

Penghasilan bahan tanaman keledak bebas penyakit menggunakan sistem aeroponik

(Production of disease-free sweet potato planting materials using an aeroponic system)

Yaseer Suhaimi Mohd, Faizah Salvana Abd Rahman, Nur Khairani Abu Bakar, Noor Camellia Noor Alam dan Rawaida Rusli

Kata kunci: keledak, bahan tanaman, keratan, sistem aeroponik, hidroponik

Pengenalan

Keledak (*Ipomoea batatas*) merupakan tanaman umbisi daripada keluarga Convolvulaceae yang berasal dari bahagian tropika benua Amerika. Keledak adalah sejenis tanaman menjalar di atas tanah serta menghasilkan ubian yang berkhasiat tinggi. Dari segi pemakanan, ubi keledak kaya dengan karbohidrat, vitamin A, kalium dan pelbagai zat penting. Tanaman ini merupakan salah satu makanan ruji di beberapa negara selain gandum, beras, jagung, barli, ubi kentang dan ubi kayu. Ubi keledak terhasil di dalam tanah mempunyai pelbagai saiz dan warna bergantung kepada varieti keledak. Di Malaysia, pelbagai varieti keledak ditanam mengikut keperluan pasaran, antaranya Gendut, VitAto, Cina, Ungu, Telong, Jalomas dan Lembayung. Tanaman keledak diusahakan secara kecil-kecilan sehingga berskala komersial sederhana untuk pasaran segar.

Penanaman keledak biasanya menggunakan keratan batang atau pucuk sebagai bahan tanaman atau benih. Keratan keledak diambil daripada ladang apabila tanaman berusia 75 hari ke atas. Namun begitu, tanaman keledak di ladang pengeluaran terdedah kepada risiko serangan penyakit dan serangga perosak, menjadikan tanaman di ladang tidak bebas penyakit. Ini menyebabkan penggunaan bahan tanaman keratan keledak yang diambil dari ladang pengeluaran berisiko meningkatkan penyebaran penyakit dalam kalangan pengusaha keledak. Antara penyakit utama menyerang tanaman keledak di ladang ialah *Fusarium* dan reput lembut bakteria, sekali gus menjejaskan produktiviti hasil. Masalah mendapatkan bahan tanaman berkualiti menyebabkan produktiviti keledak negara masih rendah, di mana pengeluaran keledak ialah 13 – 19 t/ha berbanding dengan sasaran 25 t/ha. Kadar sara diri negara bagi komoditi keledak juga menurun kepada 62.4% pada tahun 2023 berbanding dengan 73.5% pada tahun 2022.

Justeru, satu pembaharuan dalam amalan agronomi diperlukan bagi memastikan bekalan bahan tanaman berkualiti tinggi dan bebas penyakit. Penggunaan sistem aeroponik untuk menghasilkan bahan tanaman telah terbukti berkesan di beberapa negara seperti Amerika Syarikat, Belanda dan Jepun. Bahan tanaman keledak yang bebas penyakit dapat meningkatkan produktiviti keledak. MARDI telah mengambil pendekatan yang sama dalam menghasilkan bahan tanaman

keledek berkualiti dan bebas penyakit dengan membangunkan satu sistem aeroponik berkos rendah. Pengeluaran bahan tanaman keledek secara aeroponik ini mengambil kira keberkesanan sistem dan kos efektif pada skala pengeluaran massa.

