



# EON

Epitome of Nature



**TS DR  
NOR'AISHAH  
HASAN**

***SRIKANDI TEKNOLOGI***

**OMEGA-3  
PERANAN IKAN**

**MAKMAL  
MEGA  
PERANAN DALAM  
BIOLOGI MOLEKUL**

**CANVA  
MAKMAL  
KOMPUTER MAYA?**

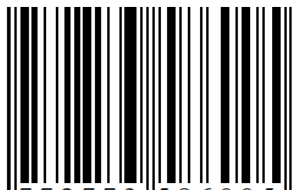
**TEKNOLOGI  
PLASTIK  
APAKAH KESANNYA?**

**RISK  
MANAGEMENT IN  
MICROBIOLOGY  
LABORATORY**

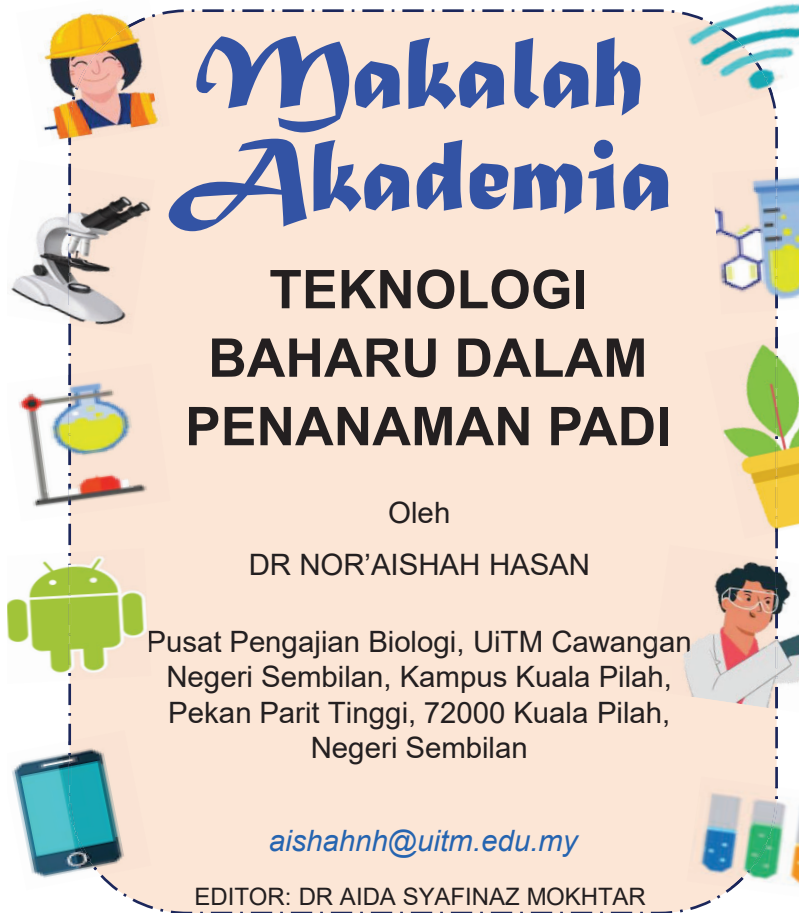
**KENALI PENYAKIT  
IKAN DALAM  
MAKMAL**

**PLOGGING:  
A NEW TREND IN  
ENVIRONMENT?**

ISSN 2773-5869



9 772773 586005



# Makalah Akademia

## TEKNOLOGI BAHARU DALAM PENANAMAN PADI

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 AIDA SYAFINAZ MOKHTAR

### Pembiakbakaan secara molekul

Pembiakbakaan tumbuhan terutamanya dalam pembiakan baka padi menjadi lebih efisien disebabkan oleh kemajuan pembiakan molekul (*molecular breeding*). Teknologi ini juga menghasilkan baka yang kini berpotensi mendatangkan hasil yang tinggi dan tahan serangan perosak serta penyakit. Secara tidak langsung, ini akan mengurangkan kos pengeluaran dengan cara mengurangkan penggunaan bahan input pertanian. Melalui teknik ini, progeni yang tidak membawa gen rintang yang dikehendaki boleh disingkirkan melalui proses saringan.

