

Mekanisasi pengurusan jalaran daun bagi meningkatkan kecekapan operasi penuaian ubi keledek di tanah BRIS

(Mechanisation of leaves vein management to improve the efficiency of sweet potato harvesting in BRIS area)

Wan Mohd Aznan Wan Ahamad, Anuar Abdullah, Nurul Afza Karim, Mohd Nur Hafiz Mat Azmin, Khairul Idzwan Ayub dan Mohd Fadly Abdull Rasid

Pengenalan

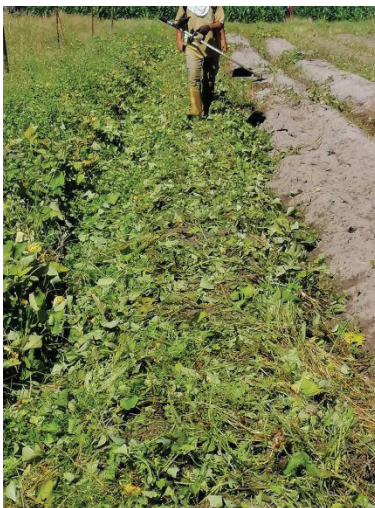
Ubi keledek (*Ipomoea batatas L. Lam*) merupakan antara tanaman utama yang ditanam di kawasan tanah *Beach Ridges Interspersed with Swales* (BRIS) selain daripada tembikai dan labu. Pengeluaran ubi keledek di Malaysia pada tahun 2021 adalah sebanyak 53,614 tan metrik dengan keluasan bertanam sebanyak 3,129 hektar. Antara negeri pengeluar utama ubi keledek pada tahun 2021 ialah Perak, Kelantan dan Selangor masing-masing sebanyak 33,476 tan metrik, 10,946 tan metrik dan 3,458 tan metrik. Pengeluaran terbesar ubi keledek di Kelantan adalah dari kawasan tanah BRIS yang terletak di daerah Bachok dengan pengeluaran hasil sebanyak 8,995 tan metrik atau 16.7% daripada jumlah pengeluaran ubi keledek di Malaysia pada tahun 2021 (Booklet Statistik Tanaman, 2022).

Di Malaysia, jumlah keluasan tanah BRIS ialah 121,405.98 hektar yang merangkumi kawasan pesisir pantai negeri Kelantan, Terengganu dan Pahang. Terengganu mempunyai jumlah keluasan tanah BRIS terbesar iaitu 55.7% daripada jumlah keluasan, diikuti oleh Pahang dan Kelantan masing-masing sebanyak 29.7% dan 14.6%. Penanaman ubi keledek di tanah BRIS boleh dilaksanakan mengikut amalan agronomi yang telah disyorkan oleh MARDI dan berupaya mengeluarkan hasil sehingga melebihi 28 t/ha yang merupakan sumber pendapatan kepada petani di kawasan tanah BRIS selepas tanaman tembakau tidak lagi dijadikan sebagai tanaman utama.

Sebelum ini, operasi pengeluaran ubi keledek di tanah BRIS dilaksanakan secara separa mekanisasi. Aktiviti penyediaan tanah dilaksanakan dengan menggunakan jentera manakala operasi penanaman, penjagaan tanaman dan penuaian adalah dilaksanakan secara manual. Penggunaan jentera untuk setiap fasa operasi pengeluaran ubi keledek bermula daripada aktiviti penyediaan tanah sehingga penuaian dapat meningkatkan kecekapan operasi dan pengeluaran ubi keledek dalam negara berbanding dengan kaedah pengeluaran secara manual. Pengurangan kadar kerosakan hasil tuaian juga dapat dikurangkan. Secara umumnya, kadar kehilangan lepas tuai bagi hasil pertanian di beberapa negara Asia-Pasifik adalah melebihi 15%.