Struktur pelindung hujan

Pelbagai jenis sayur dan bunga kini ditanam di bawah struktur pelindung hujan (SPH) bagi mengurangkan risiko serangan penyakit akibat hujan, seperti *Fusarium* dan penyakit reput lembut bakteria. SPH dengan jaring kalis serangga boleh digunakan untuk tanaman keledek secara aeroponik. SPH amat diperlukan bagi memberi kesan lindungan kepada tanaman ini akibat kelembapan tinggi terutamanya pada musim hujan. SPH dengan jaring kalis serangga dapat mengurangkan kelembapan udara kerana peredaran udara pada bawah struktur tidak terganggu. SPH sesuai bagi pengeluaran bahan tanaman keledek merangkumi bumbung diperbuat daripada plastik polietilena lut sinar, berkerangka besi tergalvani berukuran 33 m × 6 m × 2.4 m dan jaring kalis serangga 32 mesh. Tapak pembinaan SPH perlu diratakan agar pengagihan larutan baja secara semburan kabus dapat dilakukan dengan sempurna serta jumlah larutan baja diberikan kepada pokok menjadi sekata. Penggunaan SPH berkerangka kayu dianggarkan 30% lebih murah berbanding dengan kos SPH berkerangka besi tergalvani.

Sistem aeroponik

MARDI telah membangunkan sistem aeroponik berkos rendah bawah Rancangan Malaysia Kedua Belas (RMK-12). Sistem aeroponik terdiri daripada tangki air baja, pam air 2 HP dengan H/max 24 m, penapis air, paip poli, penyembur kabus (*misting*) berkapasiti 2 L/jam dan kebuk aeroponik. Kebuk aeroponik merupakan komponen utama dalam sistem aeroponik (*Gambar 1*). Kebuk aeroponik terdiri daripada bekas tumbesaran (*growth container*), sistem pengairan kabus, polisterin dan tiang sokongan. Kebuk aeroponik diperbuat daripada gentian kaca (*fibre glass*) berukuran 90 cm lebar × 300 cm panjang × 90 cm tinggi. Penggunaan gentian kaca sebagai takung hidroponik akan meningkatkan kos pembangunan projek, tetapi ia lebih tahan lama untuk jangka masa panjang. Tiang sokongan dengan ketinggian 150 cm diperbuat daripada besi tergalvani (*G.I Steel*) dan jaring *nylon* dipasang bersama-sama kebuk aeroponik bagi menyokong tumbesaran pokok keledek. Sistem pengairan kabus dipasang di dalam kebuk aeroponik. Sistem pengairan kabus ini terdiri daripada polipaip 16 mm, penyambung 16 mm dan penyembur kabus lima outlet. Penyembur kabus dipasang pada jarak 0.3 m setiap satu dan satu kebuk aeroponik mempunyai dua baris polipaip dengan jumlah 20 unit penyembur kabus. Polisterina disusun rapat sehingga menutup keseluruhan kebuk aeroponik. Lubang tanaman dengan diameter 1.6 cm dengan jarak 17 cm setiap satu dibuat pada polisterina. Jumlah kepadatan tanaman ialah 80 pokok bagi setiap kebuk aeroponik.



Gambar 1. Sistem aeroponik untuk penghasilan bahan tanaman keledek

Penanaman

Bahan tanaman yang digunakan bagi menghasilkan pokok induk (*mother plant*) ialah ubi keledek yang dituai pada usia 110 hari. Ubi keledek direndam dalam larutan kuprum (5 mL/10 L air) selama 20 minit. Kemudiannya akan ditanam dalam medium tanaman habuk sabut kelapa (*cocopeat*). Selepas 21 hari, ubi keledek akan bercambah menghasilkan 3 – 5 pucuk. Pada peringkat ini tanaman dipantau bagi sebarang simptom serangan penyakit dan perosak. Selepas pokok keledek berusia 35 hari pucuk keledek dipotong untuk dijadikan bahan tanaman atau pun keratan keledek. Keratan batang keledek sepanjang 30 cm mempunyai 3 – 5 ruas digunakan sebagai bahan tanaman asas bagi penanaman keledek secara aeroponik. Sebelum ditanam, keratan keledek akan dirawat dengan racun kulat (Benomyl: 30 g/20 L air) serta larutan kuprum (10 mL per 20 L air). Daun dan tunas sisi pada keratan dibuang dengan hanya ditinggalkan daun pada pucuk utama sahaja. Keratan batang diapit dengan span basah yang bertindak sebagai medium percambahan dimasukkan ke dalam lubang tanaman pada polisterina. Keratan keledek berukuran 15 cm perlu dipastikan berada di bawah polisterina, manakala 15 cm lagi berada di bahagian atas polisterina kebuk aeroponik (*Gambar 2*). Kebiasaannya, aktiviti menanam keratan keledek ke dalam kebuk aeroponik dilakukan pada waktu petang bagi mengurangkan tekanan (*stress*) kepada bahan tanaman tadi. Selepas selesai kerja-kerja menanam keratan keledek ke dalam takung aeroponik, air tanpa baja disemburkan selama dua minit (kadar penyembur kabus pada kadar 2 L per jam) sekali dengan selang masa setiap 30 minit bermula jam 8.00 pagi sehingga 5.00 petang. Air tanpa baja disembur selama 3 hari bagi menggalakkan proses pertumbuhan akar pada keratan. Selepas keratan berakar atau pada hari keempat pokok keledek disembur dengan air baja.



Gambar 2. Keledek berusia dua minggu di dalam sistem aeroponik

Keperluan pembajaan

Tumbuh-tumbuhan memerlukan 16 unsur nutrien untuk tumbesaran sempurna yang dibahagikan kepada unsur makro iaitu unsur yang diperlukan dengan kuantiti banyak dan unsur mikro iaitu unsur yang diperlukan dalam kuantiti sedikit. Unsur makro termasuklah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosforus (P), 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 ia diperlukan dan sangat penting bagi tumbesaran dan kesuburan tanaman.

Baja cecair bagi penghasilan bahan tanaman atau keratan keledek terbahagi kepada dua bahagian iaitu stok A dan B. Formulasi baja daun MARDI yang merangkumi kesemua unsur nutrien lengkap diperlukan oleh tanaman bagi menggalakkan pertumbuhan vegetatif digunakan dalam sistem aeroponik ini (*Jadual 1*). Baja ditimbang berasingan dan dilarutkan di dalam air bersih satu per satu. 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 untuk dicairkan ke dalam tangki larutan baja apabila diperlukan. Tanaman keledek memerlukan larutan nutrien dengan kepekatan tertentu pada peringkat vegetatif bagi meningkatkan pertumbuhan pucuk yang akan digunakan sebagai keratan atau pun bahan tanaman. Kepekatan ion dalam larutan nutrien yang digunakan untuk menentukan tahap kepekatan baja diukur menggunakan meter konduktiviti elektrik (EC). Unit ukuran konduktiviti elektrik biasanya dinyatakan dalam microsiemens per sentimeter ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Penentuan EC dilakukan setiap kali bancuhan dibuat atau apabila pertukaran EC diperlukan sekurang-kurangnya sekali seminggu. Bagi tanaman keledek bertujuan untuk penghasilan bahan tanaman, EC yang disyorkan ialah dalam julat 2,000 – 2,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Kepekatan baja ini dikekalkan sepanjang penghasilan bahan tanaman.

Kekerapan semburan air baja pada sistem aeroponik boleh mencapai 20 kali sehari (*Gambar 3*). Faktor penting dalam penanaman secara aeroponik ialah aras keasidan larutan nutrien yang dinamakan pH. Bagi tanaman keledak dalam sistem aeroponik, julat pH larutan nutrien yang disyorkan adalah sama seperti tanaman lain seperti cili, tomato atau melon, iaitu antara 5.5 – 6.5. Nilai pH dapat ditentukan dengan meter pH atau kertas litmus.

