

## **Pengujian prestasi alat pengering kebuk condong (IBD) untuk padi di Kilang Padi Wangi Jeram Pasu, Pasir Puteh, Kelantan**

(Performance testing of paddy inclined bed dryer (IBD) in Fragrant Rice Mill in Jeram Pasu, Pasir Puteh, Kelantan)

Amir Syariffuddeen Mhd Adnan, Hanisa Hosni, Engku Hasmah Engku Abdullah, Wahid Said dan Yahya Sahari

### **Pengenalan**

Padi adalah tanaman makanan utama bagi masyarakat dunia terutamanya penduduk di benua Asia yang merupakan penyumbang terbesar kepada industri penanaman padi yang menghasilkan hampir 90% pengeluaran beras dunia. Beras telah menjadi bahan makanan ruji kepada hampir separuh penduduk dunia dan menyajikan dua pertiga sumber kalori kepada hampir 2.5 bilion penduduk di Asia. Padi yang dikenali sebagai beras kasar (*rough rice*) perlu melalui proses pengeringan sebelum diproses menjadi beras. Kebiasaannya, padi yang dituai di sawah mempunyai kandungan kelembapan antara julat 20 – 25%. Pada tahap kelembapan ini, aktiviti mikroorganisma cenderung untuk berlaku dan akan menyumbang kepada kadar percambahan dan respirasi yang tinggi. Oleh yang demikian, padi perlu dikeringkan untuk mencapai kandungan kelembapan ideal antara 12 – 14% bagi mencegah aktiviti mikrob. Ini sekali gus membantu dalam proses pengilangan bagi menghasilkan produk beras dengan kualiti dan pencirian fizikal yang baik.

Pengeringan padi adalah penting kerana dapat memanjangkan tempoh penyimpanan padi sebelum melalui peringkat pengilangan. Pengeringan padi boleh memberi impak yang signifikan terhadap kualiti padi disebabkan permasalahan seperti pengeringan tidak lengkap dan proses pengeringan yang lambat (*delay drying*). Masalah ini boleh mempengaruhi peratusan hasil kepala beras dan juga keadaan fizikal beras dari segi kualiti warna atau saiz beras (beras patah dan sebagainya). Beras juga cenderung untuk menjadi rosak akibat aktiviti serangga perosak atau mikrob sekiranya proses pengeringan padi berlaku dengan tidak sempurna akibat taburan kelembapan yang tidak sekata.

Secara umumnya, kebanyakan kilang pemprosesan padi dan beras di Malaysia melazimi penggunaan alat pengering kebuk condong atau *Inclined Bed Dryer* (IBD). IBD dianggap salah satu sistem pengeringan yang moden selain daripada penggunaan alat pengering konvensional jenis *Louisiana State University Continuous Flow Dryer* (LSU). Ini kerana struktur IBD mempunyai kebuk yang bersudut condong 43 – 45° dan ciri ini memberikan kelebihan untuk padi berada dalam taburan yang sekata serta dapat dikeluarkan dengan mudah dan cepat selepas proses pengeringan selesai. Oleh yang demikian, penggunaan IBD dapat

meminimumkan pengendalian secara manual yang melibatkan tenaga manusia semasa proses pengeringan.

Dalam memastikan prestasi IBD pada tahap optimum, satu uji lari prestasi IBD telah dilakukan di Kilang Padi Wangi MARDI Jeram Pasu, Pasir Puteh, Kelantan. Uji lari ini merupakan salah satu skop bagi aktiviti *testing and commissioning* keseluruhan fasiliti dan peralatan kilang padi wangi yang telah dibangunkan oleh pihak MARDI.

### Spesifikasi alat pengering kebuk condong

IBD di Kilang Padi Wangi MARDI Jeram Pasu, Pasir Puteh, Kelantan (*Gambar 1*) adalah berkapasiti 15 tan. Ia bersaiz 11.58 m × 4.88 m × 3.66 m (panjang × lebar × tinggi) dengan kecondongan kebuk pada sudut 45°. Sumber udara panas yang digunakan diperoleh daripada pembakaran diesel yang menghasilkan udara panas secara terus (*direct heating*) sepanjang proses pengeringan. Spesifikasi IBD diringkaskan seperti dalam *Jadual 1*.