Disamping itu, ianya juga dapat menjimatkan kos kerana proses pemilihan hanya mengekalkan progeni yang hanya mengandungi gen rintang sahaja. Proses pemilihan dapat dilakukan secara tepat dan tidak bergantung kepada ciri fenotip semata-mata sekaligus membantu pembiakbakaan semasa proses saringan. Sehingga kini, terdapat pelbagai penanda molekul telah dibangunkan bagi membantu pembiakbakaan dalam pemilihan progeni berpotensi seperti jujukan ringkas berulang (SSR), jujukan polimorfisme teramplifikasi terpotong (CAPS), polimorfisme nukleotida tunggal (SNP) dan banyak lagi. Locus ciri kuantitatif (QTL) berkaitan dengan ciri rintang biotik dan tahan abiotik telah banyak dikenalpasti dan digunakan di dalam program-program pembiakbakaan padi. Kemajuan teknologi penjujukan genom dengan harga kos efektif membantu pembiakbakaan di dalam pembangunan padi unggul.

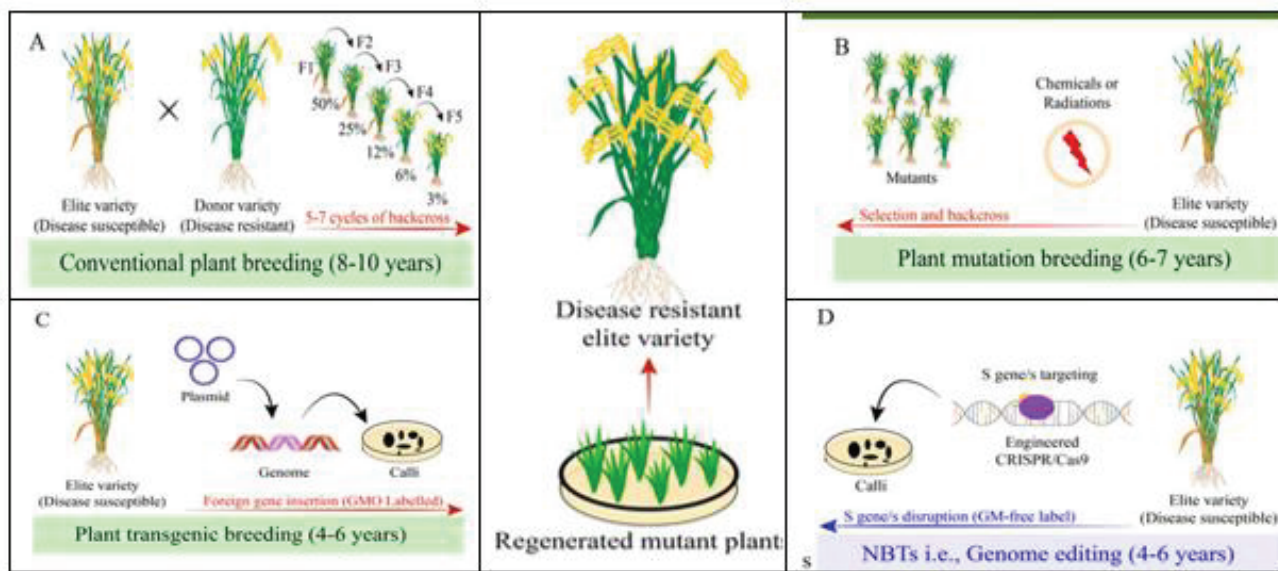
## Pembiakbakaan padi

telah dijalankan sejak sekian lama dan merupakan pekerjaan penting di Malaysia kerana beras merupakan makanan utama untuk kegunaan domestik dan eksport. Pencapaian baharu era genetik moden yang digunakan telah menyumbang kepada aktiviti pembiakbakaan di negara ini. Jujukan genom, pembiakan molekul dan teknik mutasi memainkan peranan penting dalam membangunkan varian baharu dengan ciri-ciri menarik yang memenuhi permintaan pasaran semasa. Sepanjang beberapa dekad lalu, terdapat banyak varian yang dibangunkan oleh saintis Malaysia dengan kerjasama pembiakbakaan padi setelah mendapat kelulusan oleh Jawatankuasa Penilaian Biji Benih Padi. Walau bagaimanapun, sangat sedikit penghasilan varian mega domestic yang mampu mengatasi varian yang diimport.

Oleh itu, penanaman padi di negara ini berdepan dengan cabaran besar, termasuk keterbatasan teknologi, bajet, dan juga bakat dalam penyelidikan asas untuk bersaing dengan negara pengeluar padi lain. Matlamat sasaran dan pendekatan jangka panjang untuk pembiakan padi perlu diberi keutamaan secara jelas untuk menjamin keselamatan makanan negara dan memperkasakan pembangunan pembiakbakaan padi di negara ini. Terdapat pelbagai teknologi yang digunakan pada masa kini di dalam penanaman padi.



**Gambar 1. Pembiakan pantas padi**  
(Ihsan IRRI)



(Ihsan Ahmad et al., 2020)

Rajah 1. Pembiakbakaan secara molekul

**Pembiakan pantas (*Speed breeding*)**

Pembiakan pantas ialah teknologi baharu yang bertujuan untuk memendekkan kitaran pembiakan pertanian dan mempercepatkan pembaikan tanaman melalui kemajuan penjanaan yang pesat. Menanam tanaman dalam ruang pertumbuhan khusus untuk pembiakan pantas telah mempercepatkan proses penyelidikan berkaitan fenotaip tumbuhan dewasa, persilangan, mutan dan transformasi. Kini, protokol pembiakan pantas sedang dibangunkan untuk beberapa jenis tanaman. Tidak seperti teknologi haploid dua kali ganda yang menggunakan embrio haploid untuk menghasilkan garis homozigot sepenuhnya, pembiakan pantas adalah lebih sesuai untuk pelbagai germplasma serta tidak memerlukan peralatan kultur khas *in vitro*. Premis pembiakan pantas digunakan untuk mempercepatkan kadar fotosintesis dengan menyediakan keamatan cahaya yang optimum, suhu dan peraturan tempoh siang (cahaya 22 jam, 22°C siang/17°C malam, dan keamatan cahaya yang tinggi), bersama-sama dengan penuaian benih tahunan untuk meminimumkan tempoh penjanaan. Pembungaan pula dikawal oleh keamatan dan panjang gelombang cahaya.

Walaupun bagaimanapun, kepantasan peningkatan hasil dalam kebanyakan usaha pembiakan tanaman masih tidak mencukupi untuk memenuhi peningkatan permintaan makanan yang disebabkan oleh populasi global yang berkembang pesat. Tempoh penanaman yang sangat lama menghadkan pembangunan varian tanaman yang lebih baik dalam pembiakan tumbuhan.

Perkembangan pesat varian tumbuhan yang lebih baik adalah satu strategi untuk mengurangkan isu kekurangan makanan dan meningkatkan keselamatan makanan. Melalui kemajuan penjanaan yang pesat, pembiakan pantas telah memendekkan kitaran pembiakan dan mempercepatkan penyelidikan tanaman. Pembiakan pantas boleh dilakukan dalam pelbagai kaedah, salah satunya adalah dengan memanjangkan tempoh pendedahan cahaya harian tumbuhan, dipasangkan dengan penuaian benih awal untuk kitaran lebih pantas dari benih ke benih, mengurangkan masa penjanaan untuk beberapa hari atau hari yang panjang. Sebagai contoh, genotip padi 'Nerica L-19' telah berjaya disemai pada hari ke-70 dibawah keadaan cahaya merah.



**Gambar 2. Teknologi Pertanian Pintar**  
(Ihsan Bernama, 2022)

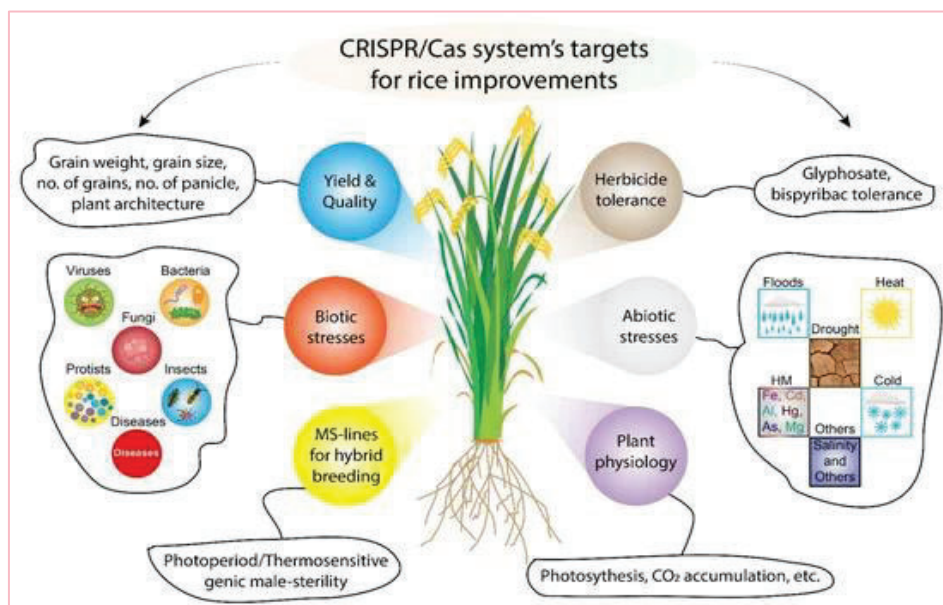
## Kejuruteraan Genetik dan Kajian Penyuntingan Genom (GET)

Teknik pembiakan dan mutagenesis konvensional membawa gen yang tidak diinginkan bersama dengan gen yang disasarkan, dan mengambil masa yang lama; justeru penghasilan tidak memenuhi keperluan (meningkatkan pengeluaran dan parameter kualiti dengan pantas untuk menghadapi cabaran kelaparan dan kekurangan zat makanan dunia). Selain itu, proses penghibridan yang dilakukan antara dua tumbuhan daripada spesies yang sama akan mengehendakan pengenalan gen dan sifat baharu.

Teknologi penyuntingan genom berkuasa (GET) menangani batasan pembiakan mutasi konvensional ini dan mampu memindahkan sifat yang dikehendaki dalam mana-mana spesies tumbuhan dalam masa yang singkat justeru teknologi ini berpotensi besar untuk mempercepatkan program pembiakan. Maklumat terperinci tentang urutan, struktur dan fungsi gen, gen novel, dan lokus sifat kuantitatif (QTL) yang bertanggungjawab untuk ciri-ciri yang diminati adalah penting untuk teknologi GET. GET mengubasuai gen tertentu bagi sifat yang dikehendaki dengan memotong DNA melalui nuklease khusus sasaran; dengan itu, proses pembiakan berlaku dengan pantas. Endonuklease khusus tapak (SSE) iaitu nuklease jari zink dan nuklease efektor seperti pengaktif transkripsi, telah diperkenalkan sedekad lalu dan digunakan secara meluas sebagai alat penyuntingan gen. GET telah digunakan untuk meningkatkan hasil bijirin, kualiti bijirin, dan rintangan racun herba dalam beras.

## Teknologi Pertanian Pintar (*Smart Farming*)

Teknologi pertanian pintar ialah konsep pengurusan yang tertumpu kepada penyediaan infrastruktur industri pertanian untuk memanfaatkan teknologi termaju. Ini termasuk Internet Pelbagai Benda (*Internet of Things; IoT*) untuk menjejak, memantau, mengautomasi dan menganalisis operasi. Teknologi ini melibatkan penggunaan sepenuhnya IoT yang dikatakan mampu untuk meningkatkan pengeluaran hasil padi negara. Proses penyediaan tanah sebagai tapak semeaian sehingga penuaian hasil tanaman, system penderiaan (sensor) digunakan bagi mengumpul maklumat seperti status nutrien dalam pokok dan tanah, cuaca persekitaran dan keadaan air. Maklumat yang terkumpul di gunakan untuk mendapatkan input yang tepat bagi penggunaan baja dan benih pada kadar yang optimum pada masa yang tepat. Selain itu, teknologi pertanian pintar juga melibatkan penggunaan *Global Positioning System (GPS)* bagi mendapatkan data penanaman yang tepat, dan sistem amaran awal bagi mengesan perosak dan penyakit. Teknologi pertanian pintar ini menerapkan konsep revolusi industri 4.0 (IR 4.0) sejajar dengan *10-10 Malaysian Science, Technology, Innovation and Economy (MySTIE) Framework*. Penggunaan pertanian pintar melalui IoT telah dilaksanakan di Felcra Seberang Perak, Perak dan Sungai Limau Dalam di Yan, Kedah. Hasilnya, ia mengurangkan kos dan mengoptimumkan hasil padi.



Rajah 2. Sistem CRISPR/Cas (Ihsan Hu et al., 2019)