

## Penanaman ubi keledek secara fertigasi

(Planting sweet potato using fertigation system)

Yaseer Suhaimi Mohd, Izyani Raship, Noor Ismawaty Nordin, Rawaida Rusli, Nur Khairani Abu Bakar, Razean Haireen Mohd Razali, Tang Swee Bee, Siti Nurzahidah Zainal Abidin, Muhammad Faidhi Tawhid, Zakry Al-Asyraf Abdul Latif, Fatin Nurliyana Ahmad, Noor Safura Samsudin, Hanim Ahmad dan Mazidah Mat

### Pengenalan

Keledek atau nama saintifiknya *Ipomoea batatas* merupakan sejenis tanaman umbisi daripada keluarga Convolvulaceae yang dipercayai berasal dari bahagian Tropika Benua Amerika. Keledek merupakan sejenis tanaman yang menjalar di atas tanah serta menghasilkan ubian yang mengandungi nilai nutrisi pemakanan yang tinggi. Dari segi kandungan zat makanan, ubi keledek mengandungi karbohidrat, vitamin A dan pelbagai zat yang penting. Tanaman ini dianggap sebagai salah satu makanan ruji di sesetengah negara selain gandum, beras, jagung, barli, ubi kentang dan ubi kayu. Secara morfologi, tanaman ini mempunyai batang yang lembut, daun berwarna hijau gelap berbentuk segi tiga, mempunyai bunga berwarna putih kemerahan dan mempunyai akar serabut yang membentuk umbisi keledek. Ubi keledek yang terhasil di dalam tanah mempunyai pelbagai saiz dan warna bergantung kepada varieti keledek.

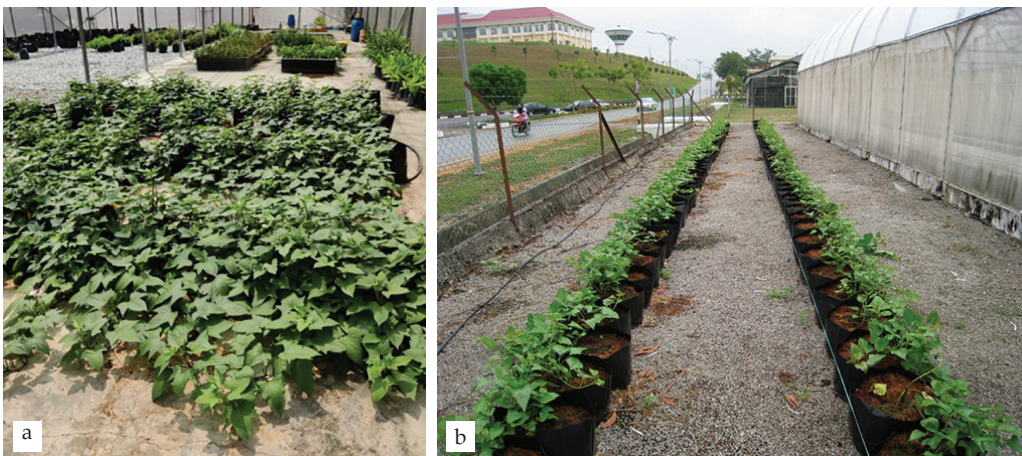
Di Malaysia terdapat beberapa jenis keledek yang disyorkan untuk ditanam mengikut keperluan pasaran. Antara varieti utama keledek di Malaysia ialah Gendut, VitAto, Cina, Ungu, Telong, Jalomas, Lembayung dan beberapa jenis lagi. Di Malaysia, tanaman ubi keledek ditanam secara kecil-kecilan dan berskala komersial sederhana untuk pasaran segar. Penanaman keledek di Malaysia turut dijalankan secara komersial terutama di kawasan penanaman semula getah dan kelapa sawit sebagai tanaman kontan. Tanaman keledek ditanam secara konvensional di atas tanah menggunakan sistem pengairan renjis. Menurut Jabatan Statistik Negara pada tahun 2020, nisbah sara diri (SSR) bagi tanaman keledek ialah 75.6% menyebabkan negara terpaksa mengimport komoditi ini dengan nisbah ketergantungan import (IDR) ialah 26.3%. Justeru, timbulnya keperluan bagi menghasilkan kaedah pengeluaran alternatif yang dapat memberikan hasil yang tinggi dan mampan dalam penanaman keledek.