Antara aspek yang terpenting dalam pengeluaran ubi keledek adalah semasa operasi penuaian. Kelewatan operasi penuaian akan menyebabkan hasil ubi keledek berisiko untuk rosak akibat serangan perosak seperti tikus dan serangan kumbang. Oleh yang demikian, penggunaan mesin untuk operasi penuaian amat diperlukan untuk memastikan hasil dapat dituai dengan cepat dan mudah. Aktiviti penuaian hasil ubi keledek secara mekanisasi juga berupaya meningkatkan kecekapan operasi. Penilaian operasi mesin menuai ubi keledek tanpa membuang jalar daun telah menyebabkan operasi penuaian tidak cekap dan menyumbang kepada peningkatan kadar kerosakan hasil tuaian. Oleh yang demikian, jalar daun ubi keledek perlu dibuang sebelum operasi penuaian dilaksanakan. Kebiasaannya, petani membuang jalar daun ubi keledek dengan menggunakan mesin rumput jenis sandang seperti *Gambar 1* bagi membolehkan aktiviti penuaian hasil dapat dilaksanakan secara mekanisasi. Kaedah ini dilihat tidak cekap serta mengambil masa yang lama iaitu 18 jam sehektar.

Selain itu, mesin rumput sangkutan traktor seperti dalam *Gambar 2* juga digunakan namun tidak berupaya membuang jalar daun secara menyeluruh dan memberi kesan kepada kadar kerosakan hasil. Operator traktor yang mahir diperlukan bagi mengawal kedudukan mata pemotong untuk mengelakkan kecederaan pada hasil ubi. Mesin ini hanya memotong jalar daun ubi keledek di bahagian atas batas sahaja dengan kadar kerja tiga jam sehektar. Bahagian jalar daun ubi keledek di kawasan tepi batas dan laluan traktor tidak dipotong dan dibersihkan. Jalar daun ini boleh menyebabkan tanah akan terkumpul dan tersumbat pada mata penggali mesin penuai. Ini menyebabkan, tanah yang mengandungi hasil ibu keledek ini tidak dapat dikaut oleh



Gambar 1. Pemotongan jalar daun ubi keledek menggunakan mesin rumput jenis sandang



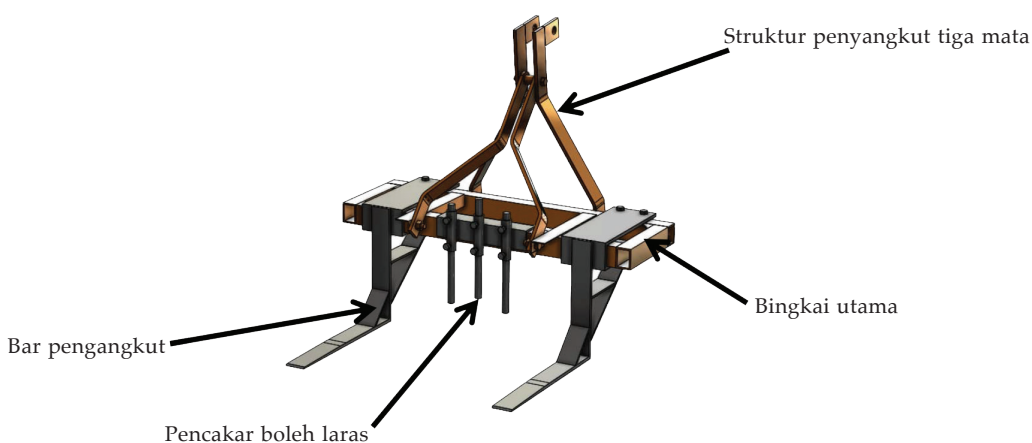
Gambar 2. Pemotongan jalar daun ubi keledek menggunakan mesin rumput sangkutan traktor

mekanisme pengangkut dan pengayak pada mesin penuai semasa operasi penuaian dilaksanakan. Keadaan ini boleh menyebabkan kerosakan pada hasil akibat ubi terpotong oleh mata penggali.

Oleh yang demikian, kaedah yang lebih cekap dan berkesan perlu dikaji untuk membuang jalar daun ubi keledek secara keseluruhan. Kaedah ini akan meningkatkan kecekapan operasi penuaian hasil menggunakan mesin menuai dan mengurangkan kadar kerosakan hasil tuaian dan seterusnya meningkatkan pendapatan para petani.

Pembangunan mekanisasi pengurusan jalaran daun ubi keledek

Mekanisasi pengurusan jalaran daun ubi keledek dibangunkan secara sistematik bermula dengan mengenal pasti masalah yang dihadapi semasa operasi penuaian menggunakan mesin. Reka bentuk mekanisme ini telah dibuat dengan memberi fokus kepada konsep untuk membuang jalar daun ubi keledek di atas batas dan lorong di antara batas. Perisian *Autodesk Inventor* telah digunakan untuk menghasilkan reka bentuk mekanisme tiga dimensi sebelum kerja-kerja fabrikasi dilaksanakan. Teknologi yang dibangunkan ini dinamakan sebagai Cantastek seperti dalam *Gambar 3*. Penilaian implemen ini secara perbandingan dengan beberapa kaedah sedia ada yang sedang digunakan oleh para petani telah dilaksanakan.



Gambar 3. Komponen-komponen utama implemen Cantastek

Spesifikasi implemen membuang jalaran daun ubi keledek

Reka bentuk struktur implemen Cantastek dibuat dengan menggunakan bahan besi. Bingkai utama menggunakan besi segi empat sama berlubang dan bersaiz 1.5 inci. Manakala struktur penyangkut tiga mata difabrikasi menggunakan besi plat dengan ketebalan 0.5 inci. Pencakar boleh laras pula dibuat menggunakan rod besi padu berdiameter 1 inci bagi menahan daya yang kuat daripada jalar daun ubi keledek. Besi plat juga digunakan untuk

membuat bar pengangkut bagi menampung daya dan berat yang lebih tinggi. Spesifikasi teknikal dan senarai komponen bagi implemen Cantastek adalah seperti dalam *Jadual 1* dan *Jadual 2*.

Jadual 1. Spesifikasi teknikal implemen Cantastek

Parameter	Spesifikasi
Dimensi (P × L × T) (mm)	260 × 1,180 × 1,000
Lebar kerja (mm)	1,180
Berat (kg)	150

Jadual 2. Senarai komponen dan fungsi untuk implemen Cantastek

Komponen utama	Fungsi
Bingkai utama	Menyokong komponen-komponen berfungsi yang lain
Struktur penyangkut tiga mata	Menyambung implemen Cantastek ke traktor
Pencakar boleh laras	Mengaut jalar daun ubi keledek di atas batas
Bar pengangkut	Mengaut dan mengumpul jalar daun ubi keledek di lorong batas

Penilaian fungsi dan prestasi implemen membuang jalaran daun ubi keledek

Implemen Cantastek telah melalui dua fasa penilaian iaitu penilaian fungsi dan prestasi selepas kerja-kerja fabrikasi dilengkapkan. Keputusan penilaian fungsi terhadap implemen ini telah mempamerkan keupayaannya untuk membuang jalar daun ubi keledek dengan berkesan seperti dalam *Gambar 4*.

Ia berupaya membersihkan batas daripada jalar daun ubi keledek dan mengumpulkannya untuk pelbagai kegunaan seperti makanan ternakan atau kompos. Kaedah ini dapat mengurangkan masa membuang jalaran daun ubi keledek berbanding dengan kaedah menggunakan mesin rumput jenis sandang dan seterusnya meningkatkan kecekapan mesin menuai serta mengurangkan kadar kerosakan hasil.

Penilaian prestasi pembangunan implemen Cantastek dilihat berupaya membuang jalar daun ubi keledek secara berkesan dengan kadar 5 jam sehektar atau 0.20 hektar/jam iaitu tiga kali ganda lebih cepat berbanding dengan kaedah menggunakan mesin rumput jenis sandang. Kecekapan mesin menuai turut dinilai selepas operasi membuang jalar daun dilaksanakan dan mendapati 89% lebih tinggi berbanding dengan mesin rumput jenis sandang dan sangkutan traktor. Kadar kerosakan hasil juga menunjukkan pengurangan yang ketara selepas membuang jalar daun ubi keledek dengan menggunakan implemen Cantastek iaitu 4% sahaja berbanding dengan kaedah membuang jalar daun ubi

