

## Pengeringan jagung bijian menggunakan alat pengering mudah alih

(Grain corn drying using mobile dryer)

Zainun Mohd Shafie, Sharifah Hafiza Mohd Ramli, Saiful Azwan Azizan, Hasmin Hakim Hasbullah, Mohd Zaimi Zainol Abidin, Muhammad Aliq Jamaluddin, Mohd Azmirredzuan Sani, Mohd Hafiz Mohd Amin Tawakkal, Ahmad Fadhlul Wafiq Ab Rahman, Sha'fie Alwi dan Amir Redzuan Shamsulkamal

### Pengenalan

Jagung bijian merupakan bahan utama dalam penghasilan makanan ternakan terutamanya ayam. Malaysia telah mengimport hampir 100% keperluan jagung bijian negara terutama dari Argentina, Brazil, Amerika Syarikat, Thailand, Myanmar dan Indonesia. Pada tahun 2021, Malaysia telah mengimport lebih 2 juta tan metrik jagung bijian bernilai RM1.73 bilion. Bagi mengurangkan kebergantungan kepada import, kerajaan Malaysia telah menasaskan pengeluaran jagung bijian sebanyak 600,000 tan metrik setahun menjelang 2030 iaitu 30% daripada jumlah import.

Kebiasaannya jagung bijian dituai pada kandungan kelembapan 20 – 30%. Pada kandungan kelembapan yang tinggi ini, jagung bijian mudah rosak jika tidak dikeringkan dengan segera. Jagung bijian perlu dikeringkan sehingga mencapai kandungan kelembapan 13 – 14% untuk memastikan kualiti kekal dan selamat disimpan dalam tempoh yang panjang. Pengeringan yang tidak lengkap dan tidak sekata boleh mengakibatkan pembasahan semula (*rewetting*) bijian. Ini akan menyebabkan peratus kelembapan jagung bijian naik ke tahap yang tidak selamat untuk disimpan. Kandungan kelembapan yang berlebihan akan menggalakkan pertumbuhan kulat seperti *Aspergillus flavus* pada jagung bijian yang boleh menghasilkan mikotoksin jenis aflatoksin yang berbahaya kepada haiwan dan manusia.

Kaedah pengeringan di bawah cahaya matahari secara terbuka merupakan kaedah tertua dan paling murah. Kaedah pengeringan ini sering digunakan oleh petani-petani kecil di negara dunia ketiga. Kaedah ini mempunyai kelemahan yang besar kerana sukar dikawal disebabkan oleh perubahan cuaca. Kaedah pengeringan ini memerlukan kawasan yang luas, masa pengeringan yang panjang dan operator yang ramai untuk membalikkan jagung bijian bagi memastikan proses pengeringan yang sekata boleh dicapai. Ia juga boleh menyebabkan jagung bijian terdedah kepada serangan haiwan perosak dan pencemaran bendasing seperti tanah, zarah pasir dan bahan lain.

Penggunaan alat pengeringan mekanikal dapat mempercepatkan proses pengeringan dan seterusnya mengurangkan risiko kehilangan lepas tuai jagung bijian. Terdapat pelbagai jenis alat pengeringan mekanikal di pasaran seperti alat pengering *Louisiana State University* (LSU), alat pengering

aliran bercampur (*mixed flow dryer*), alat pengering aliran silang (*cross-flow dryer*), alat pengering *fluidized bed*, alat pengering *flat bed* dan alat pengering kebuk condong (*inclined bed dryer*). Alat-alat pengering ini merupakan jenis alat pengering yang kekal di suatu tempat. Selain itu, terdapat juga alat pengering mudah alih (*mobile*). Kebaikan alat pengering mudah alih berbanding dengan alat pengering kekal adalah ia boleh dibawa ke kawasan penanaman jagung bijian. Ini membolehkan jagung bijian dikeringkan serta-merta selepas dituai.

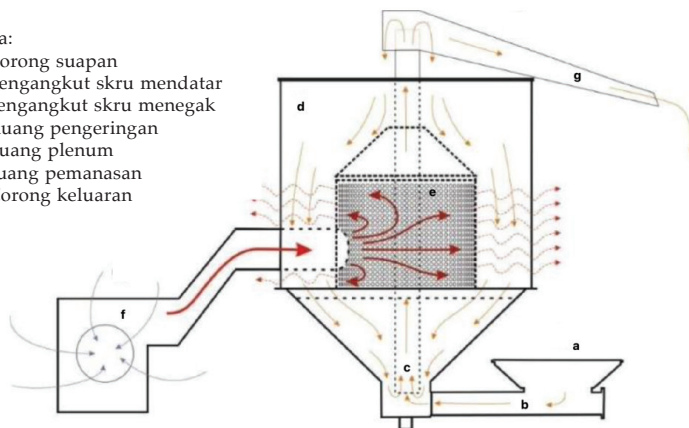
### Alat pengering mudah alih

Di Malaysia, alat pengering mudah alih merupakan jenis alat pengeringan yang sering digunakan dalam pengeringan jagung bijian. Alat pengering mudah alih boleh digunakan untuk mengering bijian lain seperti padi, gandum, oat, barli, soya dan sorgum. Komponen utama alat pengering mudah alih terdiri daripada corong suapan, ruang pengeringan, ruang *plenum*, corong keluaran, pengangkut skru mendatar (*horizontal screw conveyor*), pengangkut skru menegak (*vertical screw conveyor*), ruang pemanasan, alat pembakar bahan api, *blower*, motor dan panel kawalan (*Gambar rajah 1*).

Bijian yang hendak dikeringkan akan dimasukkan ke dalam alat pengering melalui corong suapan. Pengangkut skru mendatar akan memindahkan bijian daripada corong suapan ke bahagian tengah alat pengering. Pengangkut skru menegak akan membawa bijian ke bahagian atas alat pengering dan bijian tersebut akan jatuh ke dalam ruang pengeringan. Sepanjang proses pengeringan sehingga kandungan lembapan akhir dicapai, jagung bijian akan bergerak dari bahagian atas ke bahagian bawah dalam ruang pengeringan. Pergerakan jagung dalam ruang pengeringan ini menghasilkan pengeringan yang sekata. Bijian akan dikeluarkan melalui corong keluaran selepas tamat pengeringan.

Nota:

- a: Corong suapan
- b: Pengangkut skru mendatar
- c: Pengangkut skru menegak
- d: Ruang pengeringan
- e: Ruang plenum
- f: Ruang pemanasan
- g: Corong keluaran



Sumber: (Karyadi et al. 2019)

Gambar rajah 1. Lakaran alat pengering mudah alih

Ruang pengeringan adalah berbentuk silinder yang diperbuat daripada keluli yang berlubang. Ini membolehkan udara yang mengandungi lembapan yang terpeluwap daripada bijian yang sedang dikeringkan dikeluarkan dari ruang pengeringan. Di bahagian dalam ruang pengeringan terdapat ruang *plenum* di mana udara panas akan disebarikan ke seluruh ruang pengeringan. Dalam ruang pemanas mengandungi alat pembakar bahan api dan *blower* untuk membekalkan udara panas ke ruang *plenum* untuk proses pengeringan. Bahan api yang biasa digunakan dalam proses pengeringan ialah diesel dan LPG. Relau biojisim perlu disambung kepada alat pengering jika ingin menggunakan biojisim sebagai sumber tenaga haba.