Penanaman tanpa tanah ataupun secara fertigasi merupakan satu kaedah pengeluaran yang efisien dalam industri pertanian. Teknologi ini menunjukkan kadar tumbesaran lebih cepat dan memberi hasil yang tinggi di kawasan yang terhad. Penanaman cili, tembikai wangi, tomato dan halia menggunakan sistem penanaman tanpa tanah menunjukkan peningkatan hasil 3 – 5 kali ganda berbanding dengan penanaman menggunakan kaedah konvensional. Peningkatan hasil yang tinggi ini telah mencetuskan

inovasi penanaman keledak secara fertigasi.

### **Pemilihan dan penyediaan tapak penanaman**

Penanaman keledak secara fertigasi boleh dilaksanakan menggunakan struktur pelindung hujan (SPH) atau secara terbuka tanpa struktur pelindung hujan (*Gambar 1*). Pemilihan dan penyediaan tapak penanaman menggunakan sistem fertigasi merupakan langkah kritikal dalam menentukan kejayaan sesuatu projek fertigasi bagi tanaman keledak. Tapak projek yang dipilih hendaklah mempunyai sumber air bersih seperti air kolam, tasik, sungai, mata air, air bawah tanah (*tube well*) dan sumber-sumber yang lain. Kualiti air seperti pH haruslah diperiksa terlebih dahulu bagi memastikan air tersebut boleh digunakan. Nilai pH yang sesuai untuk penanaman keledak ialah 5.5 – 6.5. Nilai pH dapat ditentukan dengan menggunakan meter pH atau kertas litmus. Selain itu, pengusaha juga perlu memastikan sumber air yang diguna pakai bebas daripada sebarang galian. Kehadiran sumber galian di dalam air akan mengganggu bacaan kepekatan baja yang diberikan kepada tanaman kelak. Penggunaan air paip juga sangat sesuai dengan mengambil kira penambahan kepada kos utiliti. Tapak projek harus diratakan supaya aliran air baja yang dibekalkan kepada pokok adalah sama. Pemberian kuantiti air baja yang sama kepada setiap pokok penting supaya tanaman keledak mencapai tumbesaran yang seragam. Selepas selesai kerja-kerja penyediaan tapak, *silver shine* atau *weed mat* perlu dibentangkan bagi mengelakkan pertumbuhan rumpai di tapak projek.



*Gambar 1. Penanaman keledak di dalam (a) struktur pelindung hujan dan (b) secara fertigasi terbuka*

### **Sistem pengairan fertigasi**

Penanaman keledak secara fertigasi memerlukan penggunaan polibeg jenis tegak bagi menyokong pertumbuhan batang dan daun yang bersaiz besar serta pucuknya yang menjalar. Polibeg berwarna hitam bersaiz 40 cm × 81 cm adalah disyorkan. Penggunaan polibeg hitam adalah lebih tahan lasak dan mempunyai jangka hayat yang lama berbanding dengan polibeg

putih. Terdapat beberapa komponen dan keperluan apabila mengaplikasi penanaman keledak secara fertigasi iaitu tangki air baja (2,400 L), pam air, pengatur masa, penapis, injap dan paip poli yang terdiri daripada paip utama, paip sekunder dan paip lateral serta tiub mikro yang berfungsi membawa larutan nutrien ke setiap beg tanaman. Dari segi susun atur tanaman, jarak di antara baris yang disyorkan ialah 210 cm manakala jarak di antara polibeg ialah 60 cm dan disusun sebaris bagi memudahkan kerja-kerja pengurusan tanaman. Sistem fertigasi perlu dipasang sebelum keratan bahan tanaman ditanam di dalam polibeg. Sistem pengairan juga boleh diautomasikan dengan pemasangan pengatur masa (*timer*).

### **Medium, penyediaan bahan dan penanaman tanaman**

Medium tanaman yang disyorkan untuk penanaman keledak secara fertigasi ialah 100% habuk sabut kelapa (*coco peat*). Melalui kajian MARDI penggunaan habuk sabut kelapa sebagai medium tanaman memberikan tumbesaran dan hasil ubi keledak yang tinggi. Habuk sabut kelapa dipilih kerana mudah diperolehi dan lebih mesra alam. Medium tanaman perlu dimasukkan ke dalam polibeg hitam dan disusun selari dengan paip lateral atau paip pembahagi. Lubang lebihan air dibuat 5 cm yang diukur daripada dasar polibeg. Setiap beg tanaman dilengkapi dengan tiub mikro bergaris pusat 1.5 mm yang menyalurkan larutan nutrien daripada tangki larutan baja.

Bahan tanaman yang digunakan untuk penanaman keledak adalah keratan batang sepanjang 30 cm yang diambil daripada pokok induk yang berusia dua setengah bulan (*Gambar 2*). Keratan yang ideal mempunyai 3 – 5 ruas dan akan digunakan sebagai bahan tanaman. Sebelum ditanam, keratan keledak akan dirawat dengan Benomyl serta larutan kuprum dan ditanam dengan kedalaman 5 cm secara melintang di dalam polibeg. Kebiasaannya keratan keledak akan berakar tiga hari selepas tanam di dalam medium *coco peat*. Sebelum menanam, medium tanaman di dalam polibeg dibilas dengan melalukan air bersih menggunakan sistem pengairan fertigasi yang telah disediakan hingga air jernih keluar daripada beg tanaman melalui lubang lebihan air.



*Gambar 2. Keratan pucuk keledak yang digunakan sebagai bahan tanaman*

### Keperluan pembajaan

Tumbuhan memerlukan 16 unsur nutrien untuk pertumbuhan sempurna yang dibahagikan kepada unsur makro iaitu unsur yang diperlukan dengan kuantiti yang banyak dan unsur mikro iaitu unsur yang diperlukan dalam kuantiti yang amat sedikit. Unsur makro termasuklah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosforus (F), kalium (K), kalsium (Ca), sulfur (S) dan magnesium (Mg). Unsur-unsur mikro termasuklah besi (Fe), mangan (Mn), boron (B), zink (Zn), kuprum (Cu) dan molibdenum (Mo). Kepekatan unsur-unsur ini di dalam tumbuhan berbeza antara satu dengan yang lain, tetapi secara amnya unsur H, C dan O lebih tinggi daripada unsur N, P, K, Ca, Mg dan S. Unsur-unsur mikro tersangat kecil timbangannya, tetapi diperlukan dan sangat penting bagi tumbesaran dan kesuburan tanaman.

Baja fertigasi tanaman keledak terbahagi kepada dua bahagian iaitu stok A dan B (*Jadual 1*). Formulasi baja keledak merangkumi kesemua unsur nutrien yang lengkap diperlukan oleh tanaman. Baja yang ditimbang berasingan dilarutkan di dalam air yang bersih satu persatu. Komponen baja kemudiannya dijadikan stok baja (pati baja) bahagian A dan bahagian B di dalam 100 L air secara berasingan. Larutan stok disyorkan supaya sentiasa tersedia dan sedia untuk dicairkan ke dalam tangki larutan baja apabila diperlukan. Tanaman keledak memerlukan larutan nutrien dengan kepekatan yang tertentu di beberapa peringkat tumbesaran. Kepekatan larutan nutrien diukur menggunakan meter konduktiviti elektrik (EC). Penentuan EC mesti dilakukan setiap kali bancuhan dibuat atau apabila pertukaran EC perlu dilakukan sekurang-kurangnya sekali seminggu. Bagi tanaman 2.600  $\mu$ S.

Selepas selesai kerja-kerja menanam

Jadual 1. Komposisi baja fertigasi keledak

Unsur nutrien	Komposisi (%)
<b>Baja A</b>	
Kalsium (Ca)	14
Nitrogen (N)	12
Kalium (K)	5
Zat Besi (Fe)	1.5
<b>Baja B</b>	
Fosforus (P)	22
Magnesium (Mg)	15
Nitrogen (N)	12
Kalium (K)	12
Sulfur	5
Mangan (Mn)	0.6
Kuprum (Cu)	0.6
Boron (B)	0.2
Molibdenum (Mo)	0.1

keratan keledak ke dalam polibeg, air kosong dititiskan ke dalam polibeg sekali sehari selama tiga hari bagi menggalakkan proses pertumbuhan akar pada keratan keledak. Selepas keratan berakar atau pada hari keempat, pokok keledak diberikan larutan baja dengan kepekatan 1.800  $\mu$ S sehingga berusia tiga minggu. Selepas tiga minggu, kepekatan baja dinaikkan menjadi 2.000 – 2.600  $\mu$ S sehingga tamat musim penanaman.