keledek menggunakan mesin rumput sangkutan traktor iaitu 7%. Pengurangan kadar kerosakan hasil tuaian sebanyak 3% dapat meningkatkan pengeluaran hasil ubi keledek dengan anggaran nilai sebanyak RM2.54 juta. Nilai penambahan hasil ini dapat dimanfaatkan oleh petani dan menyumbang kepada peningkatan pengeluaran ubi keledek dalam negara. Ringkasan prestasi penilaian implemen Cantastek berbanding dengan kaedah mesin rumput jenis sandang dan sangkutan traktor adalah seperti dalam *Jadual 3*.



Gambar 4. (a) Pembersihan jalan daun ubi keledek menggunakan implemen Cantastek dan (b) Jalan daun ubi keledek dikumpulkan untuk pelbagai kegunaan

Jadual 3. Ringkasan perbandingan bagi prestasi teknologi memotong dan membuang jalar daun ubi keledek

Perkara	Prestasi teknologi		
	Mesin rumput jenis sandang	Mesin rumput sangkutan traktor	Cantastek
Tempoh kerja sehektar, t (jam)	18	3	5
Kapasiti kerja ladang berkesan, EFC (hektar/ jam)	0.06	0.33	0.20
Kecekapan ladang mesin menuai ubi keledek selepas dipotong atau dibuang jalar daun ubi keledek (%)	82	80	89
Peratus kerosakan hasil semasa penuaian menggunakan mesin selepas dipotong atau dibuang jalar daun ubi keledek (%)	4	7	4

Analisis statistik prestasi implemen membuang jalaran daun ubi keledek

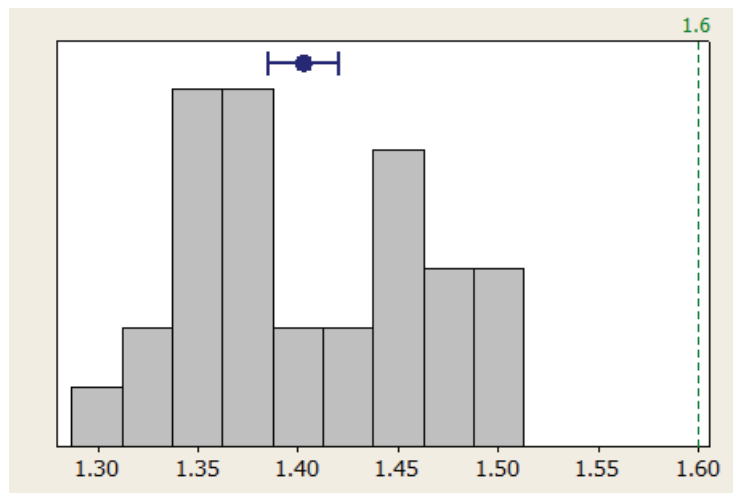
Prestasi kerja bagi implemen membuang jalaran daun ubi keledek telah dinilai bagi menentukan keupayaan sebenar implemen tersebut. Penilaian telah dilaksanakan untuk 30 batas penanaman dengan merekod masa kerja bagi menyiapkan aktiviti membuang jalaran daun ubi keledek pada kelajuan traktor 1.6 km/jam dengan kadar kerja teori sebanyak 0.24 hektar/jam. Analisis data kelajuan operasi dan kapasiti kerja melalui ujian 1-Sample t telah dilaksanakan dengan menggunakan perisian Minitab 16 berdasarkan kepada nilai selang keyakinan 95%. Ringkasan keputusan analisis tersebut adalah seperti dalam *Jadual 4*.

Berdasarkan kepada keputusan analisis yang diperoleh, kedua-dua parameter kajian menunjukkan perbezaan yang ketara berdasarkan kepada nilai *p-value* yang diperoleh. Graf taburan data untuk kedua-dua analisis tersebut adalah seperti dalam *Rajah 1* dan *Rajah 2*.