Jadual 1. Komposisi baja daun MARDI

Unsur nutrien	Komposisi (%)
Baja A	
Kalsium (Ca)	14
Nitrogen (N)	12
Kalium (K)	5
Zat besi (Fe)	1.5
Baja 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



Gambar 3. Semburan kabus di dalam kebuk aeroponik

Pengeluaran keratan keledak

Sistem aeroponik dapat menghasilkan 52 keratan per meter persegi berbanding dengan kaedah konvensional yang hanya menghasilkan 12 keratan (*Gambar 4*), iaitu peningkatan sebanyak empat kali ganda. Penggunaan sistem aeroponik dengan keluasan 1 m × 3 m dengan kepadatan tanaman 80 pokok mampu menghasilkan 300 keratan sebulan. Prestasi bahan tanaman keledak daripada sistem aeroponik telah diuji di lapangan menggunakan sistem penanaman secara fertigasi, hidroponik *ebb-flow* dan konvensional (atas tanah). Data menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan antara sumber bahan tanaman daripada sistem aeroponik dan konvensional (ladang) terhadap hasil ubi (*Jadual 2*). Tiada kerosakan akibat penyakit reput lembut bakteria dilaporkan dalam ketiga-tiga sistem penanaman bagi sumber bahan tanaman daripada sistem aeroponik. Manakala tanaman daripada sumber bahan tanaman ladang menunjukkan tahap jangkitan reput lembut bakteria sebanyak 12%. Penggunaan bahan tanaman daripada sistem aeroponik dapat mengelakkan risiko penyakit yang dipindahkan melalui keratan (*Gambar 5*).

Jadual 2. Penilaian prestasi sumber bahan tanaman keledak daripada sistem aeroponik dan ladang menggunakan sistem fertigasi, hidroponik dan konvensional tanah

Sumber bahan tanaman	Berat ubi keledak per pokok (g)		
	Fertigasi	Hidroponik <i>ebb-flow</i>	Konvensional tanah
Aeroponik	1,100	850	550
Ladang	980	870	560



Gambar 4. Proses memotong keratan keledak untuk dijadikan bahan tanaman



Gambar 5. Bahan tanaman keledak daripada sistem aeroponik

Kawalan penyakit dan serangan perosak

Penggunaan sumber keratan daripada pokok induk (*mother plant*) yang bebas penyakit dan perosak dapat memastikan bahan tanaman yang dihasilkan berkualiti dan sihat. Penghasilan bahan tanaman keledak menggunakan sistem aeroponik yang dilaksanakan di dalam SPH berjaring kalis serangan dapat meminimumkan serangan perosak. Walau bagaimanapun, pemantauan secara berkala terhadap simptom serangan perosak wajib dilakukan dan kawalan dilakukan apabila perlu dengan mengutamakan racun organik. Antara serangan

perosak utama tanaman keledek ialah ulat ratus (*Spodoptera* sp.) dan kumbang belalai (*Cylas formicarius*). Selain itu, tanaman keledek boleh dijangkiti penyakit layu bakteria dan bintik daun *Curvularia*. 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. Pelaksanaan amalan kultur dan fizikal yang baik seperti pembersihan kawasan penanaman daripada sisa-sisa tanaman berpenyakit dapat mengurangkan risiko jangkitan. Pengusaha perlu sentiasa menjaga tanaman daripada serangan serangga perosak dan jangkitan penyakit. Sebaiknya pengusaha harus berupaya mengenal pasti serangga perosak dan jenis penyakit keledek supaya tindakan pencegahan dan kawalan dapat dilakukan dengan segera.

Analisis ekonomi pengeluaran

Kajian analisis ekonomi pengeluaran dilaksanakan dengan andaian parameter teknikal dan ekonomi untuk pengeluaran keratan keledek menggunakan 10 sistem kebuk aeroponik bersaiz 1 m × 3 m di bawah struktur pelindung hujan (SPH) dengan keluasan 6 m × 30 m dengan kapasiti *mother plant* sebanyak 800 pokok (1 kebuk aeroponik = 80 pokok). Kos pelaburan bagi membangunkan SPH dan sistem aeroponik ialah RM39,260. Manakala kos operasi tahunan pula adalah sebanyak RM2,512. Analisis ekonomi pengeluaran dilaksanakan berdasarkan tiga senario harga jualan keratan berbeza iaitu RM0.30, RM0.50 dan RM1.00 bagi setiap keratan (*Jadual 3*). Analisis ekonomi pengeluaran bagi penghasilan bahan tanaman menggunakan sistem aeroponik menggunakan varieti keledek bernilai tinggi seperti Lembayung dan VitAto dengan harga bahan tanaman di pasaran sekitar RM0.30 per keratan menunjukkan projek pengeluaran bahan tanaman keledek adalah berdaya maju. Walau bagaimanapun, harga jualan RM0.50 per keratan dapat mempercepatkan tempoh pulangan modal projek kepada 2.52 tahun berbanding dengan harga RM0.30 yang mengambil masa 4.69 tahun. Harga pasaran keledek premium seperti keledek Jepun Beni Hanuka yang mencecah RM1.00 per keratan menunjukkan Kadar Pulangan Dalaman (IRR) dan tempoh pulangan modal di bawah dua tahun. Analisis ekonomi pengeluaran menunjukkan pengeluaran bahan tanaman keledek bebas penyakit secara aeroponik merupakan projek yang berdaya maju dan boleh menjadi kaedah alternatif dalam penghasilan bahan tanaman keledek.

Jadual 3. Penilaian ekonomi pengeluaran bahan tanaman keledak secara aeroponik

Perkara	Senario 1 (Andaian harga keratan: RM0.30)	Senario 2 (Andaian harga keratan: RM0.50)	Senario 3 (Andaian harga keratan: RM1.00)
Analisis kos pengeluaran			
Purata kos pengeluaran bahan (RM/keratan)	0.25	0.25	0.25
Purata keuntungan bahan tanaman (RM/keratan)	0.05	0.24	0.74
Purata keuntungan bahan tanaman (RM/bulan)	117.66	717.66	2,217.66
Purata titik pulang modal (keratan)	81,385	36,289	15,216
Daya maju projek (Projek diunjurkan selama 10 tahun)			
Nilai Kini Bersih (NPV) @ 10%	10,777	50,996	151,544
Kadar Pulangan Dalaman (IRR)	17%	38%	85%
Nisbah Faedah Kos (BCR)	1.34	2.23	4.46
Tempoh Pulang Modal (Tahun)	4.69	2.52	1.17

Kesimpulan

Amalan penghasilan bahan tanaman keledak secara keratan di ladang sering mendedahkan bahan tanaman kepada penyakit seperti reput lembut bakteria. Amalan ini juga merupakan punca utama pemindahan penyakit daripada satu ladang ke ladang lain. Penghasilan bahan tanaman atau keratan keledak secara aeroponik dapat menghasilkan bahan tanaman berkualiti dan bebas penyakit. Penggunaan sistem aeroponik berkos rendah dapat menjadikan pengeluaran bahan tanaman keledak ini lebih ekonomik. Penggunaan sistem aeroponik dengan keluasan 1 m × 3 m dengan kepadatan tanaman sebanyak 80 pokok dapat memberikan 300 keratan sebulan. Analisis ekonomi pengeluaran menunjukkan projek penghasilan keratan keledak secara ekonomi adalah berdaya maju pada harga jualan RM0.30 – RM1.00 per keratan dengan tempoh pulangan modal antara 1.17 – 4.69 tahun.

Penghargaan

Penghargaan dan terima kasih kepada Pusat Penyelidikan Tanaman Industri serta kepada mereka yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam penyelidikan dan penghasilan artikel Buletin Teknologi MARDI ini. Penulis ingin menyampaikan penghargaan kepada MARDI atas peruntukan projek pembangunan varieti, teknologi dan produk nilai tambah bagi tanaman ladang (kelapa, keledak, kopi dan tanaman berfungsi) (P-507) yang telah disalurkan.