Selepas sebulan, medium tanaman di dalam polibeg perlu dibilas dengan air bersih. Perkara ini dilakukan sebulan sekali bagi melarutkan dan seterusnya menyahkan timbunan garam yang boleh menyebabkan toksik kepada tanaman. Proses pembilasan dilakukan dengan menghidupkan pam selama satu jam tanpa henti dan membenarkan air bersih sahaja mengalir ke setiap pokok. Satu

lagi faktor yang penting dalam pengeluaran tanaman adalah aras keasidan (pH) larutan nutrien dan medium tanaman. Bagi tanaman keledak secara fertigasi, pH medium dan larutan nutrien yang disyorkan sama seperti tanaman lain (cili, tomato atau melon) iaitu 5.5 – 6.5. Nilai pH ditentukan menggunakan meter pH atau kertas litmus.

### **Kawalan penyakit dan serangga perosak**

Penanaman keledak secara fertigasi mempunyai risiko kerosakan akibat serangan serangga perosak dan penyakit. Antara serangga perosak utama tanaman keledak ialah ulat ratus (*Spodoptera* sp.) dan kumbang belalai (*Cylas formicarius*). Selain itu, tanaman keledak fertigasi juga boleh dijangkiti penyakit layu bakteria dan bintik daun *Curvularia*. Kebiasaannya, serangan perosak dan penyakit dikawal menggunakan kaedah kultur, fizikal dan biologi. Walau bagaimanapun, kawalan serangga perosak dan penyakit yang dilakukan secara bersepadu menggunakan racun mesra alam dan kaedah yang betul adalah lebih baik untuk mengurangkan kadar infestasi perosak dan jangkitan penyakit.

Serangga perosak boleh dikawal melalui semburan racun serangga atau menggunakan *Bacillus thuringiensis* yang terbukti berkesan dalam mengawal *Spodoptera* sp. Amalan kultur dan fizikal yang baik seperti pembersihan kawasan penanaman daripada sisa-sisa tanaman yang terkena serangan layu bakteria dan bintik daun *Curvularia* dapat mengurangkan risiko jangkitan di ladang bagi meningkatkan hasil ubi keledak. Pengusaha tanaman keledak fertigasi perlu sentiasa menjaga tanaman daripada serangan serangga perosak dan jangkitan penyakit. Sebaiknya pengusaha harus berupaya mengenal pasti serangga perosak dan jenis penyakit keledak supaya tindakan pencegahan dan kawalan dapat dilakukan dengan segera. Selain itu, penggunaan bahan tanaman yang sihat dan bebas penyakit juga adalah penting dalam mengurangkan risiko kerosakan keledak pada peringkat penanaman.

### **Tumbesaran dan hasil umbisi**

Hasil ubi keledak boleh dituai bermula sekitar 90 hari selepas keratan ditanam di dalam polibeg (*Gambar 3*). Prestasi kutipan hasil yang boleh dicapai oleh pengusaha ialah 2.6 kg/pokok. Kemanisan ubi yang dihasilkan pula ialah 11 – 12 °Brix. Manakala, perbandingan penanaman keledak secara konvensional memperoleh purata hasil ubi keledak sekitar 850 g/pokok dengan kemanisan 8 – 10 °Brix. Teknologi penanaman keledak secara fertigasi terbukti dapat meningkatkan hasil ubi keledak sehingga tiga kali ganda serta rasa kemanisan ubi berbanding dengan penanaman secara konvensional. Prestasi ini haruslah dicapai bagi memastikan pengusaha mendapat modal pelaburan dalam masa yang singkat. Walau bagaimanapun, hasil yang melebihi prestasi minimum ini boleh diperolehi dengan pengurusan tanaman yang betul dan cekap.