Uji lari prestasi IBD ini dijalankan dengan menggunakan padi wangi MRQ 76 dari plot penanaman di Jajahan Kubang Kerian, Kelantan. Sejumlah 16.55 tan padi telah dituai dan ditimbang di jambatan timbang di kilang. Padi yang diterima ditolak masuk ke dalam ruang pengisi padi (*intake pit*) IBD dengan menggunakan jentera penolak (*forklift*) dan tempoh untuk proses menolak



*Gambar 1.* Alat pengering padi IBD di Kilang Padi Wangi MARDI Jeram Pasu

keseluruhan padi masuk ke dalam *intake pit* direkodkan. Padi tersebut kemudiannya diangkut melalui *elevator* dan dihubungkan pada *discharge car* (*Gambar 2*) seterusnya mengisi padi sehingga memenuhi kebuk IBD.

Sebagaimana dalam *Jadual 2*, tempoh untuk mengisi padi ke dalam IBD didapati agak perlahan iaitu 90 minit. Berdasarkan pemerhatian, hal ini terjadi disebabkan oleh faktor ruang bukaan *intake pit* pada kebuk yang kecil. Semasa uji lari dijalankan, saiz bukaan *intake pit* ialah 4 inci × 6 inci.

Jadual 1. Spesifikasi IBD di Kilang Padi Wangi MARDI Jeram Pasu, Pasir Puteh, Kelantan

	Spesifikasi IBD
Dimensi kebuk (L × W × H)	11.58 m × 4.88 m × 3.66 m
Kecondongan IBD	45°
Kapasiti	15 tan
Suhu udara panas (masuk)	42 – 45 °C
Kapasiti <i>blower</i>	30,000 m <sup>3</sup> /jam
Kuasa <i>blower</i>	22.37 kW
Kapasiti <i>diesel burner</i>	111 kW
Penggunaan minyak <i>diesel</i>	10 L/jam



Gambar 2. Proses memasukkan padi ke dalam plenum IBD



Gambar 3. Pergerakan discharge car untuk mengisi padi basah ke dalam IBD

Jadual 2. Data bagi aktiviti memasukkan padi ke dalam IBD

Parameter/perkara	Bacaan/unit
Berat padi basah	16,550 kg
Masa mula padi masuk ke <i>intake pit</i> IBD	6.45 petang
Masa tamat padi masuk ke dalam IBD	8.15 malam
Tempoh padi dimasukkan ke dalam IBD	90 minit
Tempoh pergerakan sehala <i>discharge box</i> untuk mengisi padi	45 saat

Sekiranya saiz bukaan *intake pit* dapat dibesarkan kepada 4 inci × 12 inci, kuantiti padi yang lebih besar dapat dimasukkan dan tempoh pengisian dapat dilakukan dalam masa yang lebih singkat.

Walau bagaimanapun, saiz bukaan *intake pit* yang besar juga berisiko membenarkan bendasing bersaiz besar seperti jerami dan tangkai rumpai untuk masuk bersama padi sekali gus memberi kesan kepada prestasi alat prapembersihan. Kedalaman *intake pit* yang digunakan ialah 8 kaki dan keadaan ini tidak seperti kedalaman *intake pit* di kilang-kilang proses komersial sedia ada yang mempunyai kedalaman 10 – 12 kaki. Kedalaman yang lebih tinggi membantu menyediakan sudut yang lebih condong untuk padi masuk dari *intake pit* dan dapat diangkut dengan sistem *elevator* dengan lebih cepat.

#### Pengukuran taburan halaju udara

Pengukuran taburan halaju udara merupakan satu elemen yang penting dalam menentukan prestasi IBD berada dalam keadaan yang optimum. Untuk tujuan ini, data taburan halaju (V) daripada alat penghembus (*blower*), ditentukan dengan menggunakan alat anemometer. Halaju tersebut kemudiannya



Gambar 4. Pengukuran halaju udara pada blower IBD menggunakan anemometer

akan dibandingkan dengan data halaju yang diperoleh daripada data teknikal yang disediakan oleh pihak pembekal. Langkah pengukuran halaju udara diukur seperti dalam *Gambar 4* dengan bacaan direkodkan pada petak kecil di jejari (*mesh*) corong *blower* sebanyak tiga replikasi dan dipuratakan. Luas keratan rentas bagi kawasan *blower* juga diukur bagi mengira kadar aliran udara [kadar aliran volumetrik (Q)] yang dibekalkan daripada *blower* kepada kebuk IBD. Persamaan (1) digunakan bagi mengira kadar aliran udara seperti yang berikut:

$$Q = V / A \quad \dots(1)$$

di mana: Q = Purata kadar aliran udara (volumetrik) daripada *blower*

V = Purata halaju udara daripada *blower*

A = Keratan rentas kawasan *blower*

Berdasarkan uji lari yang dijalankan, nilai halaju purata yang diperoleh melalui pengukuran alat anemometer ialah  $24.6 \text{ m/s}^{-1}$  dengan luas keratan rentas *blower* ialah  $0.442 \text{ m}^2$  (nilai A). Purata kadar halaju volumetrik yang dibekalkan merentasi *blower* ke kebuk IBD pula ialah  $10.87 \text{ m}^3/\text{s}$  sebagaimana kaedah pengiraan seperti di bawah:

Kadar aliran udara (kadar aliran volumetrik):

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= (24.6 \text{ m/s}) (0.442 \text{ m}^2) \\ &= 10.87 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Daripada kadar aliran udara volumetrik merentasi *blower* ke kebuk IBD, purata halaju udara yang merentasi keseluruhan kebuk IBD dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) berikut:

$$V = Q / A \quad \dots(2)$$

di mana: V = Purata halaju udara merentas keseluruhan kebuk IBD

Q = Purata kadar aliran udara (kadar aliran volumetrik) daripada bahagian *blower*

A = Keratan rentas kawasan kebuk IBD

Kebuk IBD mempunyai dimensi saiz panjang 11.58 m dan lebar 2.94 m. Ini memberikan luas keratan rentas keseluruhan kebuk IBD ialah  $34.05 \text{ m}^2$ . Justeru, nilai purata halaju udara merentas keseluruhan kebuk IBD yang dihitung ialah  $0.32 \text{ m/s}$  seperti di bawah:

$$\begin{aligned} V &= Q / A \\ &= 10.87 \text{ m}^3 / 34.05 \text{ m}^2 \\ &= 0.32 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Halaju yang ditentukan ini didapati masih sesuai walaupun nilai halaju ini melebihi purata halaju udara merentasi kebuk IBD adalah dalam julat 0.25 – 0.27 m/s sebagaimana yang dilaporkan Yahya (2018).

### Proses pengeringan

Sejumlah 16.55 tan padi wangi telah dimasukkan ke dalam kebuk IBD dan pensampelan bagi pengukuran kandungan kelembapan padi telah diukur pada setiap sela masa satu jam. Kandungan kelembapan awal padi dalam IBD sebelum memulakan proses pengeringan ialah 17.2%. Kaedah pensampelan untuk bacaan kelembapan dijalankan dengan mengambil sampel pada permukaan atas IBD dan kedalaman IBD (0.45 m) berdasarkan pada setiap kedudukan padi yang berbeza dalam bahagian IBD seperti dalam *Gambar 5*.

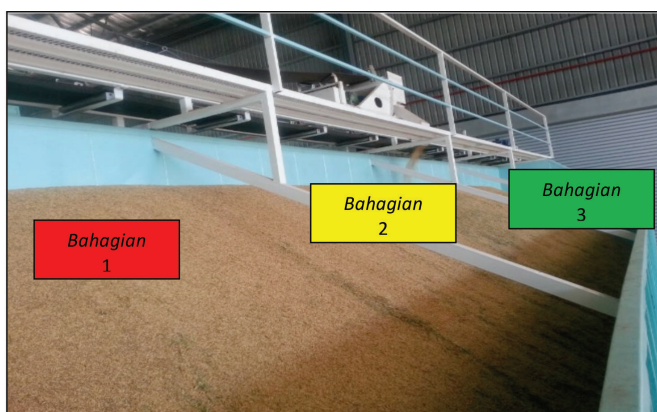
Bahagian 1 (*close*): Sampel paling hampir dengan *blower* IBD

Bahagian 2 (*middle*): Sampel di tengah-tengah IBD

Bahagian 3 (*far*): Sampel paling jauh dengan *blower* IBD

Sampel diambil dengan menggunakan prob dengan tiga replikasi. Bacaan kandungan kelembapan ditentukan dengan menggunakan meter pengukur kelembapan (*moisture meter*) seperti dalam *Gambar 6*. Meter ini mempunyai sensitiviti 0.1% dan perlu dikalibrasi secara berkala bagi mendapatkan bacaan peratus kelembapan yang tepat.

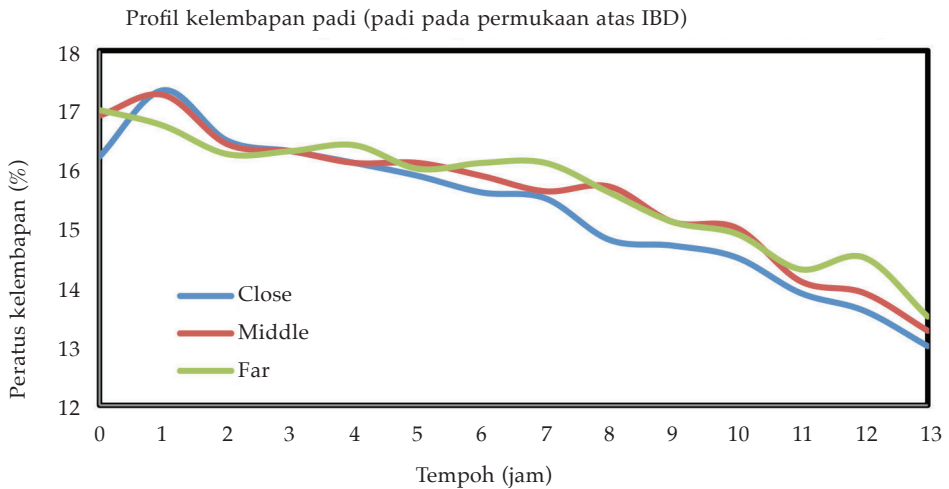
*Rajah 1* menunjukkan taburan penurunan kandungan kelembapan padi pada permukaan atas IBD. Ia menunjukkan kecenderungan penurunan kelembapan yang tidak seragam pada awal proses pengeringan. Padi di bahagian 1 dan 2 menunjukkan kandungan kelembapan yang tinggi pada satu jam pertama yang disumbangkan oleh kelembapan wap basah sampel padi yang dipindahkan dalam IBD. Fenomena ini dipanggil sebagai *initial transient* yang secara kebiasaannya berlaku pada peringkat awal



*Gambar 5*. Lokasi pensampelan untuk pengukuran kandungan kelembapan padi wangi



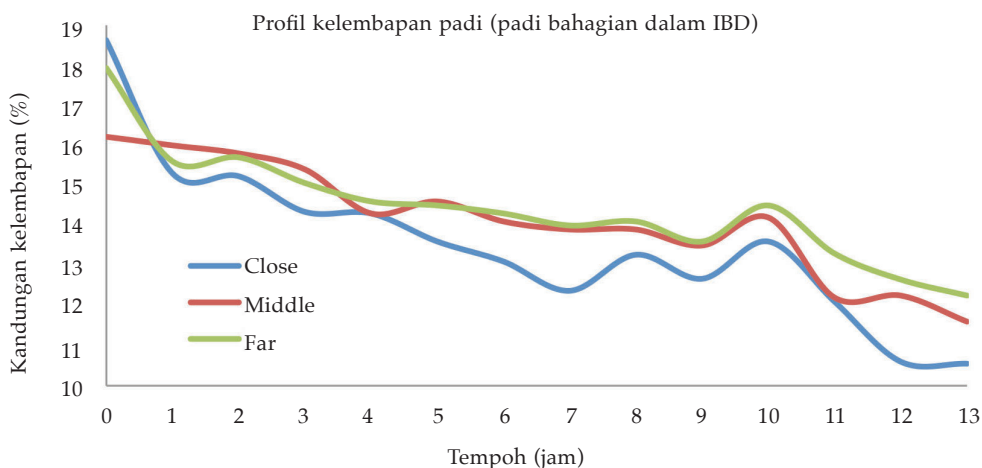
*Gambar 6*. Alat moisture meter untuk mengukur kandungan kelembapan padi



Rajah 1. Profil kelembapan untuk padi pada permukaan atas IBD

pengeringan. Walau bagaimanapun, sebaliknya berlaku untuk padi di bahagian 3 (*far*) IBD yang menunjukkan peratusan kelembapan yang rendah pada satu jam pertama. Untuk tempoh pengeringan seterusnya, penurunan kelembapan berlaku pada kadar yang perlahan, tetapi konsisten sehinggalah mencapai julat kelembapan  $\leq 13\%$  selepas 13 jam proses pengeringan.

Profil untuk pengukuran kelembapan sampel padi pada kedalaman IBD 0.45 m ditunjukkan seperti dalam *Rajah 2*. Pada peringkat awal, peratusan kelembapan padi pada kedalaman 0.45 m adalah lebih tinggi berbanding dengan sampel padi di permukaan atas IBD. Ini berkemungkinan disebabkan oleh wap basah yang terperangkap dalam IBD dipindahkan oleh haba panas secara proses penyelerakan (*diffusion*) ke permukaan atas IBD. Walau bagaimanapun, penurunan kelembapan pada sampel padi dalam IBD berlaku sangat cepat dan drastik terutamanya untuk sampel pada kedudukan bahagian 1 iaitu yang paling hampir (*close*) pada *blower*. Didapati juga sampel *close* mencapai nilai  $\leq 13\%$  paling cepat berbanding dengan sampel *middle* dan sampel *far*. Oleh yang demikian, jika dibandingkan julat perbezaan (*moisture gradient*) antara padi di permukaan atas (*upper bed*) dan permukaan bawah (*bottom bed*) adalah dalam julat 1.5 – 2.0 °C. Secara teoritik, pengeringan secara IBD untuk mengeringkan kandungan lembapan padi dengan asas kelembapan pada julat 20 – 26% selepas penuaian akan mewujudkan perbezaan kelembapan akhir antara padi pada lapisan atas dan bawah selepas pengeringan selesai antara 3 – 4%. Faktor ini disumbangkan oleh migrasi haba panas daripada padi permukaan bawah dan tengah ke padi di lapisan atas secara *diffusion*.



Rajah 2. Profil kandungan kelembapan untuk padi pada kedalaman IBD

### Prestasi alat prapembersihan IBD

Padi sebelum dimasukkan ke dalam IBD akan melalui alat prapembersihan. Alat prapembersihan IBD juga diuji dengan mengambil sampel secara rawak sebelum sampel dimasukkan ke dalam IBD. Pada peringkat seterusnya, pensampelan dilakukan dengan mengambil sampel dalam IBD yang telah melalui alat prapembersihan. Perbandingan antara peratusan bendasing dan kotoran padi sebelum dan selepas melalui alat prapembersihan dilakukan dengan menggunakan alat *winnower* untuk melihat kecekapan alat prapembersihan. Kaedah pensampelan yang dilakukan melibatkan pengambilan sampel dalam kuantiti 100 g dan dilakukan dengan replikasi sebanyak tiga kali sebelum berat dipuratakan. Berdasarkan data yang diperolehi, padi basah yang diambil sebelum melalui alat prapembersihan mempunyai peratusan hampa dan bendasing sebanyak 13.12% manakala bagi yang telah melalui alat prapembersihan peratusan yang dicatatkan ialah 3.48%. Ini menunjukkan alat prapembersihan padi berfungsi sangat baik dengan peratusan bendasing yang direkodkan selepas proses pembersihan kurang daripada 5%. Selanjutnya, dengan mengambil kira keseluruhan berat padi yang masuk ke IBD, peratus bendasing (jerami, padi hampa dan lain-lain) yang dikumpulkan di laluan keluar alat prapembersihan adalah sebanyak 1.44% daripada keseluruhan 16.550 tan padi. Untuk menilai kualiti fizikal padi, analisis telah dilakukan dengan melihat peratusan kepala beras dengan beras hancur. Peratusan beras penuh dan beras hancur yang diperolehi daripada padi yang telah dikeringkan IBD masing-masing ialah 53% dan 46%.

## Kesimpulan

Melalui uji lari yang dijalankan, prestasi IBD di Kilang Padi Wangi Jeram Pasu, Pasir Puteh mampu untuk menjalankan operasi pengeringan. Walau bagaimanapun, prestasi IBD tidak berada dalam keadaan optimum dengan kadar pengeringan yang perlahan dengan nilai penurunan daripada kelembapan awal 17.2% kepada kelembapan ideal akhir 13.2% dalam tempoh 13 jam, iaitu pada kadar 0.31%/jam berbanding dengan kadar optimum yang disarankan mengikut garis panduan SOP Pengendalian Lepastuai (skop pengeringan) yang dibangunkan oleh MARDI ialah 0.8 – 1.0%/jam. Hal ini disumbangkan oleh beberapa faktor seperti muatan lebihan padi yang diisi dalam IBD melebihi kapasiti ideal iaitu 15 tan. Ini menyebabkan peningkatan suhu pengeringan dalam IBD berlaku dengan perlahan sehingga diperhatikan suhu yang direkodkan sepanjang pengeringan adalah dalam julat 36 – 38 °C sahaja. Suhu pengeringan ini tidak mencapai suhu ideal untuk pengeringan padi dalam IBD iaitu 40 – 45 °C. Pemerhatian secara fizikal juga mendapati terdapat masalah kebocoran yang telah berlaku pada plat di ruang *sack-off* padi telah menyebabkan kehilangan haba panas di ruangan bawah IBD dan sekali gus menyebabkan aliran udara panas tidak lengkap dialirkan ke bahagian atas IBD. Faktor-faktor tersebut telah menyumbang kepada masa pengeringan yang lama untuk uji lari prestasi alat pengering IBD ini. Justeru, penambahbaikan perlu dilakukan supaya prestasi IBD dapat ditingkatkan secara optimum dan pengeringan padi dapat dilakukan secara efisien.

## Bibliografi

- Gummert, M., Rickman, J. (2013). *Paddy Drying System*. Agricultural Engineering Unit, IRRI, Los Banos, Philippines
- Gummert, M. (2013). *Drying Basics and Principles*. Postharvest Unit, CESD IRRI Los Baños, Philippines
- Mohd Zahran, A., Ibni Hajar, R., Hirun Azaman, I. dan Aimi Athirah, A. (2019). Specific energy consumption and drying efficiency analysis of commercial mixed-flow batch type seed drying system. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Science*, Issue 1: 39 – 50
- Sahari, Y., Abdul Wahid, R., Mhd Adnan, A.S., Sairi, M., Hosni, H., Engku Abdullah, E.H., Alwi, S., Mohd Amin Tawakkal, M.H., Zainol Abidin, M.Z. dan Aris, Z. (2018). Study on the drying performance and milling quality of dried paddy using inclined bed dryers in two different paddy mills located in MADA and IADA KETARA. *International Food Research Journal* 25(6): 2572 – 2578



## **Ringkasan**

Satu uji lari prestasi alat pengering padi IBD telah dilakukan di Kilang Padi Wangi Jeram Pasu di Pasir Puteh, Kelantan. Keputusan uji lari menunjukkan IBD berupaya menjalankan fungsinya untuk proses pengeringan padi namun tidak berada dalam keadaan optimum disebabkan faktor-faktor fizikal seperti lebihan kapasiti serta masalah kebocoran pada bahagian *sack-off* IBD. Penambahbaikan haruslah dilakukan supaya IBD dapat berfungsi secara optimum serta pengeringan padi dapat dilakukan dengan lebih efisien. Walaupun begitu, dari segi kualiti padi yang digunakan bagi pemprosesan beras, peratusan beras penuh dan beras hancur yang diperolehi daripada padi yang telah dikeringkan IBD masing-masing ialah 53% dan 46%.

## **Summary**

A performance test of the inclined bed dryer (IBD) for paddy was carried out at the Fragrant Rice Mill in Jeram Pasu, Pasir Puteh, Kelantan. The results of the run test showed that the IBD was able to carry out its function for the paddy drying process but was not in the optimum condition due to physical factors such as excess capacity and leakage problems in the IBD sack-off section. Improvements must be made so that the IBD can be functioned and operated optimally and the paddy drying can be done more efficiently. However, in terms of the quality of the rice used for processing paddy, it was found that percentage of head rice yield and broken rice obtained were 53% and 46% respectively.

## **Pengarang**

Amir Syariffuddeen Mhd Adnan  
Pusat Penyelidikan Padi dan Beras  
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM  
43400 Serdang, Selangor  
E-mel: asyariff@mardi.gov.my

Hanisa Hosni dan Engku Hasmah Engku Abdullah  
Pusat Penyelidikan Padi dan Beras, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Wahid Said  
Pusat Penyelidikan Padi dan Beras  
Peti Surat 105, Jalan Kuala Kedah  
05710 Alor Setar, MARDI Alor Setar  
Kedah Darul Aman

Ts Yahya Sahari  
Pusat Penyelidikan Kejuruteraan  
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM  
43400 Serdang, Selangor