Bibliografi

- Akram, M., Ibrahim Shah, M., Mohiuddin, E., Abdul Sami, A. M., Ali Shah, S. M., Khalil, A., & Ghazala, S. (2011). *Zingiber officinale* Roscoe (A medicinal plant). *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(4), 399–400.
- De Rijck, G., & Schrevens, E. (1998). Distribution of nutrient and water in rockwool slabs. *Scientia Hort.*, 72, 277–285.
- Verdonck, O., Penninck, R., & 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., & 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).
- Yaseer Suhaimi, M., Mohamad, A. M., & Omar, T. (2013). Teknologi penanaman cili padi secara fertigasi berasaskan tanah. *Buletin Teknologi MARDI*, Bil. 4, 23–27.
- Yaseer Suhaimi, M. (2020). Penanaman timun secara fertigasi berasaskan tanah. *Buletin Teknologi MARDI*, Bil. 18, 99–104.
- Yaseer Suhaimi, M. (2020). Penanaman pisang secara fertigasi berasaskan tanah. *Buletin Teknologi MARDI*, Bil. 18, 77–82.

Ringkasan

Amalan penghasilan bahan tanaman keledak secara keratan di ladang sering mendedahkan bahan tanaman kepada penyakit seperti reput lembut bakteria. Amalan ini juga merupakan punca utama pemindahan penyakit daripada satu ladang ke ladang yang lain. Justeru, satu kaedah pengeluaran bahan tanaman keledak yang dapat menghasilkan keratan berkualiti dan bebas penyakit diperlukan. Amalan konvensional penghasilan bahan tanaman keledak adalah dengan mengambil keratan di ladang apabila tanaman berusia 2.5 bulan manakala dengan menggunakan sistem aeroponik kos rendah ini keratan keledak dapat diperoleh seawal sebulan selepas tanam. Sistem aeroponik dapat menghasilkan 52 keratan pada keluasan satu meter per segi berbanding dengan kaedah konvensional 12 keratan. Ini menunjukkan peningkatan sebanyak empat kali ganda berbanding dengan kaedah konvensional. Penggunaan sistem aeroponik dengan keluasan 1 m × 3 m dengan kepadatan tanaman 80 pokok dapat memberikan 300 keratan setiap bulan. Data menunjukkan keratan benih daripada sistem aeroponik adalah setanding dengan keratan benih daripada ladang. Penggunaan bahan tanaman daripada sistem aeroponik dapat mengurangkan risiko penyakit dipindahkan melalui keratan. Analisis ekonomi pengeluaran bagi penghasilan

bahan tanaman menggunakan sistem aeroponik menggunakan varieti keledek bernilai tinggi seperti Lembayung dan VitAto dengan harga bahan tanaman di pasaran sekitar RM0.30 per keratan menunjukkan projek pengeluaran bahan tanaman keledek adalah berdaya maju.

Summary

The practice of producing sweet potato planting materials through vine cuttings in the field often exposes the planting materials to diseases such as bacterial soft rot. This practice is also a major cause of disease transmission from one field to another. Therefore, a method for producing sweet potato planting materials that can yield high-quality and disease-free cuttings is needed to ensure the production of high-quality, disease-free sweet potato planting materials. The conventional practice for producing planting materials involves taking cuttings from the field when the crop is 2.5 months old. In contrast, using a low-cost aeroponic system enables cuttings to be obtained as early as one month after planting. The aeroponic system can produce 52 cuttings per square metre compared to 12 cuttings using the conventional method, representing a fourfold increase. Using an aeroponic system with an area of 1 m × 3 m and a planting density of 80 plants can yield 300 cuttings per month. Data indicate that cuttings from the aeroponic system are comparable to those from the field. Additionally, using cuttings from the aeroponic system can reduce the risk of disease transmission through planting materials. An economic analysis of production using the aeroponic system with high-value sweet potato varieties such as Lembayung and VitAto, with seedling prices in the market around RM0.30 per cutting, indicates that the project for producing sweet potato planting materials is economically viable.

Pengarang

Yaseer Suhaimi Mohd (Dr.)

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: ysuhaimi@mardi.gov.my

Faizah Salvana Abd Rahman, Nur Khairani Abu Bakar dan Noor Camellia Noor Alam

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Rawaida Rusli

Pusat Penyelidikan Sosio Ekonomi, Risiko Pasaran dan Agribisnes

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