*Gambar 3. Hasil ubi keledak yang diperolehi daripada sistem fertigasi*

Kerja-kerja mengutip hasil boleh dilakukan menggunakan buruh kontrak tempatan dengan bayaran upah harian. Ubi yang telah dituai akan digred sebelum dipasarkan. Batang dan daun akan dipotong dan diasingkan daripada polibeg. Polibeg keledak dialihkan ke bangsal atau tempat yang redup pada awal pagi ataupun petang. Ubi akan dikeluarkan daripada polibeg dan dicuci dalam keadaan persekitaran yang redup. Ini bertujuan untuk mengelakkan kehilangan kandungan air yang boleh menyebabkan keledak

menjadi kecut. Ubi yang telah dibasuh dimasukkan ke dalam bakul plastik. Kutipan harus dibawa dengan secepat mungkin ke tempat pengumpulan atau rumah pembungkusan untuk operasi penyediaan yang seterusnya. Ini bagi mengelakkan pendedahan yang lama atau cuaca panas yang boleh mengecutkan ubi. Jenis pengangkutan yang digunakan bergantung pada muatan dan jarak perjalanan ke tempat pengumpulan. Pengendalian lepas tuai yang teratur bagi keledak amatlah penting untuk mengawal kerosakan dan kemerosotan mutu kualiti ubi keledak. Mutu dan harga pasaran keledak boleh menurun akibat jangkitan kulat, kehilangan air (kecut dan berkedut) dan juga percambahan tunas.

#### **Pengurusan sisa tanaman**

Jangka hayat tanaman atau hasil tuaian keledak secara fertigasi adalah sekitar 90 hari. Sisa tanaman selepas tuaian keledak termasuk pokok bersama akar dicabut keluar daripada polibeg dan dimusnahkan. Kemudian, kawasan projek dibersihkan. Kawasan projek penanaman perlu direhatkan dengan mengosongkan kawasan tanpa sebarang aktiviti penanaman selama dua minggu sebelum aktiviti penyemaian penanaman baharu dilakukan. Proses merehatkan kawasan dapat mengelakkan plot penanaman daripada menjadi kawasan timbunan penyakit dan perosak.

#### **Analisis ekonomi**

Analisis ekonomi telah dijalankan untuk memperoleh kos pengeluaran dan daya maju projek keledak secara fertigasi sekiranya projek ini dijalankan. Kos pengeluaran diperolehi dengan melibatkan beberapa andaian (*Jadual 2*) iaitu jumlah polibeg yang terlibat adalah sebanyak 1,000 polibeg dengan anggaran pengeluaran purata hasil 2.6 kg/polibeg sebanyak tiga pusingan setahun. Tempoh pusingan tanaman ialah 3 bulan dengan kerosakan lepas tuai 10% dan harga jualan ladang RM1.80 – RM3.50 sekilogram mengikut varieti, gred dan musim.

Jadual 2. Andaian pengeluaran tanaman keledak secara fertigasi

Andaian	
Jumlah polibeg keledak	1,000 polibeg
Anggaran pengeluaran purata (kg/polibeg)	2.6
Tempoh pusingan tanaman (bulan)	3
Bilangan pusingan (tahun)	3
Kerosakan lepas tuai	10%
Harga jualan ladang (RM/kg)	RM1.80/kg

Anggaran kos tetap atau kos pelaburan awal yang terlibat ialah RM30,125 meliputi peralatan dan bahan yang terlibat untuk sistem fertigasi serta beberapa peralatan yang lain. Kos pengeluaran tanaman fertigasi keledak ialah RM0.93 sekilogram berdasarkan andaian-andaian seperti di atas.

Analisis daya maju projek (*Jadual 3*) menunjukkan indikator daya maju projek yang memberangsangkan iaitu nilai kini bersih (NPV), kadar pulangan dalaman, tempoh pulang modal dan nisbah faedah kos bagi penanaman keledak di bawah struktur pelindung hujan dan secara fertigasi terbuka.

Jadual 3. Analisis daya maju projek pengeluaran keledak secara fertigasi dengan kapasiti 1,000 polibeg

Perkara	Penanaman fertigasi di bawah struktur pelindung hujan (SPH)	Fertigasi terbuka
Musim penanaman setahun	3	3
Kos pembangunan (RM)	30,125.00	17,125.00
Kos operasi tahunan (RM)	3,400.00	4,246.00
Kos pengeluaran (RM/Kg)	0.93	0.90
Pendapatan tahunan (RM)	12,636.00	8,748
Nilai kini bersih (NPV) (10%) (RM)	23,651.00	17,932
Pulangan kadar dalaman (IRR) (%)	28	33
Tempoh pulang modal (tahun)	3.27	2.83
Nisbah faedah kos (BCR)	1.65	1.74

### Kesimpulan

Pakej teknologi penanaman keledak secara fertigasi terbukti dapat meningkatkan tumbesaran dan hasil ubi keledak. Pengeluaran keledak boleh dijalankan berulang kali dan berterusan di tapak projek yang sama dapat menyingkirkan kos penyediaan tanah yang berulang pada kaedah penanaman secara konvensional, sekali gus melestarikan alam sekitar. Teknologi penanaman keledak secara fertigasi terbukti dapat meningkatkan hasil ubi keledak sehingga tiga kali ganda berbanding dengan penanaman secara konvensional. Penanaman keledak secara fertigasi dapat dijadikan pilihan alternatif kepada pengusaha kerana menguntungkan dan mempunyai daya maju ekonomi. Ini sekali

gus dapat mengurangi kebergantungan negara terhadap import keledak dan meningkatkan nisbah sara diri negara bagi komoditi ini.

### **Bibliografi**

- Akram, M., Ibrahim Shah, M., Mohiuddin, E., Abdul Sami, A.M., Ali Shah, S.M., Khalil, A. dan Ghazala, S. (2011). *Zingiber officinale* Roscoe (A medicinal plant). *Pakistan Journal of Nutrition* 10(4): 399 – 400
- De Rijck, G. dan Schrevels, E. (1998). Distribution of nutrient and water in rockwool slabs. *Scientia Hort.* 72: 277 – 285
- Verdonck, O., Penninck, R. dan De Boodt, M. (1983). The physical properties of horticultural substrates. *Acta Hort.* 150: 155 – 160
- Whipps, J.M. (1992). Status of biological disease control in horticulture. *Biocontrol Science and Technology* 2: 3 – 24
- Yaseer Suhaimi, M., Mohamad, A.M. dan Mahamud, S. (2009). Planting containerized ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) using fertigation. *Proc. of 20th Malaysian Society of Plant Physiology Conference.* 24 – 26 Julai 2009, Port Dickson, m.s. 10 – 11. Malaysian Society of Plant Physiology (MSPP)

### **Ringkasan**

*Ipomoea batatas* atau keledak ialah tumbuhan yang mempunyai nilai nutrisi dan komersial yang tinggi. Penanaman keledak secara konvensional memberikan hasil ubi yang rendah dan masih bergantung kepada import bagi memenuhi permintaan di dalam negara. Justeru, pakej teknologi penanaman keledak secara fertigasi dibangunkan sebagai kaedah alternatif untuk meningkatkan hasil tanaman. Penanaman keledak secara fertigasi menggunakan 100% habuk sabut kelapa dan formulasi baja fertigasi untuk keledak. Penggunaan kaedah ini juga dapat meningkatkan tumbesaran pokok dan hasil ubi keledak (2.6 kg/pokok secara fertigasi) sehingga tiga kali berbanding dengan kaedah penanaman konvensional tanah (850 g/pokok). Penanaman keledak secara fertigasi boleh menjadi pilihan alternatif kepada pengusaha kerana ia menguntungkan dan mempunyai daya maju ekonomi.

### **Summary**

*Ipomoea batatas* or sweet potatoes are plants that have high nutritional and commercial value. Conventional sweet potato cultivation gives low yields and still depends on imports to meet domestic demand. Therefore, sweet potato cultivation using fertigation system was developed as an alternative method to increase crop yield. The use of this method able to increase plant growth and yield of sweet potato (2.6 kg/plant using fertigation system) up to three times compared to soil conventional method (850 g/plant). Sweet potato planting using fertigation system can an alternative option for agro entrepreneurs because it is profitable and has shown economic viability.



**Pengarang**

Yaseer Suhaimi Mohd (Dr.)

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: ysuhaimi@mardi.gov.my

Izyani Raship, Noor Ismawaty Nordin, Razean Haireen Mohd Razali (Dr.), Siti Nurzahidah Zainal Abidin, Muhammad Faidhi Tawhid, Zakry Al-Asyraf Abdul Latif, Fatin Nurliyana Ahmad, Noor Safura Samsudin, Hanim Ahmad (Dr.) dan Mazidah Mat (Dr.)

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

Rawaida Rusli

Pusat Penyelidikan Sosio Ekonomi, Risikan Pasaran dan Agribisnes

Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM

43400 Serdang, Selangor

Nur Khairani Abu Bakar dan Tang Swee Bee,

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, MARDI Bachok, Kampung Aur, Mukim Jalan  
Kandis, 16310, Kelantan