

# Makalah Akademika

## PADI MUTAN:

## APA YANG PERLU DIKETAHUI?

Oleh  
DR NOR'AISHAH HASAN

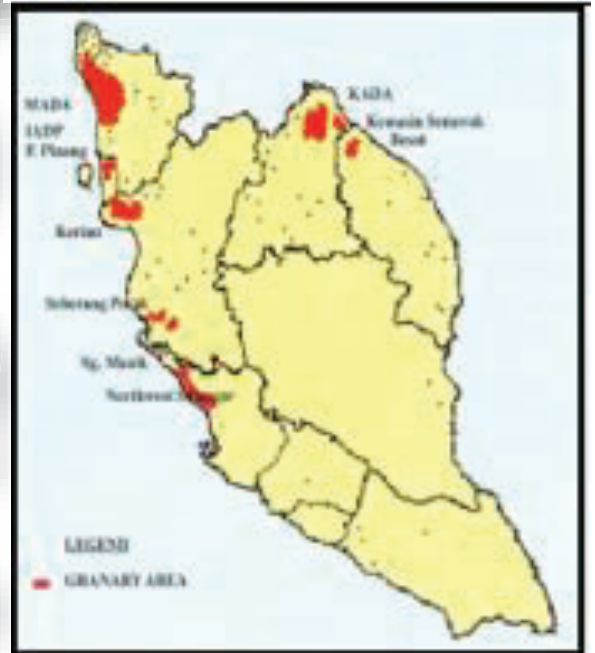
Pusat Pengajian Biologi,  
UiTM Cawangan Negeri Sembilan,  
Kampus Kuala Pilah, Pekan Parit Tinggi,  
72000 Kuala Pilah, Negeri Sembilan

[aishahnh@uitm.edu.my](mailto:aishahnh@uitm.edu.my)

Editor: Dr Nurhamimah Zainal Abidin

Jadual 1. Pengeluaran tanaman beras di Malaysia (DOA, 2021)

Year	Production (million tonnes)	Production Value (RM '000)
2014	1.769	3 209 212
2015	1.769	3 090 641
2016	1.800	3 088 400
2017	1.800	2 888 133
2018	1.800	2 953 781



Gambar 2. Pengeluaran tanaman beras di Malaysia  
Sumber gambar: Jabatan Pertanian

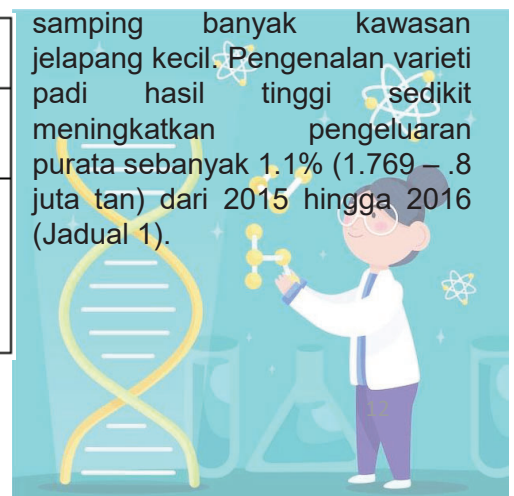
**Padi** berasal dari keluarga Poaceae dan terdapat dua spesies khusus iaitu *Oryzae sativa* dan *Oryzae glaberrima*. Beras merupakan tanaman ketiga paling banyak ditanam di dunia (FAO, 2022) dengan Asia mendahului dengan menguasai sehingga 90% pengeluaran beras global. Malaysia merupakan tempat ke-28 (pengeluaran beras dunia) dimana 1.8 juta tan metrik yang ditanam di sawah seluas 0.70 juta. Sasaran 90% SSL (*Self Sufficiency Level*), namun hanya 70% berjaya dihasilkan dan 30% diimport dari Myanmar dan Thailand. Kawasan penanaman padi kekal malar (0.67-0.70 juta ha) sepanjang 10 tahun.

Di Malaysia, terdapat dua musim penanaman padi: musim utama (September - Disember) dan musim luar (Februari - Mei). Padi merupakan tanaman ketiga paling banyak ditanam di Semenanjung Malaysia, meliputi lebih 381, 583 hektar melalui lapan kawasan jelapang utama: Lembaga Kemajuan Pertanian Muda (MADA), Lembaga Kemajuan Pertanian Kemubu (KADA) dan Kawasan Kemajuan Pertanian Bersepadu (IADA) Kerian, Barat Laut Selangor, Pulau Pinang, Seberang Perak, Ketara dan Kemasin Semerak, di

samping banyak kawasan jelapang kecil. Pengenalan varieti padi hasil tinggi sedikit meningkatkan pengeluaran purata sebanyak 1.1% (1.769 – .8 juta tan) dari 2015 hingga 2016 (Jadual 1).

<i>O. sativa</i>		<i>O. glaberrima</i>
<i>ssp indica</i>	<i>ssp japonica</i>	
Kesemua tempat	Jepun, Korea dan beberapa bahagian di utara dan barat China	Afrika
Long grain Non-sticky 	Short grain Sticky 	Brittle grain 

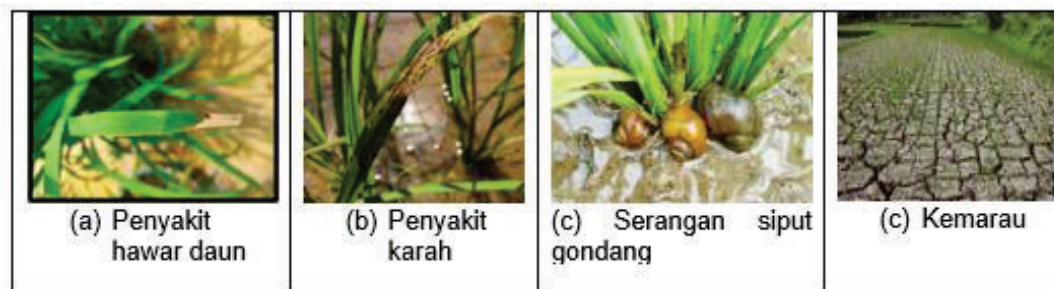
Gambar 1. Jenis dan taburan padi.  
Sumber gambar: Google



Walau bagaimanapun, penggunaan domestik meningkat daripada 2.30 kepada 2.69 juta tan antara 2010 hingga 2020, pada kadar pertumbuhan penduduk sebanyak 1.6%. Petani dan pemaju padi kecil adalah kumpulan yang paling terjejas kerana mereka memperoleh margin keuntungan yang lebih kecil daripada pemegang kepentingan industri yang lebih tinggi. Oleh itu, pengeluaran beras yang mampan adalah penting di Malaysia untuk memastikan keselamatan makanan dan menangani kemiskinan.

### Tekanan biotik dan abiotik terhadap padi

Tanaman padi terdedah kepada pelbagai jenis tekanan, sama ada biotik dan abiotik. Tekanan biotik termasuk perosak serangga, kulat, bakteria, virus, dan ketoksikan herbisida. Tekanan abiotik adalah seperti kemarau, sejuk, dan kemasinan.



**Gambar 3. Tekanan terhadap pertumbuhan padi.**  
Sumber gambar: Penulis

### Pengurusan peningkatan hasil padi

Banyak strategi pengurusan telah diamalkan, walau bagaimanapun, penyakit dan perubahan iklim masih menjadi penghalang untuk mencapai pengeluaran beras yang tinggi.

**Jadual 2. Jadual menerangkan kaedah cara serta keburukan yang bakal berlaku**

Kaedah	Cara	Keburukan
Amalan penanaman	Pembajaan, rotasi tanaman	Serangan terhadap patogen
Kaedah biologi	Mikrob efektif	Kesan sampingan terhadap biodiversiti
Kaedah kimia	Pestisid	Berbahaya kepada kesihatan
Varieti rintang	Konvensional	Memerlukan masa yang lama
	Teknologi molekul pembantuan	

### Pembiakbakaan padi

**Mutagenesis** ialah proses yang mengubah asid deoksiribonukleik (DNA) organisma seterusnya mengakibatkan mutasi gen. Mutasi berlaku sama ada oleh kesilapan dalam replikasi DNA atau pendedahan kepada sinaran semula jadi. Perubahan atau mutasi yang diwarisi akhirnya menghasilkan ciri-ciri baharu yang diwarisi daripada ibu bapa kepada anak sehingga memacu evolusi baharu. Kecergasan unggul biasanya timbul daripada ciri penyesuaian novel yang dimiliki oleh mutan sekali gus meningkatkan kadar kemandirian dan kebolehsuaian generasi mereka terhadap perubahan dalam persekitaran. Beberapa penemuan perintis mutasi dalam barli dan jagung telah membuka mata manusia untuk mula mendorong mutasi sebagai alat pembaikan tanaman.

Berikutan penemuan itu, beberapa kaedah *mutagenesis* telah digunakan sejak pertengahan 1930-an untuk pembangunan tanaman yang lebih baik dengan ciri-ciri yang diingini.

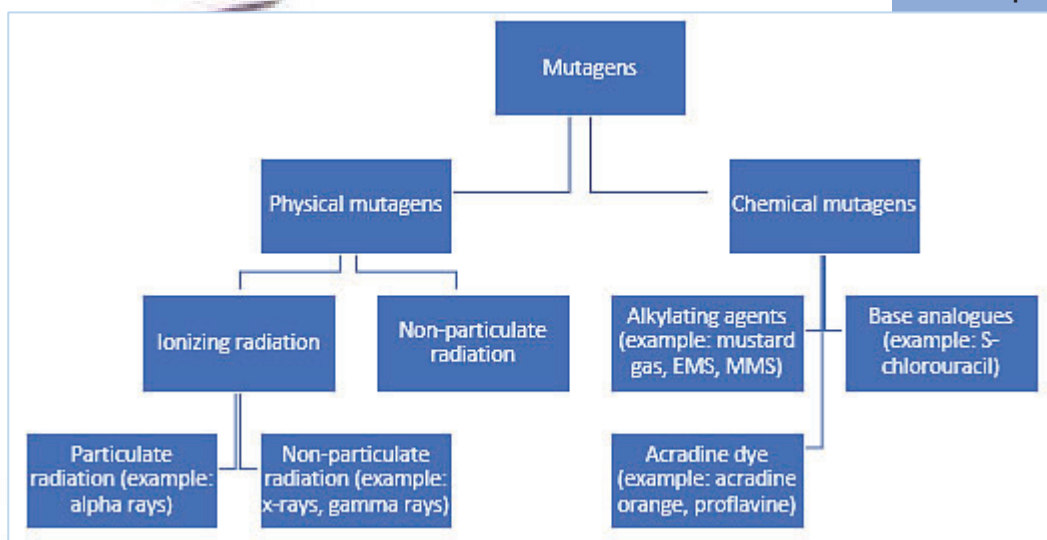


**Gambar 4. (Atas) Mesin Biobeam: Sumber Cobalt-60 untuk akut-gamma.**

**(Bawah) Gamma Greenhouse (GGH) di Malaysia Nuklear Agensi, Dengkil, Selangor, Malaysia**



**Gambar ihsan : Agensi Nuklear Malaysia**



Rajah 1. Penerangan berkenaan *Mutagens*

“Oleh itu, kaedah penyinaran yang lebih tepat dan lebih cepat diperlukan untuk menghasilkan tanaman dengan ciri-ciri yang diinginkan.”

Sinar-X, sinar alfa, sinar beta, dan sinar gamma adalah mutagen fizikal yang biasa digunakan untuk mendorong mutasi dalam tanaman. Sinar gamma diperoleh daripada proses pereputan nukleus atom yang tidak stabil. Mereka mempunyai panjang gelombang yang lebih pendek dengan itu mengandungi lebih banyak tenaga setiap foton daripada sinar-X). Sinaran gamma mono energetik biasanya diperoleh daripada radioisotop, berbeza dengan sinar-X. Selain berlaku secara semula jadi daripada isotop yang dinyatakan sebelum ini, sinar gamma juga dihasilkan secara buatan melalui siklotron. Isotop Cobalt-60 ( $^{60}\text{Co}$ ) dan Caesium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) adalah sumber utama sinar gamma. Caesium-137 digunakan untuk penyinaran gamma kronik manakala Cobalt-60 adalah sumber untuk penyinaran gamma akut. Sinaran gamma akut ialah pendedahan pada dos yang tinggi dalam jangka masa yang singkat, manakala sinaran gamma kronik ialah pendedahan sampel kepada sinaran gamma dalam jangka masa yang panjang.

Caesium-137 mempunyai separuh hayat 30.17 tahun dan digunakan dalam banyak pemasangan seperti Rumah Hijau Gamma (GGH) di Malaysia. Penyinaran gamma kronik menghasilkan spektrum mutasi yang luas sekali gus sangat berguna dalam meminimumkan kerosakan sinaran ke arah mendapatkan sifat baharu yang dipertingkatkan untuk nilai komersial. Walau bagaimanapun, ia mengambil masa yang lebih lama untuk menembusi sel tumbuhan kerana kuasa penembusan adalah lebih lemah daripada penyinaran gamma akut. Mutasi adalah perlumbaan terhadap masa kerana persekitaran berkembang lebih cepat daripada kemunculan ciri novel penyesuaian.

Penyinaran gamma akut datang daripada isotop Cobalt-60 yang mempunyai separuh hayat yang lebih pendek kira-kira 5.26 tahun. Walaupun ia mempunyai jangka hayat yang lebih pendek, Cobalt-60 digunakan secara meluas untuk kuasa penembusan yang lebih tinggi, dos penyinaran yang lebih tinggi dan masa yang lebih cepat untuk menyinari sampel.

### Pembangunan tanaman padi melalui penyinaran gamma

Tanaman makanan seperti padi telah digunakan dengan penyinaran sedemikian untuk mengurangkan watak negatif di samping meningkatkan sifat positif. Ciri-ciri utama yang perlu diperbaiki dengan pembiakan mutasi termasuk komponen hasil dan hasil, toleransi terhadap tegasan abiotik, ketahanan terhadap tegasan biotik, kualiti, dan ciri agronomic. Sehingga 2019, terdapat 823 varieti beras mutan yang dibangunkan dan ditanam di lebih 30 negara, dengan China dan Jepun masing-masing menyumbang 35.6% dan 26.8% daripada jumlah keseluruhan. Di Malaysia, program pembiakan mutasi dalam padi telah dimulakan sejak 1978 dengan pembangunan varietipadi mutan Mahsuri. Sejak itu, perkembangan teknologi aruhan mutasi telah berkembang dengan baik dengan varieti padi mutan lain antaranya PS1297 Pongsu Seribu 2 183, Q34, Muda 2, Manik, MA03 (Tongkat Ali) Manik 1989, MRQ 50 (Puteri), SPM129, SPM 130, SPM, NMR151, NMR152. Sehingga kini, Malaysia melalui Agensi Nuklear Malaysia giat membangunkan varieti padi baru menggunakan teknik mutasi.

Pelancaran padi tahan kemarau IS21 menunjukkan kejayaan penggunaan teknik mutasi di dalam membangunkan varieti padi yang tahan kemarau dengan hasil yang sangat tinggi.

**Jadual 3. Kultivar padi mutan yang dihasilkan melalui mutagenesis**

Ciri	Kultivar/Negara
Tinggi hasil	Zhefu (China)– 8 kultivar
Toleransi kemasinan	NIAB-IRRI-9 (India)
Toleransi kemasinan	VND95-20 (VietNam)
Rintang terhadap karah dan virus	Camago-8 (Costa Rica)
Kualiti bijiran	VND95-20 (Vietnam)
Kualiti bijiran	Shwewartun (Myanmar)
Endosperm <i>glutinous</i>	RD6 (Thailand)
Separa- rendah	Reimei (Japan)
Saiz pendek	Calrose-76 (USA)
Bertubuh pendek, awal kematangan	TNDB-100 (VietNam)
Tahan kemarau, hasil tinggi	IS21 (Malaysia)

Sehingga kini, penyelidikan giat dijalankan oleh Agensi Nuklear Malaysia dengan kolaborasi beberapa Universiti tempatan termasuklah Universiti Teknologi MARA bagi membangunkan beberapa padi mutan yang tahan terhadap perubahan iklim. Dengan sokongan teknikal dan kewangan dari International Atomic Energy Agency (IAEA), pasukan penyelidik padi mutan komited dengan program pembangunan padi mutan di Malaysia dan diharapkan mampu meningkatkan tahap SSL negara serta membantu kestabilan keselamatan negara.



**Gambar 5. Penyelidikan Mahsuri mutan.**  
Gambar ihsan: Agensi Nuklear Malaysia



**Gambar 6. Majlis perasmian varieti padi baru IS21**  
Gambar ihsan: Agensi Nuklear Malaysia



**Gambar 7. Pasukan penyelidik padi mutan dalam mesyuarat pembangunan padi mutan anjuran International Atomic Energy Agency.**