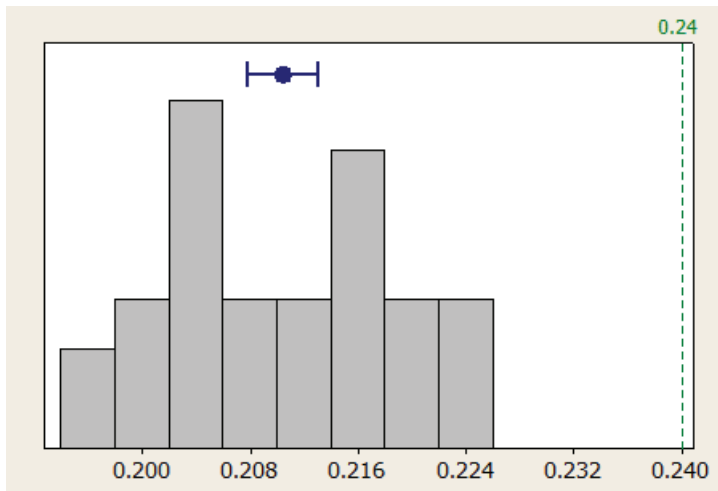
Jadual 4. Ringkasan keputusan analisis ujian 1-Sampel t

Parameter kajian	Purata	Sisihan piawai
Kelajuan operasi	1.403	0.056
Kapasiti kerja	0.210	0.008

Catatan: Nilai *p* untuk kedua-dua parameter kajian adalah lebih rendah daripada 0.05



Rajah 1. Graf distribution of data untuk kelajuan operasi



Rajah 2. Graf distribution of data untuk kapasiti kerja

Data kelajuan operasi purata untuk setiap batas adalah lebih rendah berbanding dengan data kelajuan traktor kerana pergerakan traktor adalah tidak konsisten disebabkan keadaan ladang dan pokok ubi keledek yang tidak seragam. Operator perlu mengawal pergerakan traktor semasa operasi membuang jalar daun ubi keledek dilaksanakan. Faktor ini turut mempengaruhi keputusan kajian kapasiti kerja yang menunjukkan perbezaan ketara berbanding dengan nilai kapasiti kerja teori.

Kelebihan dan impak implemen membuang jalaran daun ubi keledek

Penggunaan implemen Cantastek untuk membuang jalar ubi keledek berupaya meningkatkan prestasi semasa operasi penuaian hasil tanaman. Sebelum aktiviti penuaian hasil dilaksanakan, jalar daun ubi keledek perlu dibuang bagi memastikan mesin menuai dapat beroperasi secara lancar dan mencapai tahap kecekapan yang optimum.

Penanaman ubi keledek berskala besar memerlukan penggunaan teknologi mekanisasi yang efektif bagi memastikan hasil tanaman dituai mengikut tempoh matang secara sistematik untuk mengelakkan serangan penyakit dan perosak. Konsep membuang jalar daun ubi keledek yang lebih baik telah diaplikasi bagi mengelakkan kerosakan terhadap hasil tanaman.

Peningkatan kadar kerja dalam operasi pengeluaran di ladang dapat memberi impak yang positif terhadap industri ubi keledek negara seperti meningkatkan sosioekonomi setempat dan seterusnya memajukan industri pertanian negara. Jumlah kawasan bertanam akan meningkat melalui pelaksanaan operasi ladang secara mekanisasi dan mengikut amalan pertanian yang baik untuk pengeluaran hasil yang optimum. Senario ini secara langsung menarik minat ramai petani untuk terlibat dalam

penanaman ubi keledek dan seterusnya mewujudkan satu rantaian bekalan ubi yang konsisten. Peningkatan hasil ubi memberi pulangan yang lebih kepada pengusaha atau petani.

Penilaian ekonomi implemen membuang jalaran daun ubi keledek

Analisis daya maju untuk implemen Cantastek menunjukkan ia berdaya maju untuk digunakan berdasarkan kepada petunjuk kewangan yang telah dibangunkan seperti dalam *Jadual 5*.

Kos bagi pembangunan implemen ini adalah rendah iaitu sebanyak RM3,500.00 sahaja dengan mengaplikasikan konsep reka bentuk yang mudah untuk difabrikasi (*designed for manufacture*) dan berkesan. Berdasarkan kepada petunjuk kewangan ini, pelaburan terhadap implemen Cantastek mampu memberi pulangan dengan nilai kadar pulangan dalaman (IRR) sebanyak 40% dan tempoh bayaran balik yang singkat iaitu 2.06 tahun. Pada tahun yang pertama, sebanyak 76% pulangan boleh diperolehi dan merupakan satu pelaburan yang sangat baik. Ia turut disokong oleh nilai nisbah faedah kos (BCR) iaitu 1.11. Aliran tunai sepanjang projek dilaksanakan juga adalah sangat baik dengan nilai kini bersih (NPV) sebanyak RM17,245.00. Oleh yang demikian, penggunaan implemen Cantastek berupaya memberi manfaat kepada penyedia perkhidmatan dan juga penerima manfaat seperti petani.

Jadual 5. Petunjuk kewangan bagi analisis daya maju implemen Cantastek

Perkara	Nilai
Kadar pulangan dalaman (IRR)	40%
Nilai kini bersih (NPV)	RM17,245
Tempoh bayaran balik (PBP)	2.06 tahun
Nisbah faedah kos (BCR)	1.11
Pulangan ke atas pelaburan (ROI)	76% (tahun pertama)
Kadar faedah	10%

Kesimpulan

Aplikasi teknologi Cantastek dalam pengeluaran ubi keledek dapat meningkatkan kecekapan operasi dan menyumbang kepada kemajuan sektor pertanian negara. Ia berupaya meningkatkan produktiviti semasa operasi penuaian hasil dan seterusnya mengurangkan risiko serangan serangga perosak terhadap ubi keledek yang telah matang. Reka bentuk teknologi yang mudah untuk difabrikasi dan mesra pengguna berupaya membuang jalar daun ubi keledek dengan lebih cepat dan berkesan pada kadar purata 0.20 hektar/jam. Kadar kerosakan hasil yang disebabkan oleh mesin menuai juga berkurang selepas jalar daun ubi keledek dibuang dengan menggunakan implemen Cantastek iaitu

sekitar 4% sahaja. Pengurangan kadar kerosakan hasil ini dapat meningkatkan pengeluaran hasil ubi keledek dalam negara selain meningkatkan pendapatan para petani.

Penghargaan

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada Pengarah Pusat Penyelidikan Kejuruteraan (ER), Pengarah Pusat Penyelidikan Tanaman Industri (IC), Timbalan-Timbalan Pengarah Pusat ER, Ketua MARDI Bachok atas kebenaran dan sokongan bagi menjayakan pembangunan implemen Cantastek. Ucapan terima kasih juga dipanjangkan kepada semua ahli pasukan yang telah terlibat secara langsung atau tidak langsung bermula dari peringkat awal pembangunan hingga pengujian implemen. Tahniah diucapkan kepada semua ahli pasukan atas kejayaan implemen Cantastek memenangi tempat kedua dalam pertandingan Kumpulan Inovasi Kreatif (KIK) 2021 peringkat MARDI.

Bibliografi

- Anuar, A., Md. Akhir, H., Hong, D. L., & Abd Ghani, A. (2018). Penilaian Operasi Menuai Ubi Keledek secara Mekanisasi di Tanah BRIS, MSAE Conference 2018, 7&8 Februari 2018.
- Booklet Statistik Tanaman (Sub-sektor Tanaman Makanan) (2022). Jabatan Pertanian Malaysia
- Hairuddin, M. A., & Asruldin, A. S. (2013). Penilaian amalan pakej manual penanaman keledek dan khidmat nasihat mardi di kalangan penanam VitAto di Malaysia, *Economic and Technology Management Review*, Vol 8 (2013), 39–45.
- Md. Akhir, H., Desa A., Ibni Hajar, R., Shamsuddin, S., & Yahya, A. (2014). Design and development of a sweet potato digging device. *Pertanika Journal Science & Technology* 22(1), 43–53.
- Mohd Ekhwan, T., Mazlin, M., Muhammad Barzani, G., & Nor Azlina, A. A. (2009). Analysis of the physical characteristics of bris soil in coastal Kuala Kemaman, Terengganu. *Research Journal of Earth Sciences* 1 (1), 01-06-2009.

Ringkasan

Pemodenan operasi ladang bagi pengeluaran hasil tanaman berupaya menyumbang kepada kemajuan sektor pertanian negara. Aplikasi teknologi mekanisasi ladang dalam penanaman ubi keledek dapat meningkatkan produktiviti dan kecekapan operasi terutamanya aktiviti penuaian hasil. Operasi penuaian ubi keledek secara manual sangat merumitkan dan memakan masa yang lama. Ubi keledek yang matang perlu dituai segera bagi mengurangkan risiko daripada serangan serangga perosak, sekali gus dapat memastikan kualiti ubi terjamin. Oleh yang demikian, penggunaan mesin dalam operasi penuaian merupakan penyelesaian kepada permasalahan ini. Operasi penuaian ubi keledek dimulakan dengan membuang jalaran daun bagi memastikan operasi penuaian secara mekanisasi dapat dilaksanakan dengan cekap dan berkesan. Penggunaan implemen Cantastek berupaya membuang jalaran daun ubi keledek secara menyeluruh pada kadar purata 5 jam sehektar. Penuaian hasil secara mekanisasi pada batas yang telah

dibuang jalaran daun ini telah menyumbang kepada kadar kerosakan hasil yang rendah iaitu sekitar 4% dan juga meningkatkan kecekapan mesin menuai sehingga 89%. Berdasarkan kepada hasil penilaian ini, penggunaan implemen Cantastek berupaya meningkatkan kecekapan operasi mesin menuai berbanding dengan dua kaedah lain untuk membuang jalaran daun ubi keledek iaitu menggunakan mesin rumput jenis sandang dan mesin rumput sangkutan traktor. Penggunaan implemen Cantastek dan mesin menuai berupaya mengembangkan aktiviti penanaman ubi keledek dan seterusnya meningkatkan pengeluarannya dalam negara melalui pengurangan kadar kerosakan hasil dan peluasan kawasan bertanam.

Summary

Modernisation of farm operations for the production of agricultural products can contribute to the development of agriculture sector. Utilisation of farm mechanisation technology in sweet potato cultivation may increase the productivity and operational efficiency, especially for harvesting activity. The sweet potato harvesting operation is very complicated and time-consuming if done manually. Harvesting of the matured sweet potato need to be conducted immediately to reduce the risk of pest attacks, as well as ensure its quality is preserved. Therefore, the use of machines in harvesting operations is a solution to this problem. The sweet potato harvesting operation starts by removing the leaves vein to ensure that the mechanised harvesting operation can be carried out efficiently and effectively. The use of Cantastek implement is able to completely remove the sweet potato leaves vein at an average rate of 5 hours per hectare. Mechanisation of the yield harvesting on this row has contributed to a low rejection rate of yield damage which is around 4% and also the efficiency of harvesting machine up to 89%. Based on the results of this evaluation, the use of Cantastek implement is able to improve the operational efficiency of the harvesting machine as compared with two other methods in removing the leaves vein namely manual grass cutter and tractor-mounted grass cutter. Adoption of Cantastek implement and harvesting machine is able to expand the sweet potato cultivation activity and increase its production in the country through reduction of damage yield rate and expansion of the cultivated area.

Pengarang

Wan Mohd Aznan Wan Ahamad
Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, MARDI Bachok
Kampung Aur Telong Kandis 16310 Bachok, Kelantan
E-mel: wanaznan@mardi.gov.my

Anuar Abdullah, Khairul Idzwan Ayub dan Mohd Fadly Abdull Rasid
Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, MARDI Bachok
Kampung Aur Telong Kandis, 16310 Bachok, Kelantan

Nurul Afza Karim (Dr.)
Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, MARDI Bachok
Kampung Aur Telong Kandis, 16310 Bachok, Kelantan

Mohd Nur Hafiz Mat Azmin
Pusat Pengkomersilan Teknologi dan Bisnes, Ibu Pejabat MARDI
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor