

Pengaruh suhu dan kelembapan bilik penyimpanan terhadap kualiti biji benih padi

(The effect of temperature and humidity of storage room on the quality of paddy seed)

Mohamad Jani Saad, Teoh Chin Chuang, Masniza Sairi, Azzami Adam Muhamad Muijab, Amir Ridzuan Shamsulkamal dan Muhamad Qarari Ridzwan

Pengenalan

Padi merupakan salah satu tanaman makanan terpenting yang digunakan sebagai makanan ruji oleh lebih separuh daripada penduduk dunia dan memenuhi lebih 21% daripada jumlah keperluan kalori. Padi disimpan dalam pelbagai jenis kemudahan seperti bilik dan silo untuk tempoh tertentu sebelum diproses menjadi beras. Penyimpanan yang baik memainkan peranan yang penting dalam memelihara kualitinya.

Suhu dan kandungan kelembapan bijirin merupakan faktor penting dalam memanjangkan tempoh penyimpanan padi. Suhu juga memainkan peranan penting sebagai tekanan biotik yang mempengaruhi ciri morfologi dan fisiologi padi sepanjang tempoh penyimpanan. Penggunaan sistem penyimpanan bersuhu rendah terbukti berkesan dalam mengekang aktiviti serangga serta pertumbuhan kulat, manakala penyimpanan pada suhu tinggi dan/atau dalam keadaan lembap boleh memberi kesan negatif terhadap pertumbuhan dan percambahan padi. Benih padi yang disimpan di persekitaran semula jadi atau suhu tinggi cenderung mengalami penurunan kualiti fisiologi, berbanding dengan penyimpanan pada suhu rendah yang dapat mengekalkan kualiti fisiologi dan fizikal yang lebih baik.

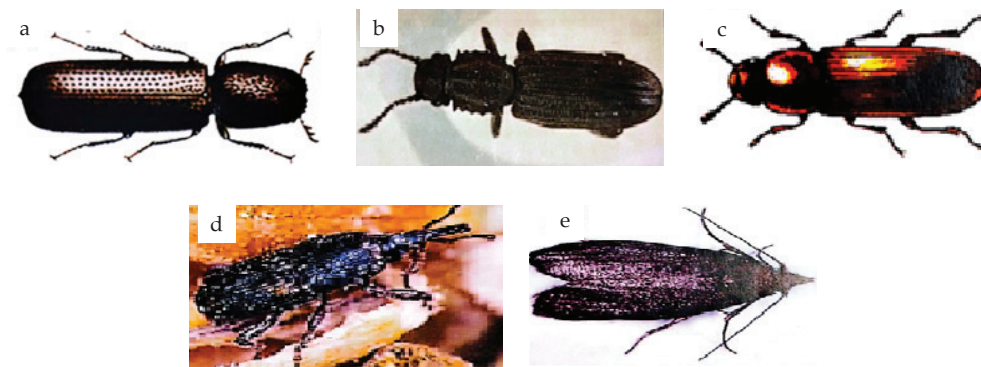
Serangga dapat membiak dengan lebih cepat dalam bijirin yang mempunyai kandungan kelembapan tinggi kerana memberi kelembapan yang diperlukan untuk hidup dan berkembang biak. Oleh kerana serangga tidak dapat mengawal suhu badan mereka, kadar perkembangan dan pembiakan mereka meningkat dengan peningkatan suhu (sehingga had kritikal). Akibatnya, kebanyakannya menjadi tidak aktif pada suhu rendah (bawah 15 °C) seperti dalam *Jadual 1*. Antara serangga yang biasa ditemui dalam benih padi (*Gambar 1*) ialah kumbang padi [*Sithophilus oryzae* (SO)], rama-rama biji angoumois [*Sitotroga cerealella* (SC)], pengorek biji-bijian kecil [*Rhyzopertha dominica* (RD)], kurir bijian gergaji-toothet [*Oryzaepilus surinamensis* (OS)] dan rust-red flour beetle [*Tribolium castaneum* (TC)].

Kaedah yang paling biasa dan diterima secara universal untuk menentukan daya maju benih adalah ujian percambahan yang dijalankan mengikut garis panduan yang dikeluarkan oleh Persatuan Pengujian Benih Antarabangsa. Penentuan warna dilakukan dengan mengukur $L^*a^*b^*$ menggunakan instrumen pemeriksaan visual seperti kalorimeter dan pemprosesan imej.

L*a*b* adalah piawaian antarabangsa untuk ukuran warna, diterima pakai oleh Commission Internationale d'Eclairage (CIE) pada tahun 1976 dan digunakan secara meluas dalam pertanian. L* ialah komponen pencahayaan atau kecerahan yang berjulat daripada 0 hingga 100, a* daripada hijau ke merah dan b* daripada biru ke kuning ialah dua komponen kromatik yang berjulat daripada -120 hingga 120. Objektif kajian ini adalah untuk menilai dan membandingkan ketumpatan pukal (BD), perubahan warna biji benih, percambahan dan kawalan serangga benih padi yang disimpan di dalam bilik sejuk dan bilik suhu ambien.

Jadual 1. Tindak balas serangga bagi produk yang disimpan kepada suhu berbeza

Zon	Suhu (°C)	Kesan
Maut	50 – 60	Mati dalam minit
	45 – 50	Mati dalam jam
Supraoptima	35	Pertumbuhan berhenti
	33 – 35	Pertumbuhan perlahan
Optima	25 – 33	Kadar maksimum pertumbuhan
Suboptima	13 – 25	Pertumbuhan perlahan
	13 – 20	Pertumbuhan berhenti
	5 – 13	Mati dalam minggu ke bulan
	0 – 5	Mati dalam minggu
Maut, tiada pergerakan	-10 – 0	Mati dalam hari ke minggu
	-25 – -15	Mati dalam minit ke jam, serangga membeku



Gambar 1. (a) *Ryzhoperta dominica*, (b) *Oryzaepilus surinamensis*, (c) *Triboleum castaneum*, (d) *Sithophilus oryzae* dan (e) *Sitatroga cirealella*

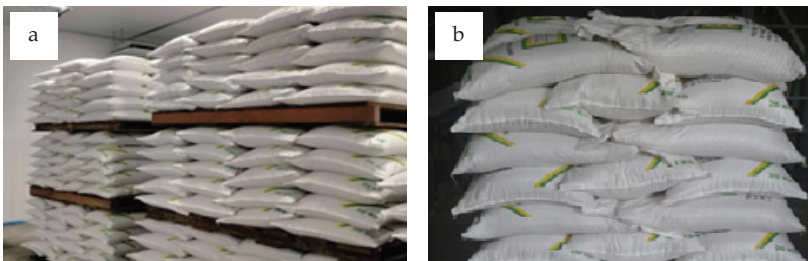
Kaedah

Tiga varieti padi iaitu MR 315, MR 297 dan MR 76 telah digunakan sebagai sampel untuk mengkaji keupayaan ke arah rintangan terhadap perubahan warna, serangga, percambahan dan juga ketumpatan pukul. Varieti ini dibungkus dalam beg plastik polipropilena dan disimpan di lokasi berbeza yang berada di dalam bilik sejuk (suhu 15 – 20 °C dan RH 50 – 60%) dan di dalam bilik suhu ambien (suhu 28 – 30 °C dan RH 70 – 80%) masing-masing seperti dalam *Gambar 2(a)* dan *(b)*. Kandungan lembapan (MC) sampel bagi kedua-dua bilik adalah antara 12 – 14%.

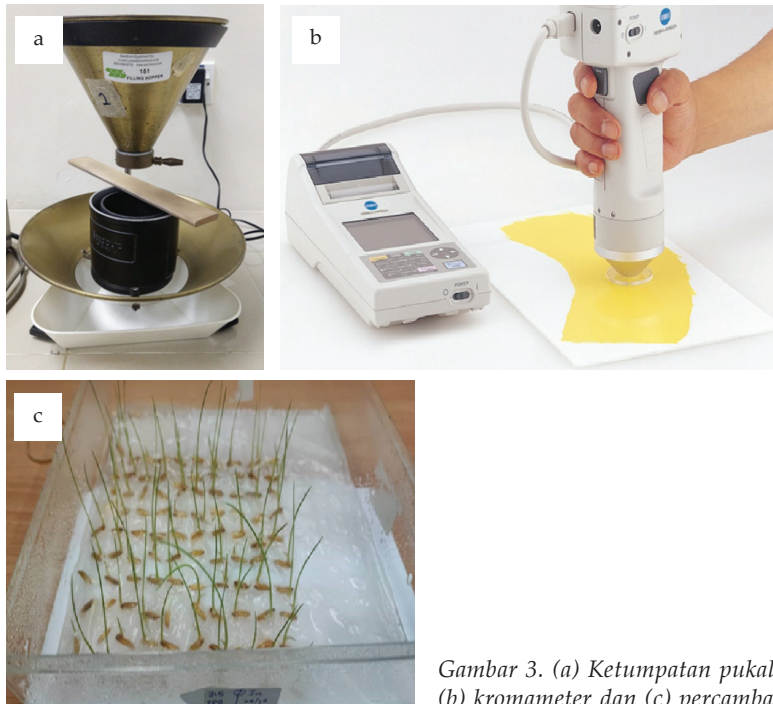
Ketumpatan pukul (BD) adalah salah satu sifat fizikal dan bermaksud nisbah jisim padi kepada jumlah isi padu (pukul) yang ditentukan dengan mengisi bekas bulat dengan isi padu yang diketahui dengan padi. Analisis BD padi dijalankan menggunakan peralatan jenama Seedburo [*Gambar 3(a)*]. Padi seberat 500 g digunakan untuk setiap ujian dan diulang tiga kali. Warna padi bagi setiap sampel diukur menggunakan Kromameter (CR200, Minolta Co. Ltd. Jepun) [*Gambar 3(b)*]. Pengukuran adalah berdasarkan warna $L^*a^*b^*$. Kromameter telah ditentu ukur dengan jubin putih piawai ($L^* = 100.01$; $a^* = -0.01$; $b^* = -0.02$). Ujian percambahan dijalankan selama seminggu. Seratus biji padi digunakan dalam setiap empat replikasi. Percambahan dilakukan dengan menyemai 100 biji padi di atas kertas tisu basah dan dimasukkan ke dalam bekas plastik pada keadaan persekitaran suhu 28 – 30 °C dan RH 80% [*Gambar 3(c)*]. Kiraan percambahan dilakukan pada hari kelima selepas menyemai mengikut MS 469:2012. Peratusan percambahan akhir (FG%) dikira seperti yang berikut:

$$FG (\%) = \frac{\text{Jumlah cambahan}}{\text{Jumlah biji benih}} \times 100$$

Kajian serangan serangga dijalankan ke atas benih padi yang disimpan di dalam bilik sejuk dan bilik suhu ambien. Analisis dilakukan setiap dua bulan dengan memeriksa sampel sebanyak 50 g sama ada terdapat serangga dan mengira jumlah serangga dijumpai. Semua keputusan telah dianalisis menggunakan ANOVA.



Gambar 2. Biji benih padi disimpan di (a) bilik sejuk dan (b) bilik suhu ambien



Gambar 3. (a) Ketumpatan pukal, (b) kromameter dan (c) percambahan

Keputusan dan perbincangan

Ketumpatan pukal (BD) sampel benih padi yang disimpan selama enam bulan di dua lokasi berbeza ditunjukkan seperti dalam *Jadual 2*. Benih yang disimpan di dalam bilik sejuk mempunyai nilai BD dalam julat 42.21 – 47.70 kg/m³. Analisis statistik menunjukkan tiada perubahan signifikan dalam BD walaupun disimpan selama enam bulan. Manakala bagi sampel yang disimpan di bilik suhu ambien adalah sekitar 36.59 – 47.57 kg/m³ mengalami penurunan dalam BD. Ini bermakna suhu (15 – 20 °C) dan kelembapan relatif (RH) (50 – 60%) boleh memainkan peranan untuk mengekalkan nilai BD kerana kurang gangguan serangga, biologi dan lain-lain. Data BD juga menunjukkan tahap ketulenan bijirin kerana kehadiran bahan asing yang ringan mengurangkan ketumpatan butiran. Memandangkan nilai BD benih yang disimpan di dalam bilik sejuk tidak menunjukkan perubahan, ia mungkin tiada kehadiran bahan asing ringan daripada benih yang disimpan pada suhu ambien.

Jadual 3 menunjukkan hasil percambahan benih padi yang telah disimpan di dua lokasi berbeza. Faktor suhu dan kelembapan yang terkawal menyebabkan percambahan biji benih yang disimpan di dalam bilik sejuk kekal melebihi aras percambahan minimum iaitu sentiasa melebihi 80% walaupun disimpan selama enam bulan. Penyimpanan benih padi di luar bilik sejuk dalam persekitaran dengan suhu dan kelembapan relatif (RH%) yang tinggi telah menyebabkan penurunan ketara dalam keupayaan percambahannya. Kesan ini jelas dapat dilihat pada bulan keempat dan keenam, di mana kadar

percambahan menurun bawah 80%. Seperti yang dibincangkan dalam bahagian pengenalan, kesan suhu (bawah 20 °C) dan RH (bawah 60%) dapat mengekalkan peratus percambahan benih padi. Kajian oleh Teng dan Shaharuddin (1982) mendapati bahawa penyimpanan benih dalam persekitaran dingin pada suhu 19 – 23 °C dengan kelembapan relatif (RH) 60% mampu mengekalkan kadar percambahan benih sehingga 18 bulan. Kajian oleh Marques (2014) dan Jungtheerapanich (2017) mendapati bahawa penyimpanan benih padi dalam persekitaran biasa atau suhu tinggi mengakibatkan penurunan kualiti benih berbanding dengan penyimpanan pada suhu rendah yang membantu mengekalkan kualitinya. Mereka juga menegaskan bahawa suhu dan kelembapan memainkan peranan penting serta memberi kesan ketara terhadap percambahan benih padi.

Jadual 4 menunjukkan bahawa padi yang disimpan di bilik sejuk atau di bilik suhu ambien pada bulan pertama ditunjukkan dengan pigmentasi merah (a) pada -0.52 sehingga 1.64, juga mempunyai pigmentasi kuning (b) dalam lingkungan 17.90 – 21.87 dan tahap keputihan (L) 58.25 – 65.90. Berdasarkan analisis statistik kesemua varieti benih padi tidak menunjukkan perubahan warna yang ketara sama ada L, a atau b selama enam bulan semasa benih padi disimpan di dalam bilik simpanan. Berbanding dengan benih yang disimpan di luar, hampir semua benih mengalami perubahan warna yang signifikan dalam L, a atau b kecuali MR 297. Penetapan suhu dan kelembapan yang sesuai berpotensi mengurangkan perubahan warna benih padi. Penyimpanan dalam bilik sejuk dengan suhu dan kelembapan relatif yang optimum boleh menghalang sebarang perubahan warna. Menurut Golipour (2015), pendedahan kepada persekitaran bersuhu tinggi akan menyebabkan perubahan warna yang lebih gelap pada permukaan benih padi.

Serangga didapati lebih banyak ditemui dalam benih padi yang disimpan di bilik suhu ambien seperti yang ditunjukkan dalam *Jadual 5*. Berbanding dengan padi yang disimpan di dalam bilik sejuk dengan suhu dan RH yang ditetapkan, ia berjaya menghalang serangga hidup walaupun sehingga enam bulan. Ini disebabkan oleh suhu bilik simpanan yang digunakan dalam kajian ini, iaitu antara 15 – 20 °C berkesan dalam menghentikan pertumbuhan serangga seperti yang dinyatakan dalam *Jadual 1*. Manakala benih yang disimpan di luar bilik penyimpanan, lebih banyak serangga yang ditemui pada bulan keenam terutama daripada spesies *Sitotroga cerealella* (582 serangga) diikuti oleh *Ryzhopertha dominica* (47 serangga). *Sitotroga cerealella* merupakan serangga yang paling merosakkan dan sering ditemui, menjadikannya antara ancaman utama dalam penyimpanan padi. Serangga ini mula menyerang tanaman sejak dari ladang dan sepanjang tempoh penyimpanan. Faktor suhu dan kelembapan yang melebihi had kritikal (20 °C dan RH 60%) telah mempercepatkan pembiakan serangga dan meningkatkan kerosakan terhadap benih padi.

Penyimpanan secara tradisional pada suhu bilik biasa menyumbang kepada peningkatan ketara dalam serangan kumbang padi serta meningkatkan kebarangkalian pengesanan kulat seperti *Alternaria* sp., *Nigrospora oryzae* dan *Fusarium* spp. berbanding dengan kaedah penyimpanan sejuk. Ini kerana serangga tidak dapat mengawal suhu badannya yang boleh menyebabkan kadar perkembangan dan pembiakan akan meningkat dengan peningkatan suhu sehingga mencapai had kritikal. Akibatnya, kebanyakan daripadanya menjadi tidak aktif atau tidak membiak pada suhu rendah (10 – 15 °C) dan akan mati selepas tempoh yang lama pada suhu yang sangat rendah (0 – 5 °C).

Jadual 2. Keputusan ketumpatan pukal biji benih disimpan selama enam bulan

Varieti	Bilik sejuk (kg/m ³)			Bilik suhu ambien (kg/m ³)		
	MR 315	MR 297	MR 76	MR 315	MR 297	MR 76
BD (kg/m ³) bulan 1	42.53a	45.58a	47.70a	41.06a	44.05a	47.57a
BD (kg/m ³) bulan 6	42.21a	45.80a	47.13a	36.59b	41.49b	46.41b

Nilai yang sama abjad di dalam lajur menegak tidak signifikan

Jadual 3. Keputusan percambahan biji benih hingga enam bulan

Bulan/varieti	Bilik sejuk (%)			Bilik suhu ambien (%)		
	MR 315	MR 297	MR 76	MR 315	MR 297	MR 76
2	87(2.94)	88.67(2.45)	89(5.26)	83.67(7.70)	84.67(2.50)	91.33(2.16)
4	84(3.87)	90.33(4.86)	88.33(2.52)	63(6.65)	58.33(13.99)	79.33(4.27)
6	86.67(3.30)	80(4.24)	89.67(1.29)	63(6.65)	21(2.38)	51.33(5.92)

Nilai dalam kurungan adalah sisihan piawai

Jadual 4. Keputusan ujian warna biji benih padi yang disimpan selama enam bulan

	MR 315			MR 76			MR 297		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Bilik sejuk (satu bulan)	64.94a	-0.52a	19.97a	64.24a	1.35a	20.32a	58.25a	0.57a	17.90a
Bilik sejuk (enam bulan)	60.79a	-1.06a	22.22a	63.44a	1.26a	23.64b	61.46a	1.20a	24.06b
Bilik ambien (satu bulan)	64.05a	0.51a	20.71a	65.9a	1.64a	21.87a	64.66a	1.05a	21.77a
Bilik ambien (enam bulan)	60.93b	-0.17b	22.75a	63.80b	1.05b	23.53b	62.40a	0.77a	23.47a

Nilai yang sama abjad di dalam jalur menegak tidak signifikan

Jadual 5. Bilangan serangga di dalam biji benih yang disimpan selama enam bulan

		<i>Tribolium castaneum</i> (TC)	<i>Sitatroga cerealella</i> (SC)	<i>Sithopilos oryzae</i> (SO)	<i>Ryzhopertha dominica</i> (RD)	Lain-lain
Bilik sejuk (tiga bulan)	MR 297	0	0	0	0	0
	MRQ 76	0	0	0	0	0
	MR 315	0	0	0	0	0
Bilik sejuk (enam bulan)	MR 297	0	0	0	0	0
	MRQ 76	0	0	0	0	0
	MR 315	0	0	0	0	0
Bilik ambien (tiga bulan)	MR 297	0	0	1	0	11
	MRQ 76	3	0	0	0	0
	MR 315	0	2	1	0	15
Bilik ambien (enam bulan)	MR 297	0	154	4	1	15
	MRQ 76	0	18	0	46	0
	MR 315	14	410	21	0	0

Kesimpulan

Kualiti benih padi yang disimpan selama enam bulan didapati lebih terkawal apabila disimpan di dalam bilik sejuk dengan suhu 15 – 20 °C dan kelembapan antara 50 – 60%. Keadaan ini mampu memastikan benih sentiasa dalam keadaan percambahan terkawal, tiada perubahan warna, ketumpatan pukal (BD) kekal tidak berubah dan tidak diserang serangga dan seterusnya menjamin keselamatan benih padi.

Penghargaan

Penulis merakamkan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada MARDI atas sokongan kewangan melalui Projek Pembangunan P-RM521 yang telah memungkinkan kejayaan kajian ini.

Bibliografi

- Anon. (1985). The germination test. *Seed Sciences & Technology*, 13(2), 421–63.
- Afshari-Jouybari, H., & Farahnaky, A. (2011). Evaluation of photoshop software potential for food colorimetry. *Journal Food Engineering*, 106, 170–175.
- Bushra, S., & Aslam, M. (2013). Management of *Sitotroga cerealella* in stored cereal grains: a review, *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, Vol. 47, 19, 2365–2376.
- Banks, H. J., & Fields, P. G. (1995). Physical methods for insect control in stored grain ecosystem. Dalam: *Stored-grain Ecosystems*, (D.S. Jayas, N. D. G. White, & W. E. Muir, eds.), Marcel Dekker Inc., New York, m.s. 353–410.
- Fields, P. G. (1992). The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. *J. Stored Prod. Res.*, 28, 89–118.
- Golpour, I., Amiri Chayjan, R., Amiri Parian, J., & Khazaei, J. (2015). Prediction of paddy moisture content during thin layer drying using machine vision and artificial neural networks. *Journal Agricultural Science Technology*, 17, 287–298.
- Jungtheerapanich, S., Tananuwong, K., & Anuntagool, J. (2017). Aging kinetics of low amylose rice during storage at ambient and chilled temperatures. *International Journal Food Properties*, 20, 1904–1912.
- Kawamura, S., K. Takekura, Ogawa, T., & Hoh, K. (2000). Long-term storage of rough rice at temperatures below ice point. *ASAE Paper No. 00–6041*. S1., Joseph, Mich., ASAE.
- Katta, M. Y., Kamara, M. M., Abd El-Aty, S. M. & Elgamal, H. W. (2019). Effect of storage temperature on storage efficacy, germination and physical characters of some paddy rice cultivars during different storage periods. *Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University*, 64 (1), 61–69.
- Khush, G. S. (2005). What it will take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030. *Plant Molecule Biology* 2005, 59(1), 1–6.
- Malaysian Standard MS 469:2012 (2012). Rice (*Oryza sativa* L.) inbred seed planting materials – Specification (Second revision).
- Marques, E. R., Araújo, E. F., Araújo, R. F., Filho, S. M., & Soares, P. C. (2014). Seed quality of rice cultivars stored in different environments. *Journal Seed Sciences*, 36, 32–39.
- Mohebbi, M., Shahidi, F., Fathi, M., Ehtiati, A., & Noshad, M. (2011). Prediction of moisture content in pre-osmosed and ultrasounded dried banana using genetic algorithm and neural network. *Food Bioproduction Process*, 84(4), 362–366.
- Sharma, N., & Khanna, R. (2019). Rice grain quality: Current developments and future prospects. In recent advances in grain crops research. Rijeka, Croatia; *IntechOpen*: m.s. 105.
- Shlomo, N., & Jonathan, D. (2005). *Innovative Environmentally Friendly Technologies to Maintain Quality of Durable Agricultural Produce*. m.s. 203–260. Green storage Ltd.

- Semple, R. L., Hicks, P. A., Lozare, J. V., & Castermans, A. (1992). Towards integrated commodity and pest management in grain storage. Proceedings and selected papers from the Regional Training Course on Integrated Pest Management Strategies in Grain Storage Systems, conducted by the National Post Harvest Institute for Research and Extension (NAPHIRE), Department of Agriculture, June 6 – 18, 1988, Philippines.
- Teng, Y. T., & Shaharuddin, M. D. (1982). The effects of sun and oven-drying on the germination and storability of rice (*Oryza sativa*) seeds. *MARDI Research Bulletin*, 10, 2, 131–137.
- Wan, P., Long, C., & Huang, X. (2011). A detection method of rice process quality based on the color and bp neural network. Conference of the 4th Computer and Computing Technologies in Agriculture, 22 – 25 October, Nanchang, China, 344, 25–34.
- Wang W., A., He, S., Peng, J., Huang, K. Cui, & Nie, L. (2018). The effect of storage condition and duration on the deterioration of primed rice seeds. *Frontier Plant Sciences*, 9, Article 172.

Ringkasan

Penanaman padi merupakan aktiviti pertanian kedua terbesar selepas industri kelapa sawit di Malaysia. Keluasan penanaman padi ialah 614,082 hektar pada tahun 2023. Pengeluaran padi menunjukkan pertumbuhan positif sebanyak 2,138,788 tan pada tahun 1994 kepada 2,175,749 tan pada tahun 2023. Penanaman padi bermula daripada benih yang perlu dibekalkan dan disimpan bagi memastikan kesinambungan penanaman padi serta bekalan beras negara terus terjamin. Penambahbaikan sistem penyimpanan benih padi di MARDI Parit Perak, telah dilaksanakan. Keupayaan bilik simpanan dengan suhu 15 – 20 °C dan kelembapan bandingan 50 – 60% terhadap kualiti tiga varieti benih padi telah dikaji. Beberapa analisis telah dijalankan, termasuk ujian percambahan, perubahan warna, kawalan serangga dan ketumpatan pukal (BD) benih padi sepanjang tempoh penyimpanan. Hasil kajian menunjukkan bahawa kadar percambahan benih padi yang disimpan di dalam bilik simpanan kekal melebihi 80%, berbanding dengan yang disimpan di luar bilik. Selain itu, penyimpanan di dalam bilik simpanan yang mempunyai suhu dan kelembapan relatif (RH) yang rendah juga berjaya mencegah pembiakan serangga. Penyimpanan di dalam bilik simpanan dengan suhu dan kelembapan yang sesuai telah terbukti dapat mengekalkan kadar percambahan benih, menghalang serangan serangga dan seterusnya menjamin keselamatan makanan negara.

Summary

Paddy cultivation is the second largest agricultural activity after the oil palm industry in Malaysia. The total area of paddy cultivation was 614,082 hectares in 2023. Paddy production showed a positive growth of 2,138,788 tons in 1994 to 2,175,749 tons in 2023. Paddy cultivation begins with seeds that need to be supplied and stored to ensure the continuity of paddy production and national rice supply. Improvements to the rice seed storage system at MARDI Parit, Perak, have been implemented. The effectiveness of a storage room maintained at temperature of 15 – 20 °C and relative humidity of 50 – 60% on the quality of three paddy seeds varieties have been studied. Several analyses were conducted including germination rate, colour, insect control and bulk density (BD) of paddy seeds during storage. The germination rate of paddy seeds stored in the storage room remained above 80% compared to those stored outside. Additionally, insect infestations were successfully prevented when seeds were kept in storage rooms with low temperature and relative humidity (RH). Storage in a room with appropriate temperature and humidity has been proven to maintain seed germination rates, prevent insect infestations, and ultimately ensure the country's food security.

Pengarang

Mohamad Jani Saad (Dr.)

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

E-mel: jani@mardi.gov.my

Teoh Chin Chuang (Dr.), Masniza Sairi (Ts. Dr.) dan Amir Ridzuan Shamsulkamal
Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Azzami Adam Muhamad Mujaib

Pusat Pengkomersialan Teknologi dan Bisnes, MARDI Parit,
Kg. Padang Kangar, 32800 Parit, Perak

Muhamad Qarari Ridzwan

Pusat Pengkomersialan Teknologi dan Bisnes, MARDI Seberang Perai,
13200 Kepala Batas, Pulau Pinang