### **Pengeringan jagung bijian menggunakan alat pengering mudah alih**

Kajian pengeringan menggunakan alat pengering mudah alih telah dijalankan di Kilang Perintis Jagung Bijian yang terletak di MARDI Seberang Perai, Pulau Pinang yang berkapasiti 7 tan metrik. Sumber bahan api untuk menghasilkan udara panas boleh dipilih sama ada menggunakan diesel atau biojisim kerana dilengkapi dengan alat pembakar diesel (*diesel burner*) dan relau biojisim. Ini membolehkan kajian penggunaan biojisim sebagai sumber bahan api dalam proses pengeringan dapat dijalankan. Spesifikasi alat pengering mudah alih tersebut adalah seperti dalam *Jadual 1*. Generator telah digunakan untuk menghasilkan tenaga elektrik yang diperlukan oleh alat pengering mudah alih.

Jadual 1. Spesifikasi alat pengering mudah alih yang terdapat di Kilang Perintis Jagung Bijian, MARDI Seberang Perai

| Parameter                       | Spesifikasi                     |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Jenama                          | Ozsu                            |
| Model                           | TKM 10                          |
| Negara pengeluar                | Turki                           |
| Kapasiti                        | 7 tan metrik                    |
| Diameter                        | 2.4 m                           |
| Tinggi                          | 5 m                             |
| Lebar (termasuk relau biojisim) | 9.4 m                           |
| Berat (termasuk relau biojisim) | 6.04 tan metrik                 |
| Punca kuasa                     | Elektrik (400 V) oleh generator |
| Sumber bahan api                | Diesel/biojisim                 |
| Saiz tangki diesel              | 420 L                           |



Gambar 1. Alat pengering mudah alih di Kilang Perintis Jagung Bijian, MARDI Seberang Perai

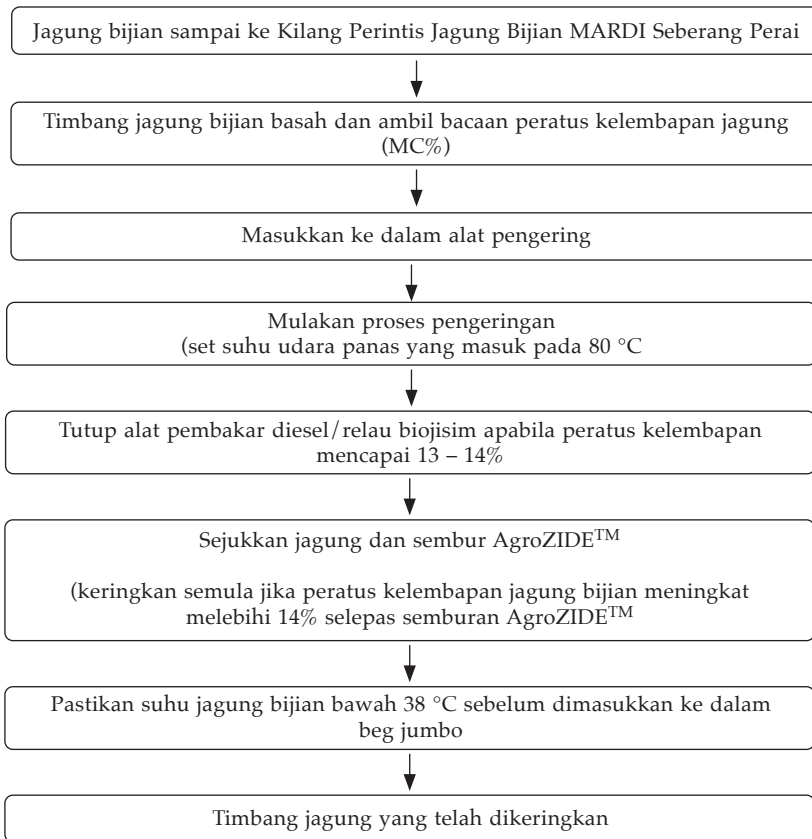
Jagung bijian yang dituai menggunakan jentuai akan ditimbang dan bacaan awal kandungan kelembapan jagung bijian akan diukur menggunakan alat pengukur kelembapan (Wile 78, Finland) sebelum dimasukkan ke dalam alat pengering. Jagung bijian akan dikeringkan sehingga mencapai kandungan kelembapan 13 – 14%. Suhu udara panas yang masuk ditetapkan pada 80 °C. Apabila kandungan kelembapan jagung bijian telah mencapai 13 – 14%, alat pembakar diesel/relau biojisim akan ditutup untuk menghentikan proses pengeringan. Walau bagaimanapun,

pengangkut skru menegak dan *blower* tidak dihentikan untuk membolehkan proses penyejukan dijalankan sehingga suhu jagung bijian mencapai bawah 38 °C. Biasanya proses penyejukan ini mengambil masa selama 1 jam. Proses penyejukan adalah penting sebelum jagung bijian yang telah kering dimasukkan ke dalam beg jumbo untuk mengelakkan berlakunya pemeluwapan. Proses pemeluwapan boleh menyebabkan kandungan lembapan jagung bijian meningkat semasa penyimpanan. Ini boleh mendatangkan risiko jangkitan kulat berlaku. *Carta alir 1* menunjukkan proses pengeringan menggunakan alat pengering mudah alih.

Jagung bijian adalah bersifat higroskopik iaitu sangat mudah menyerap molekul air yang terdapat dalam udara. Dengan keadaan iklim di Malaysia yang panas dan lembap boleh menyebabkan kandungan kelembapan jagung bijian meningkat semasa penyimpanan. MARDI telah membangunkan AgroZIDE™ iaitu sejenis nano-fungisid untuk mengawal pertumbuhan *Aspergillus flavus* yang merupakan kulat berbahaya sewaktu penyimpanan. AgroZIDE™ akan disembur semasa proses penyejukan jagung bijian. Selepas semburan AgroZIDE™, kandungan kelembapan jagung bijian akan diuji. Jika kandungan kelembapan jagung bijian meningkat melebihi 14%, alat pembakar diesel/relau biojisim perlu dihidupkan semula untuk menurunkan kandungan kelembapan ke aras 13 – 14%.

### **Kesan berat awal jagung bijian**

Operasi pengeringan menggunakan alat pengering mekanikal memerlukan jumlah bahan api yang banyak. Bahan api fosil terutamanya diesel merupakan sumber tenaga yang sering digunakan dalam operasi pengeringan bahan pertanian. Dianggarkan kira-kira 60% daripada keseluruhan permintaan tenaga dalam sektor pertanian adalah digunakan untuk operasi pengeringan. Telah sedia maklum bahawa pembakaran bahan api fosil akan menghasilkan gas rumah hijau seperti CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> dan Nox yang boleh memberi kesan kepada perubahan iklim dunia. Tambahan pula, harga bahan api fosil adalah tinggi dan akan terus meningkat, memandangkan sumbernya adalah terhad.



Carta alir 1. Carta alir proses pengeringan dengan menggunakan alat pengering mudah alih

Oleh itu, adalah penting mengoptimumkan proses pengeringan untuk meminimumkan penggunaan bahan api.

Berat awal jagung bijian akan memberi kesan dari segi ketinggian bijian dalam ruang pengeringan yang boleh menjejaskan prestasi pengeringan. Oleh itu, kajian telah dijalankan untuk melihat kesan berat awal jagung bijian terhadap prestasi pengeringan dan jumlah penggunaan diesel. *Jadual 2* menunjukkan kesan berat awal jagung bijian terhadap prestasi dan penggunaan diesel.

Daripada pengujian yang dijalankan menunjukkan berat awal jagung bijian memberi kesan yang ketara terhadap masa dan jumlah penggunaan diesel. *Rajah 1* menunjukkan aliran udara panas dan jagung bijian ketika proses pengeringan. Untuk mengelakkan kehilangan haba, jagung bijian perlulah melepasi bahagian atas ruang *plenum*. Apabila alat pengering diisi penuh iaitu berat awal jagung bijian lebih kurang 7 tan metrik (*Gambar 2*), ia akan menutup ruang *plenum*. Oleh itu, kehilangan haba tidak berlaku dan proses pengeringan akan lebih efektif.

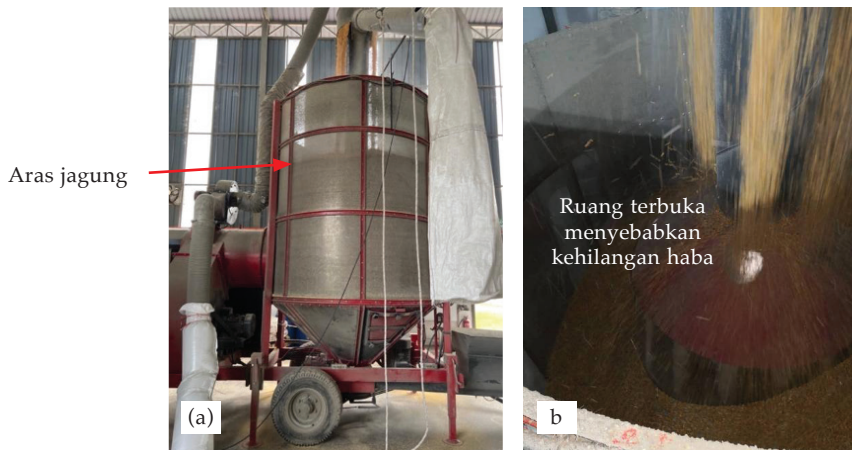
Jadual 2. Prestasi pengeringan pada berat awal jagung bijian yang berbeza

| Parameter                                | Batch 1 | Batch 2 | Batch 3 |
|--|---------|---------|---------|
| Berat awal jagung bijian (kg)            | 7201.5  | 4942    | 3872.5  |
| Berat selepas pengeringan (kg)           | 5069    | 3408.5  | 2447.5  |
| Recovery (%)                             | 70.39   | 68.97   | 63.20   |
| Kelembapan awal jagung bijian (MC%)      | 29.60   | 29.18   | 30.30   |
| Kelembapan akhir jagung bijian (MC%)     | 13.00   | 13.27   | 12.80   |
| Masa pengeringan (jam)                   | 7       | 7       | 10      |
| Masa penyemburan NF + penyejukan (jam)   | 1       | 1       | 1       |
| Penggunaan diesel pada diesel burner (L) | 145     | 221     | 284     |
| Penggunaan diesel pada generator (L)     | 80      | 85      | 140     |
| Jumlah penggunaan diesel (L)             | 225     | 306     | 424     |



Gambar 2. Aras jagung bijian di dalam alat pengering apabila berat awal lebih kurang 7 tan metrik

Bagi *Batch 2* yang mempunyai berat awal jagung bijian menghampiri 5 tan metrik, didapati masa pengeringan masih sama dengan *Batch 1* yang diisi penuh. Walau bagaimanapun, didapati penggunaan jumlah diesel adalah lebih tinggi iaitu 306 L berbanding hanya 225 L diesel digunakan apabila alat pengering diisi penuh. Pada permulaan proses pengeringan, aras jagung bijian dalam alat pengering bagi *Batch 2* adalah melebihi bahagian atas ruang *plenum*, tetapi semasa proses pengeringan molekul air di dalam jagung bijian terpeluwap keluar menyebabkan ia semakin mengecut. Ini menyebabkan aras jagung bijian dalam ruang pengeringan menurun dan mendedahkan sebahagian dinding ruang *plenum* seperti dalam *Gambar 3*. Ruang terbuka pada dinding *plenum* menyebabkan berlaku kehilangan haba.



Gambar 3. (a) Aras jagung bijian di dalam alat pengering apabila berat awal lebih kurang 5 tan metrik dan (b) Ruang plenum yang terbuka menyebabkan kehilangan haba



Gambar 4. Aras jagung bijian di dalam alat pengering apabila berat awal lebih kurang 4 tan metrik

Ini menyebabkan alat pembakar diesel perlu bekerja lebih untuk memastikan suhu berada dalam julat 70 – 80 °C.

Jadual 2 jelas menunjukkan berat awal jagung bijian kurang daripada 4 tan metrik akan memberi kesan pada masa dan jumlah penggunaan diesel. Didapati masa pengeringan bertambah daripada 7 jam ke 10 jam apabila berat awal jagung bijian kurang daripada 4 tan metrik. Jumlah penggunaan diesel juga hampir dua kali ganda berbanding jika alat pengering diisi penuh. Pertambahan pada masa pengeringan dan jumlah diesel yang digunakan adalah disebabkan oleh kehilangan haba dari ruang *plenum*. Dari awal proses pengeringan, aras jagung bijian dalam alat pengering adalah di bawah aras bahagian atas dinding *plenum*. Apabila kandungan kelembapan jagung bijian semakin berkurangan, jagung bijian semakin mengecut, seterusnya menyebabkan aras jagung dalam ruang pengeringan semakin menurun. Ini menyebabkan ruang terbuka pada dinding *plenum* semakin membesar dan lebih banyak kehilangan haba berlaku.

### **Penggunaan biojisim dalam pengeringan jagung bijian**

Biojisim mempunyai potensi yang besar sebagai pengganti bahan api fosil dalam operasi pengeringan. Biojisim mempunyai beberapa faedah berbanding dengan bahan api fosil, antaranya pelepasan gas rumah hijau yang lebih rendah dan merupakan sumber tenaga yang boleh diperbaharui dan mampan. Tambahan pula biojisim agak murah dan mudah diperoleh.

Sekam padi merupakan salah satu sumber biojisim yang sesuai digunakan sebagai bahan api untuk menjana haba bagi operasi pengeringan. Nguyen et al. (2017) melaporkan bahawa sekam padi adalah salah satu bahan api kos terendah untuk pengeringan padi. Sekam padi merupakan bahan buangan selepas proses pengilangan padi bagi menghasilkan beras yang mengandungi kira-kira 30 – 50% karbon organik dan mempunyai nilai kalori tinggi. Nilai kalori merupakan jumlah tenaga haba yang dihasilkan dalam pembakaran lengkap. Sekam padi boleh terus dibakar dalam relau untuk menghasilkan tenaga haba. Walau bagaimanapun, sekam padi tidak dapat dibakar dengan cekap kerana mempunyai ketumpatan yang rendah. Adalah lebih baik menggunakan sekam padi dalam bentuk pelet kerana tempoh pembakarannya yang lebih panjang dan kadar pembakarannya juga meningkat.

Kajian telah dijalankan untuk menilai penggunaan pelet sekam padi sebagai sumber bahan api untuk penghasilan tenaga haba dalam operasi pengeringan jagung bijian dengan menggunakan alat pengering mudah alih. Prestasi pengeringan jagung bijian menggunakan pelet sekam padi dan diesel sebagai sumber tenaga haba dinyatakan seperti dalam *Jadual 3*.

Daripada pengujian yang dijalankan menunjukkan bahawa masa pengeringan apabila menggunakan pelet sekam padi adalah lebih panjang iaitu 8 jam berbanding dengan masa pengeringan apabila menggunakan diesel iaitu hanya 6 jam untuk menurunkan peratus kandungan kelembapan daripada 26% ke 13%. Jika dilihat pada nilai kalori pelet sekam padi ialah 15.57 MJ/kg adalah jauh lebih rendah berbanding dengan nilai kalori diesel iaitu 42.61 MJ/kg. Semakin tinggi nilai kalori bahan api akan menghasilkan lebih banyak tenaga haba. Oleh itu, semakin tinggi nilai kalori bahan api, semakin cekap prestasi pengeringan.

Jika dilihat dari segi kos pengeringan, penggunaan pelet sekam padi berbanding dengan diesel sebagai sumber bahan api dapat mengurangkan kos pengeringan daripada RM0.06/kg jagung bijian ke RM0.04/kg jagung bijian. Oleh itu, penggunaan pelet sekam padi didapati dapat mengurangkan kos bahan api lebih kurang 20% berbanding dengan penggunaan diesel.

Jadual 3. Prestasi pengeringan jagung bijian menggunakan pelet sekam padi dan diesel

| Parameter   | Pelet sekam padi | Diesel |
|---|------------------|--------|
| Berat awal jagung bijian (kg)                                 | 7329.0           | 7482.5 |
| Berat selepas pengeringan (kg)                                | 5536.5           | 5765.0 |
| <i>Recovery (%)</i>   | 75.54            | 77.05  |
| Kelembapan awal jagung bijian (MC%)                           | 26.1             | 26.33  |
| Kelembapan akhir jagung bijian (MC%)                          | 13               | 13.37  |
| Masa pengeringan (jam)  | 8                | 6      |
| Masa penyemburan NF + penyejukan (jam)                        | 1                | 1      |
| Penggunaan diesel pada alat pembakar diesel (L)               | -                | 140    |
| Penggunaan diesel pada generator (L)                          | 100              | 80     |
| Jumlah penggunaan diesel (L)                                  | 100              | 220    |
| Penggunaan biojisim (kg)                                      | 472.5            | -      |
| Kos penggunaan diesel (RM)<br>*RM2.15/L                       | 193.5            | 473.00 |
| Kos penggunaan pelet sekam padi<br>**RM0.30/kg                | 141.75           | -      |
| Jumlah kos pengeringan (RM)                                   | 335.25           | 473.00 |
| Kos pengeringan per kg jagung bijian<br>(RM/kg jagung bijian) | 0.04             | 0.06   |

### Kesimpulan

Proses pengeringan yang efektif adalah diperlukan untuk memastikan penggunaan bahan api yang minimum. Pengeringan jagung bijian menggunakan alat pengering mudah alih sebaiknya dilaksanakan pada kapasiti penuh. Ini adalah untuk mengelakkan berlakunya kehilangan haba yang boleh meningkatkan penggunaan bahan api dan juga memanjangkan tempoh pengeringan. Berat awal jagung bijian perlulah mencukupi untuk menutup ruang *plenum* bagi mengelakkan ruang terbuka yang boleh menyebabkan kehilangan haba. Peningkatan penggunaan bahan api terutama bahan api fosil akan memberi implikasi kewangan dan juga kesan kepada alam sekitar. Penggunaan biojisim seperti pelet sekam padi dapat mengurangkan kos pengeringan walaupun masa pengeringan lebih panjang berbanding jika menggunakan diesel sebagai bahan api.

## Bibliografi

- Amree, A. (2023). 835 tan jagung untuk ternakan berjaya dihasilkan sepanjang 2022. Utusan Malaysia. <https://www.utusan.com.my/nasional/2023/01/835-tan-jagung-berjaya-dihasilkan-sepanjang-2022/>.
- Doymaz, I., & Pala, M. (2002). "Hot-Air drying characteristics of red pepper". *Journal of Food Engineering*, Vol. 55, 331–335.
- Karyadi, J. N. W., Suganda, E. E., Hikam, F., Muklis, E. A., & Bintoro, N. (2019). Characteristic of corn drying (*Zea mays* L) using recirculated column dryer. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 355, No. 1, p. 012047). IOP Publishing.
- Matumba, L., Namaumbo, S., Ngoma, T., Meleke, N., De Boevre, M., Logrieco, A. F., & De Saeger, S. (2021). Five keys to prevention and control of mycotoxins in grains: A proposal. *Global Food Security*, 30, 100562.
- Motevali, A., & Koloor, R. T. (2017). A comparison between pollutants and greenhouse gas emissions from operation of different dryers based on energy consumption of power plants. *Journal of Cleaner Production*, 154, 445–461.
- Nor Amna A'liah, M. N., Mohd Rashid, R., Mohd Syauqi, N., Nik Rahimah, N. O., Ahmad Zairy, Z. A., Mohamad Hifzan, R., & Nurul Huda, S. (2020). Potensi industri jagung bijian di Malaysia. *Buletin Teknologi MARDI* Bil. 18, 83–90.
- Oztekin, S., Bascetincelik, A., & Soysal, Y. (1999), Crop drying programme in Turkey, *Renewable Energy*, Vol. 16, 789–794.
- Sahari, Y., Ramli, S. H. M., Adnan, A. S. M., Azizan, M. S., Rahim, A. A., Shafie, Z. M., & Nor, N. A. A. M. (2021). Drying Performance of Mobile Dryer and Physical Quality Assessment of Dried Shelled Corn. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, Vol, 8(1).
- Suzalina, H. (2022, Mei 11). Sasar pengeluaran 600,000 tan jagung makanan ternakan. Berita Harian. <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2022/05/954028/sasar-pengeluaran-600000-tan-jagung-makanan-ternakan>

## **Ringkasan**

Pengeluaran jagung bijian merupakan sektor yang agak baru di Malaysia. Salah satu operasi penting dalam pengeluaran jagung bijian adalah pengeringan. Jagung bijian yang baru dituai mengandungi kandungan kelembapan yang agak tinggi antara 25 – 30% dan ini akan menjadikannya mudah rosak jika tidak dikeringkan dengan segera. Alat pengering yang sering digunakan untuk pengeringan jagung bijian adalah jenis mudah alih. Operasi pengeringan memerlukan penggunaan bahan api yang besar. Kos bahan api boleh meningkat jika alat pengering tidak beroperasi dalam keadaan optimum. Sehubungan itu, pengoptimuman proses pengeringan adalah disyorkan untuk mengurangkan kos operasi. Daripada kajian yang dijalankan menunjukkan, jika jagung bijian yang diletakkan dalam alat pengeringan kurang daripada kapasiti alat yang digunakan boleh menyebabkan masa pengeringan yang lebih panjang dan seterusnya meningkatkan penggunaan diesel. Salah satu cara untuk mengurangkan kos bahan api adalah menggunakan biojisim seperti pelet sekam padi. Penggunaan pelet sekam padi didapati dapat mengurangkan kos bahan api lebih kurang 20% berbanding dengan penggunaan diesel sebagai sumber bahan api.

## **Summary**

Grain corn production is a relatively new sector in Malaysia. One of the important operations in the production of grain corn is drying. Freshly harvested grain corn contains a relatively high moisture content between 25 – 30% and this will spoil easily if not dried immediately. Mobile dryers is often used for grain drying. The drying operation consume a large amount of fuel. Fuel costs can increase if the dryer is not operating optimally. Accordingly, optimization of the drying process is recommended to reduce operating costs. From the research carried out, if the grain corn placed in the mobile dryer are less than the actual capacity of the dryer, it can cause longer drying time and subsequently increase the consumption of diesel. One way to reduce fuel costs is to use biomass such as rice husk pellets. The use of rice husk pellets has been found to reduce fuel costs by approximately 20% compared to the use of diesel as a fuel source for drying.

## **Pengarang**

Zainun Mohd Shafie (Dr.)  
Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor  
E-mel: szainun@mardi.gov.my

Sharifah Hafiza Mohd Ramli, Saiful Azwan Azizan, Hasmin Hakim  
Hasbullah, Mohd Zaimi Zainol Abidin, Muhammad Aliq Jamaluddin,  
Mohd Azmirredzuan Sani, Mohd Hafiz Mohd Amin Tawakkal,  
Ahmad Fadhlul Wafiq Ab Rahman, Sha'fie Alwi dan Amir Redzuan Shamsulkamal  
Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor