tahan panas yang menghasilkan hasil terbaik apabila ditanam di ladang terbuka berbanding di bawah rumah hijau jika ditanam di negara beriklim temperat. Varieti ini menunjukkan ketahanan sederhana terhadap jangkitan penyakit kulat antraknos (bintik berpusar) dan reput akar.

Strawberi varieti Albion mempunyai warna merah yang lebih gelap, rasa yang lebih manis secara konsisten daripada kebanyakan strawberi. Varieti ini terkenal dengan buahnya yang besar dan simetri jika ditanam sesuai dengan keperluan iklimnya. Kandungan gula yang tinggi menjadikannya sesuai untuk digunakan dalam pencuci mulut. Varieti ini tahan terhadap panas dan kelembapan, bahkan boleh kekal hijau di kawasan yang mempunyai *fros* yang tinggi.

Potensi penanaman strawberi di dalam kilang tanaman (PF)

Sistem *precision indoor farming* dan sistem vertikal dengan cahaya buatan yang dikenali sebagai kilang tanaman (PF) dapat memberikan kelebihan penggunaan tanah yang cekap dan penanaman dapat dijalankan sepanjang tahun. Sistem kilang tanaman adalah salah satu alternatif di mana pokok strawberi boleh ditanam di luar kawasan dataran tanah tinggi. Strawberi mempunyai potensi untuk pengeluaran dalam PF kerana morfologi tumbuhan serta tanaman bernilai tinggi. Pengeluaran strawberi luar musim di dalam PF telah dikaji di Jepun dan paten telah digunakan untuk kaedah penanaman dalam kilang tanaman.

Di Malaysia, ketika ini tiada varieti strawberi yang khusus untuk penanaman di dalam PF pernah diuji secara saintifik. Tiada maklumat prestasi tanaman, hasil dan kualiti buah strawberi yang ditanam di dalam PF di Malaysia. Oleh itu, satu kajian berkaitan pemilihan varieti strawberi di dalam PF telah dijalankan di kilang tanaman Agro Cube, Ibu Pejabat MARDI, Serdang, Selangor. Tujuan eksperimen dijalankan adalah untuk menilai prestasi varieti strawberi komersial di dalam PF seterusnya mencadangkan varieti yang sesuai untuk penanaman di dalam PF. Kajian ini merupakan salah satu langkah awal untuk membangunkan teknologi pengeluaran strawberi di dalam PF sebelum manipulasi persekitaran dan sistem tanaman akan dicadangkan.

Penilaian varieti strawberi di dalam kilang tanaman

Pengumpulan varieti strawberi

Sebanyak lapan varieti strawberi dikumpul dan dinilai dalam kajian ini (*Jadual 1*) (*Gambar 1*). Varieti ini diperolehi daripada pengusaha strawberi di Cameron Highlands, Pahang serta pengumpul benih (*seed collector*) dari berbagai lokasi di Malaysia.

Jadual 1. Senarai nama varieti dan kod aksesori strawberi

Bil.	Nama varieti	Kod Aksesori	Warna buah	Benih asas	Sumber
1	Festival	MF005	Merah	Stolon	Serumpun R.Z. Enterprise, Tanah Rata, Cameron Higlands, Pahang
2	Snow rabbit	MF014	Putih	Stolon	Kuala Nerus, Terengganu
3	Albion	MF022	Merah	Stolon	Techno Grow, Bandar Enstek, Negeri Sembilan
4	Angel Eight	MF010	Putih	Stolon	Kuala Nerus, Terengganu
5	Monterray	MF034	Merah	Stolon	Al-Mashoor Strawberry Farm, Tanah Rata, Cameron Higlands, Pahang
6	Fortuna	MF035	Merah	Stolon	Al-Mashoor Strawberry Farm, Tanah Rata, Cameron Higlands, Pahang
7	Florida Beauty	MF036	Merah	Stolon	Al-Mashoor Strawberry Farm, Tanah Rata, Cameron Higlands, Pahang
8	Sweet Sensation	MF037	Merah	Stolon	Al-Mashoor Strawberry Farm, Tanah Rata, Cameron Higlands, Pahang



Gambar 1. Lapan varieti yang dikumpul dan dinilai dalam kajian

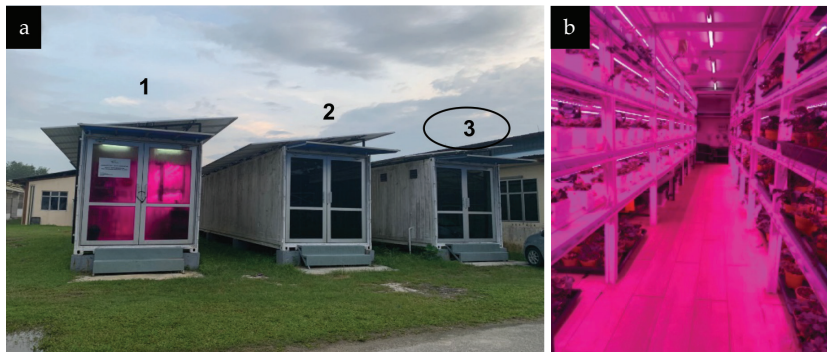
Sumber benih yang diperoleh sama ada dalam bentuk stolon (*runner*) atau daripada biji benih yang kemudiannya dibiakkan daripada pokok induk untuk penilaian.

Penilaian lapan varieti strawberi dalam sistem kilang tanaman (PF)

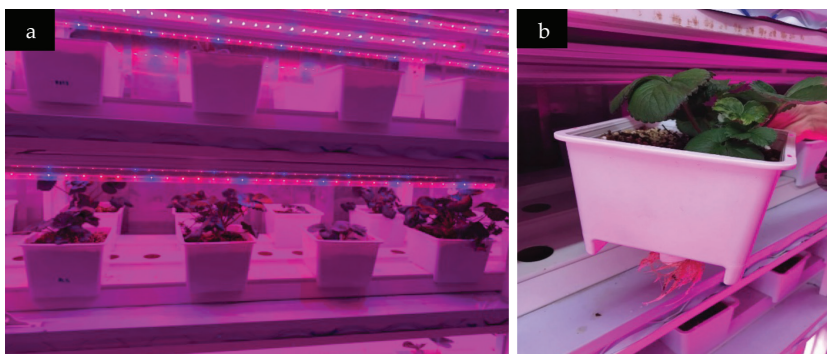
Penilaian lapan varieti strawberi telah dijalankan di Agro Cube 3 (*Gambar 2*) bermula Mac 2023 sehingga September 2023.

Varieti strawberi ditanam di dalam pasu Hygropot (*Gambar 3*) dengan medium *cocopeat* dan *perlite* (1:1) dan disusun secara reka bentuk blok lengkap rawak (RCBD) dengan tiga replikasi. Pengairan adalah dengan menggunakan sistem *nutrient film technique* (NFT) dengan baja AB formulasi strawberi. Kadar *electron conductivity* (EC) dan pH adalah seperti yang disyorkan.

Pencahayaan yang diberikan adalah dengan menggunakan lampu merah:biru *light-emitting diode* (LED) dengan $210 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (bersamaan dengan 60 Watt) selama 12 jam sehari. Kondisi persekitaran ditetapkan dengan purata suhu $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada waktu siang dan $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada waktu malam. Pendebungaan berbantu dilakukan dengan menggunakan kipas mikro (kelajuan kipas: 3,050 rpm) yang dilakukan semasa bunga sedang antesis (*Gambar 4*).



Gambar 2. (a) Lokasi kajian Agro Cube 3 dan (b) Gambaran sistem tanaman strawberi di dalam Agro Cube 3



Gambar 3. (a) Sistem nutrient film technique (NFT) dan (b) Pasu Hygropot

Varieti strawberi yang disaring memberi perbezaan yang sangat signifikan ($p < 0.01$) bagi setiap ciri yang dinilai iaitu berat buah, panjang buah, TSS, nisbah gula kepada asid dan vitamin C. Lebar buah, peratus kejadian buah, bilangan buah per pokok dan tinggi pokok menunjukkan perbezaan yang signifikan pada aras $p < 0.05$ antara satu varieti dengan varieti yang lain (Jadual 2).

Berdasarkan penilaian ini, varieti MF037 dilihat menunjukkan kelebihan bagi tujuh daripada 12 ciri yang dinilai iaitu berat buah, panjang buah, TSS, nisbah gula:asid, peratus kejadian buah, bilangan buah/pokok sebulan dan hasil/pokok sebulan. Bilangan buah/pokok sebulan tertinggi ditunjukkan oleh varieti MF037 dengan 19.6 biji/pokok sebulan manakala MF014 menunjukkan bilangan buah terendah (6.8 biji/pokok sebulan). Bilangan buah yang tinggi pada varieti MF037 berkait rapat dengan peratus kejadian buah yang tinggi iaitu 74.7%. Hasil/pokok sebulan yang telah direkodkan mendapati varieti MF037 memberikan hasil tertinggi iaitu 315.9 g diikuti oleh varieti MF035 (234.1 g) dan MF005 (220.1 g). Hasil terendah dicatatkan oleh varieti MF014 iaitu sebanyak 57.5 g. Varieti MF037 dan MF014 menunjukkan kadar pepejal terlarut (TSS) yang tertinggi antara lapan varieti yang dinilai. Walau bagaimanapun, kadar TSS sahaja tidak menggambarkan rasa yang sebenar disebabkan strawberi



Gambar 4. Kipas mikro bagi membantu pendedebungaan

Jadual 2. Data kualiti buah dan morfologi pokok strawberi di dalam kilang tanaman

No.	Varieti	Berat buah (g)	Panjang buah (mm)	Lebar buah (mm)	TSS ($^{\circ}$ Brix)	Nisbah gula: asid	Vit. C (mg/100 g)	Fruit set (%)	Bil. Buah/pokok sebulan	Hasil/pokok sebulan (g)	DTH	DTFM	Tinggi pokok (cm)	Bentuk buah
1	MF022	14.1ab	29.7c	22.8cd	6.3c	10.0ab	5.0ab	57.4d	13.6bc	192.2c	84.5c	24.9c	11.5bc	Long conic
2	MF014	8.4e	28.5cd	24.8c	9.9a	11.5ab	5.4a	65.4bc	6.8d	57.5f	85.3bc	25.8bc	9.4d	Globuse conic
3	MF005	13.9b	37.6ab	32.2a	7.3bc	11.4ab	3.6c	66.8b	15.8b	220.1bc	83.6d	23.5d	13.6a	Long conic
4	MF034	11.3c	31.8bc	27.5b	7.9bc	9.0b	4.1bc	64.9bc	13.4bc	151.8cd	83.9cd	24.9c	13.1ab	Long conic
5	MF035	12.7bc	36.1ab	25.2bc	8.3b	13.0a	4.3bc	70.8ab	18.4ab	234.1b	88.5a	29.8a	13.6a	Long Conic
6	MF036	12.5bc	32.2bc	22.4d	8.8ab	8.9b	3.8c	60.9c	11.6c	145.4d	85.3bc	25.3bc	10.3c	Long conic
7	MF037	16.1a	39.3a	31.8ab	10.3a	12.9a	4.4bc	74.7a	19.6a	315.9a	87.4ab	27.9ab	12.4b	Long conic
8	MF010	10.1cd	25.2e	26.5bc	8.2b	10.9ab	3.4c	73.1ab	7.6d	77.2e	86.1a-c	26.4b	9.7cd	Conic
Pr>F		**	**	*	**	**	**	*	*	*	*	*	*	-
Min		12.9	34.1	28.2	8.4	11.1	4.3	66.8	14.2	175.3	85.9	26.7	11.8	-
CV		14.6	8.2	9.5	7.9	9.3	6.5	39.4	35.5	38.6	8.9	12.8	7.8	-

mempunyai kadar asid tinggi yang memberikan rasa masam. Nisbah gula:asid dilihat lebih sesuai untuk menggambarkan rasa yang sedap bagi strawberi. Nisbah gula:asid tertinggi ditunjukkan oleh varieti MF035 (13.0) dan MF037 (12.9).

Penilaian ketahanan perosak dan penyakit juga telah dilakukan ke atas varieti yang dinilai. Berdasarkan penilaian visual, penyakit bintik/hawar daun (*leaf spot*) adalah penyakit yang menjangkiti kesemua varieti manakala simptom antraknos (bintik berpusar) pada buah menyerang sebahagian varieti (*Jadual 3*). Penyakit bintik/hawar daun disebabkan oleh beberapa jenis kulat iaitu *Mycosphaerella* sp., *Phomopsis* sp. dan *Diplocarpon* sp. manakala antraknos disebabkan oleh kulat *Colletotrichum* sp. (*Gambar 5*). Kejadian penyakit adalah rendah dan tidak melebihi 10% kerana persekitaran terkawal di dalam Agro Cube 3.

Pemerhatian ke atas serangga perosak pula mendapati walaupun penanaman dijalankan dalam persekitaran terkawal seperti Agro Cube, pengurusan perosak khususnya aktiviti keluar dan masuk bahan tanaman amat perlu dititik berat bagi mengelakkan dan mengawal serangan perosak utama strawberi seperti hamama atau two spotted mites (*Tetranychus urticae*). Perosak ini menyerang bahagian daun dan bunga strawberi yang mengakibatkan hasil dan kualiti buah terjejas (*Gambar 6*). Penilaian kehadiran dan kerosakan ke atas hamama ini telah dijalankan pada varieti berbeza dan hasil pemerhatian ditunjukkan seperti dalam *Rajah 1*. Peratusan kehadiran hamama adalah tertinggi pada pokok varieti MF022 iaitu sebanyak 50% daripada keseluruhan pokok yang dinilai dalam kajian ini. Cadangan kaedah pengawalan yang disyorkan adalah secara aplikasi penyemburan biopestisid seperti minyak neem atau produk organik lain yang ada di pasaran dan pemangkasan daun.

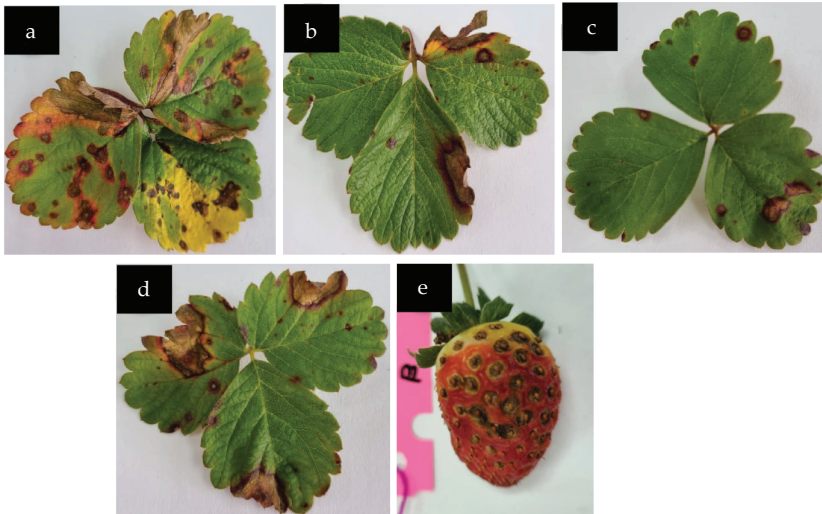
Jadual 3. Kehadiran dan ketidakhadiran penyakit ke atas varieti yang dinilai

Varieti	Penyakit			
	Antraknos	Bintik/ hawar daun	Kulapuk berdebu	Botrytis <i>fruit rot</i>
MF022	-	+	-	-
MF036	-	+	-	-
MF014	-	+	-	-
MF005	-	+	-	-
MF034	-	+	-	-
MF035	+	+	-	-
MF037	+	+	-	-
MF010	-	+	-	-

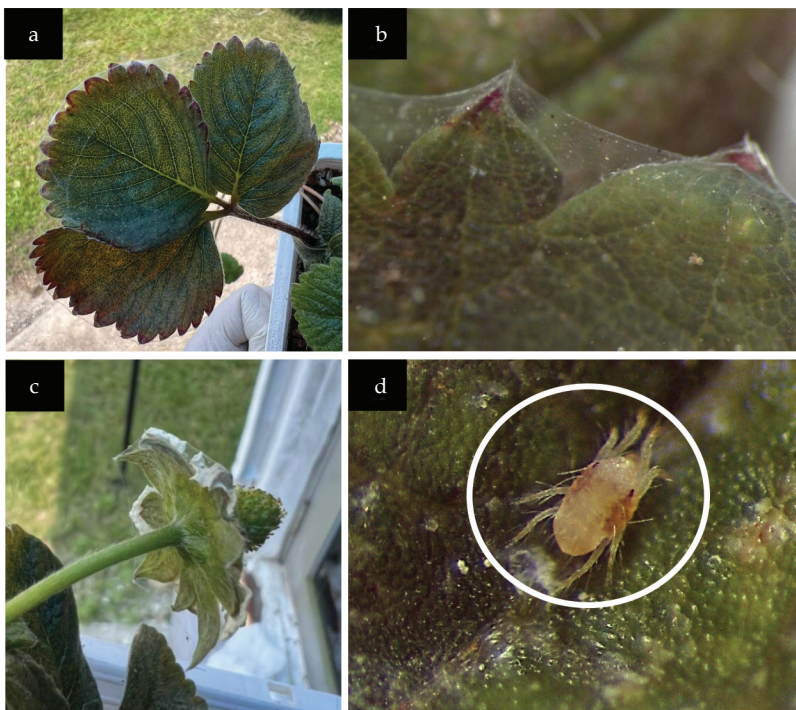
Nota :

+ = Kehadiran penyakit

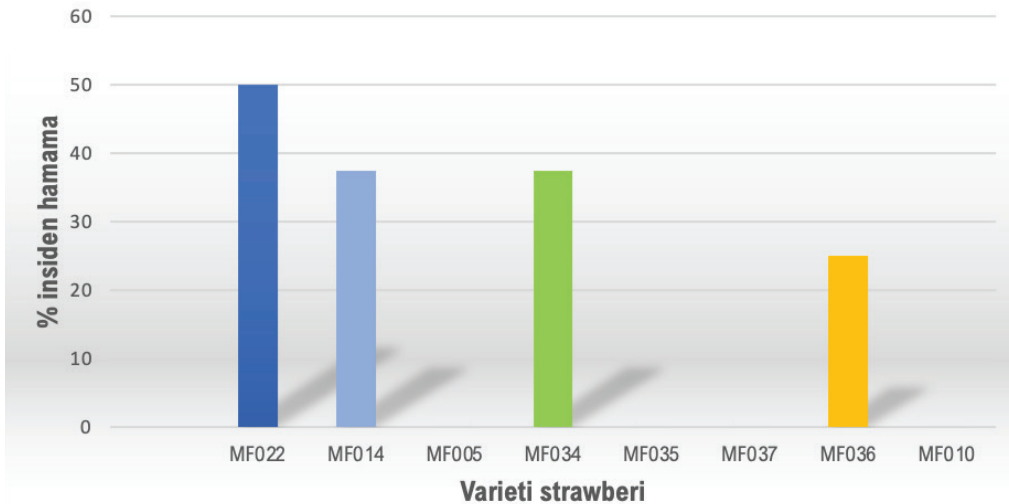
- = Tiada kehadiran penyakit



Gambar 5. Gejala penyakit daun stroberi yang terdapat di Agro Cube 3. (a – d) Penyakit bintang daun dan (e) Penyakit antraknos



Gambar 6. Serangan hamama pada tanaman stroberi. (a) Gejala serangan serius pada daun, (b) Struktur seperti jaring (web) pada ujung daun, (c) Serangan pada bunga, (d) Hamama lelabah merah, *Tetranychus urticae* (dalam bulatan putih) di bawah mikroskop (pembesaran 6.0x)



Rajah 1. Purata kehadiran hamama (mites) ke atas varieti strawberi yang dinilai

Pemilihan varieti dan analisis ekonomi

Indeks pemilihan

Indeks pemilihan strawberi dibangunkan bagi membantu pemilihan varieti berpotensi. Ciri-ciri utama yang membantu dalam indeks pemilihan strawberi di dalam PF adalah komponen hasil iaitu yang utama adalah berat buah, bilangan buah/pokok, hasil/pokok, kualiti rasa iaitu nisbah gula:asid, kebolehdapatan benih tanaman, kerintangan terhadap perosak dan penyakit, bentuk buah dan kandungan vitamin C. Ciri-ciri utama diberikan kedudukan (*ranking*) teratas dengan pemberat yang terbesar. Skor 1 – 4 diberikan merujuk kepada nilai terburuk (1) sehingga nilai terbaik (4) berdasarkan purata (*mean*) bagi setiap ciri-ciri (*Jadual 4*).

Berdasarkan nilai pemberat dan skor yang dibangunkan, indeks pemilihan bagi setiap varieti telah dihasilkan (*Jadual 7*). Berdasarkan indeks pemilihan, nilai tertinggi bagi setiap lapan varieti strawberi terpilih mengikut turutan adalah sebagaimana berikut: MF037, MF005, MF035, MF022, MF034, MF036, MF010 dan MF014.

Jadual 4. Pemberat dan skor yang dibangunkan untuk pemilihan varieti strawberi

Ciri	Skor								
	Varieti								
	Pemberat	MF022	MF014	MF005	MF034	MF035	MF036	MF037	MF010
Berat buah (g)	0.143	3	2	3	3	3	3	4	3
Bil. Buah/pokok sebulan	0.133	3	2	3	3	4	2	4	2
Hasil/pokok sebulan	0.123	3	1	3	2	3	2	4	1
Kebolehdapatan benih	0.113	4	1	4	3	3	3	4	1
Nisbah gula: asid	0.118	3	3	3	2	4	2	4	3
Tempoh matang	0.098	3	3	4	4	3	3	3	3
Tinggi pokok	0.07	3	4	2	2	2	3	2	4
Kerintangan perosak	0.085	2	3	3	3	3	3	3	3
Kerintangan penyakit	0.085	3	3	3	3	2	3	2	3
Bentuk buah	0.022	4	2	4	4	3	4	4	3
Vitamin C	0.01	4	4	3	4	4	3	4	3

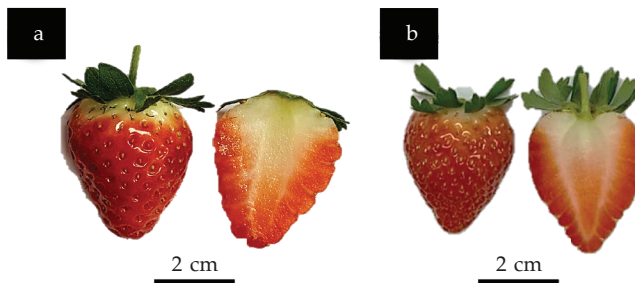
Jadual 5. Jumlah pemberat × skor bagi setiap ciri untuk setiap varieti strawberi

Ciri	Pemberat × Skor							
	Varieti							
	MF022	MF014	MF005	MF034	MF035	MF036	MF037	MF010
Berat buah (g)	0.429	0.286	0.429	0.429	0.429	0.429	0.572	0.429
Bil. buah/pokok sebulan	0.399	0.266	0.399	0.399	0.532	0.266	0.532	0.266
Hasil/pokok sebulan	0.369	0.123	0.369	0.246	0.369	0.246	0.492	0.123
Kebolehdapatan benih	0.452	0.113	0.452	0.339	0.339	0.339	0.452	0.113
Nisbah gula:asid	0.354	0.354	0.354	0.236	0.472	0.236	0.472	0.354
Tempoh matang	0.294	0.294	0.392	0.392	0.294	0.294	0.294	0.294
Tinggi pokok	0.21	0.28	0.14	0.14	0.14	0.21	0.14	0.28
Kerintangan perosak	0.17	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255
Kerintangan penyakit	0.255	0.255	0.255	0.255	0.17	0.255	0.17	0.255
Bentuk buah	0.088	0.044	0.088	0.088	0.066	0.088	0.088	0.066
Vitamin C	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03
Skor keseluruhan	3.06	2.31	3.163	2.819	3.106	2.648	3.507	2.465
Ranking	4	8	2	5	3	6	1	7

Pengesyoran varieti

Dua varieti terbaik telah dipilih berdasarkan *ranking* dalam indeks pemilihan dan juga atas faktor kebolehdapatan bahan tanaman jika varieti ini disyorkan untuk penanaman secara komersial di dalam PF. Dua varieti tersebut ialah MF037 dan MF005 (*Gambar 7*).

Perbandingan kualiti buah bagi dua varieti strawberi yang telah dipilih untuk penanaman di dalam PF dengan varieti strawberi yang sama di Cameron Highlands, Pahang. Terdapat perbezaan yang bererti bagi kedua-dua varieti yang ditanam di Agro Cube dari segi tekstur (N), nisbah gula asid (SAR) dan jumlah kandungan fenolik (TPC) dibandingkan dengan varieti yang ditanam di Cameron Highlands, Pahang. Varieti MF037 dan MF005 yang ditanam di PF menunjukkan tekstur yang lebih pejal serta lebih tinggi nisbah gula:asid dan kandungan fenolik *Jadual 6* dan *Jadual 7*. TPC memberi kesan yang baik kepada kesihatan manusia dari segi fungsinya sebagai antivirus, antialergi, antiplatelet, antiradang, antikanser dan antioksidan.



Gambar 7. Varieti strawberi berpotensi untuk penanaman di dalam PF. (a) MF037 dan (b) MF005

Jadual 6. Perbandingan analisis fizikal dan kimia strawberi varieti MF037 antara yang ditanam di Cameron Highlands dan di Agro Cube

MF037	Berat buah (g)	Tekstur (N)	% TSS	Asid sitrik	Asid askorbik (mg/100 g)	SAR	DPPH (%)	TPC (mg/100 g)
C. Highlands	18.3a	1.62b	6.73a	0.99a	6.45a	6.73b	75.27a	106.43b
Agro Cube	16.3b	4.77a	7.20a	0.47b	5.20b	15.48a	51.31b	233.47a

Jadual 7. Perbandingan analisis fizikal dan kimia strawberi varieti MF005 antara yang ditanam di Cameron Highlands dan di Agro Cube

MF005	Berat buah (g)	Tekstur (N)	% TSS	Asid sitrik	Asid askorbik (mg/100 g)	SAR	DPPH (%)	TPC (mg/100 g)
C. Highlands	19.6a	1.62b	6.73a	0.99a	6.45a	6.73b	75.27a	106.43b
Agro Cube	13.8b	4.77a	7.23a	0.47b	5.20b	15.48a	51.31b	233.47a

Daya maju pengeluaran

Antara konsep asas untuk daya maju sesuatu perusahaan atau teknologi adalah pengiraan analisis kos pengeluaran dan pendapatan. *Jadual 8* menunjukkan struktur kos bagi kaedah penanaman strawberi varieti MF005 dan MF037 dalam PF bagi setahun.

Dalam keluasan 80 kaki × 40 kaki × 10 kaki Agro Cube, sebanyak 448 pokok strawberi dapat ditanam dan menghasilkan 986 kg dan 1,552 kg setahun bagi varieti MF005 dan MF037. Ini menunjukkan bahawa varieti MF037 menghasilkan pengeluaran yang lebih tinggi.

Jumlah kos tetap yang diperlukan bagi pembangunan infra ialah RM41,159 bagi tempoh setahun dengan mengambil kira 10% susut nilai. Kos pengeluaran per unit adalah sebanyak RM65/kg dan RM42/kg bagi varieti MF005 dan MF037. Oleh itu, bagi mendapatkan pengeluaran yang berdaya maju, harga jualan bagi varieti MF005 dan MF037 yang disyorkan ialah RM75/kg.

Analisis daya maju dapat dihuraikan berdasarkan nilai-nilai indikator seperti nilai kini bersih (NPV), kadar pulangan dalaman (IRR) dan nisbah faedah kos (BCR) dalam penyata aliran tunai dengan kadar 10% diskaun seperti dalam *Jadual 11*. Nisbah faedah kos [*Benefit Cost ratio* (BCR)] sebanyak 1.14 bagi varieti MF005 dan 1.78 bagi varieti MF037 iaitu melebihi nilai 1 menunjukkan pelaburan adalah menguntungkan. Nilai Kini Bersih (NPV) bagi tempoh sepuluh tahun ialah RM14,850 dan RM255,861 iaitu jangkaan pendapatan yang didiskaun pada kos modal (ditolak kos permulaan projek). Selain itu, nilai analisis NPV yang positif menunjukkan projek ini berdaya maju.

Jadual 8. Kos pengeluaran penanaman strawberi dalam PF bagi varieti MF005 dan MF037

Parameter	MF005	MF037
Keluasan	80 × 40 × 10 kaki	80 × 40 × 10 kaki
Bilangan pokok	448	448
Purata hasil (kg)	986	1,552
Harga (RM/kg)	75.00	75.00
Jumlah kos berubah (RM/tahun)	22,452	23,229
Jumlah kos tetap dan susut nilai (RM/tahun)	41,159	41,159
Jumlah kos pengeluaran (RM/tahun)	63,612	64,388
Keuntungan bersih (RM/tahun)	13,668	57,328
Kos pengeluaran (RM/kg)	64.54	41.48
Keuntungan bersih (RM/kg)	13.87	36.93

Jadual 9. Daya maju kewangan penanaman strawberi dalam PF

Parameter	MF005	MF037
Nilai Kini Bersih @ 10% (NPV)	14,850	255,861
Kadar Pulangan Dalaman (IRR)	12%	41.7%
Nisbah Faedah Kos @ 10% (BCR)	1.14	1.78
Tempoh Pulang Modal (tahun)	4.8	2.2
Pulangan Pelaburan (ROI)	21%	89%

Nilai ROI bagi projek ini adalah sebanyak 21% dan 89% menunjukkan projek adalah ekonomik dan berdaya maju. Tempoh pulang modal [*Payback Period (PP)*] merupakan tempoh bayar balik modal yang dibiayai pada tahun permulaan projek dan tempoh pulangan projek ini ialah 4.8 tahun dan 2.2 tahun bagi pengeluaran varieti MF005 dan varieti MF037 dalam PF. Walau bagaimanapun, beberapa aspek perlu diberi tumpuan untuk pengeluaran yang lebih kompetitif adalah dengan penambahbaikan spesifikasi rak tanaman yang boleh memuatkan lebih banyak pokok dan meningkatkan produktiviti terutama sekali bagi varieti MF005.

Kesimpulan

Berdasarkan penilaian dan pemilihan yang dilakukan varieti strawberi berpotensi untuk penanaman di dalam kilang tanaman (PF) telah dikenal pasti iaitu MF037 dan MF005. Dua varieti ini disyorkan kerana mempunyai kualiti yang tinggi dari segi hasil, saiz buah, nisbah asid:gula yang tinggi dan bahan tanaman mudah diperolehi. Walaupun saiz buah dan hasil tidak setanding dengan yang ditanam di Cameron Highlands, Pahang, strawberi yang dihasilkan di dalam PF lebih selamat dimakan kerana bebas daripada racun kimia dan dijangka boleh dijual dengan harga yang lebih tinggi (premium). Bagi meningkatkan tahap viabiliti ekonomi, pengoptimuman faktor persekitaran di dalam PF diperlukan untuk memaksimumkan potensi hasil.

Penghargaan

Kajian ini dijalankan di Agro Cube 1 dan Agro Cube 3, Pusat Penyelidikan Hortikultur, MARDI Serdang, Selangor dan dibiayai oleh peruntukan projek pembangunan dalam Rancangan Malaysia Ke-12 (RMK-12) yang bertajuk 'Pembangunan Sistem Pengeluaran Tanaman Berinovasi untuk Jaminan Makanan, Kelestarian dan Kesejahteraan Masyarakat (No. Projek: 21400010170503-2023-C).

Bibliografi

- Mohd Ridzuan, M. S., Mohammad Abid, A., Saiful Zaimi, J., Roslina, A., Ahmad Tarmizi, S., Mahamud, S., Mohamad, Abd M., & Wan Abdullah, W.Y. (2011). *Manual Teknologi Penanaman Strawberi Secara Fertigasi*. Serdang: MARDI.
- Nisshinbo Holdings Incorporated (2013). Cultivation method of horticultural plants using bees in a fully controlled plant factory. Unexamined patent application 2013-226132.
- Ren, G., Wu, H., Bao, A., Lin, T., Ting, K-C., & Ying, Y. (2023). Mobile robotics platform for strawberry temporal-spatial yield monitoring within precision indoor farming systems. *Front. Plant Sci.* 14:1162435. doi: 10.3389/fpls.2023.1162435.
- SAS Inst. (2016). *SAS user guide; SAS/STST*, version 9.4. Cary, N.C.: SAS Inst. Inc.
- Suwa, T., & Nakajima, S. (2014). Initiatives for cultivation and commercialization of seasonal strawberry cultivation in summer and autumn. In "Important Issues and Countermeasures for Plant Factory Management — Management Strategy, Equipment Management, Cultivation Technology, High Added Value and Marketing" (ed. by Takatsuji, M., Kozai, T.), Johokiko Co., Ltd., Tokyo, p 291–298.

Ringkasan

Strawberi merupakan tanaman tanah tinggi yang memerlukan suhu sejuk bagi menghasilkan bunga dan buah. Ketika ini kawasan penanaman strawberi adalah terhad, hanya di Cameron Highlands, Pahang sahaja. Oleh kerana terhadnya kawasan tanah tinggi untuk pengembangan pasaran, Malaysia perlu mengimport strawberi bagi menampung permintaan tempatan. Sistem kilang tanaman (PF) adalah salah satu alternatif di mana strawberi boleh ditanam di luar kawasan tanah tinggi. Strawberi mempunyai potensi untuk pengeluaran dalam PF kerana morfologi tumbuhan serta tanaman bernilai tinggi. Berdasarkan penilaian dan pemilihan, dua varieti yang berpotensi telah dikenal pasti iaitu MF037 dan MF005. Kedua-dua jenis ini disyorkan kerana mempunyai kualiti yang tinggi dari segi hasil, saiz buah, tinggi nisbah asid:gula dan kebolehdapatan bahan tanaman. Walaupun saiz buah dan hasil tidak setanding dengan yang ditanam di Cameron Highlands, strawberi yang dihasilkan di PF adalah lebih selamat untuk dimakan kerana bebas racun perosak dan dijangka boleh dijual pada harga yang lebih tinggi.

Summary

Strawberries are a highland crop that requires cool temperatures to produce flowers and fruit. Currently, strawberry cultivation is limited to the Cameron Highlands only. Due to the limited area of highlands for the expansion of the market, Malaysia needs to import strawberries to meet local demand. Plant factory systems (PF) are one of the alternatives where strawberries can be grown outside of highland areas. Strawberries have potential for production in PF due to plant morphology as well as high-value crops. Based on the evaluation and selection of potential varieties for cultivation in PF, two varieties have been identified, namely MF037 and MF005. These two varieties are recommended because they have high quality in terms of yield, fruit size, high acid:sugar ratio and, easy-to-obtain planting material. Although the size of the fruit and yield are not comparable to those grown in the Cameron Highlands, strawberries produced in PF are safer to eat because they are pesticide free and are expected to be sold at a higher price.

Pengarang

Ahmad Hafiz Baharom

Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: ahafiz@mardi.gov.my

Siti Aisyah Abdullah, Suhana Yusof, Suhanna Ahmad, Munirah Mohamad (Dr.),

Rosniza Kassim (Dr.) dan Zalina Ahmad

Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Aimi Athirah Ahmad

Pusat Penyelidikan Sosio Ekonomi, Risikan Pasaran dan Agribisnes

Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor