

BAB

4

**BIOTEKNOLOGI TUMBUHAN:
MENJAMIN KESTABILAN
RANTAIAN BEKALAN MAKANAN**

Nazrin Abd Aziz

4.1 PENGENALAN

Bioteknologi tumbuhan yang mengaplikasikan pelbagai teknik bioteknologi seperti kejuruteraan genetik, kultur tisu, dan biologi molekul, telah muncul sebagai pemacu transformatif dalam bidang sains pertanian bagi menjamin kelestarian dan kestabilan rantai makanan. Secara umumnya, bioteknologi tumbuhan adalah salah satu cabang bioteknologi yang menumpukan kepada penambahbaikan atau pengubahsuaian tumbuhan, terutamanya melalui kaedah manipulasi bahan genetik untuk manfaat dan kegunaan manusia. Kesan positif daripada penerapan bioteknologi tumbuhan adalah amat ketara dalam sektor pertanian, di mana hasil pengeluaran dan produktiviti tanaman dapat ditingkatkan seiring dengan pertumbuhan populasi manusia saban tahun. Di samping itu, ketahanan tanaman terhadap pelbagai penyakit serta perubahan iklim yang semakin meruncing juga dapat dipertingkatkan.

4.2 TEKNOLOGI ASAS DALAM BIOTEKNOLOGI TUMBUHAN

Bioteknologi tumbuhan merangkumi pelbagai kaedah seperti kejuruteraan genetik, kultur tisu, dan teknik-teknik biologi molekul. Secara umumnya, kejuruteraan genetik dalam tumbuhan melibatkan modifikasi gen yang terdapat pada tumbuhan. Gen ialah urutan nukleotida yang mengandungi maklumat yang akan menentukan ciri-ciri sesuatu tumbuhan. Urutan nukleotida ini boleh diubah suai bagi menambah baik ciri-ciri tersebut. Kemajuan dalam kejuruteraan genetik turut membolehkan gen daripada satu jenis tumbuhan atau organisma lain seperti bakteria dipindahkan kepada jenis tumbuhan atau organisma yang lain untuk memberikannya ciri baharu. Sebagai contoh, sekiranya sesuatu jenis tanaman secara semula jadi mengandungi gen yang memberikan ciri rintang yang tinggi terhadap sejenis penyakit, gen tersebut boleh dipindahkan kepada tanaman lain. Kesannya, tanaman yang menerima gen tersebut turut memperoleh daya rintang yang tinggi terhadap jenis penyakit yang sama. Tumbuhan dengan gen baharu atau gen yang telah diubah suai dikenali sebagai tumbuhan transgenik.

Pendekatan kejuruteraan genetik dalam pembangunan tanaman dengan ciri baharu adalah lebih efektif berbanding kaedah konvensional seperti pembiakbakaan tumbuhan (*plant breeding*) yang memakan masa yang cukup panjang bagi proses pemilihan dan persilangan tumbuhan. Hasil yang diperoleh melalui pembiakbakaan konvensional juga tidak menentu kerana bergantung kepada mutasi semula jadi yang berlaku secara rawak. Dalam kejuruteraan genetik pula, penyelidik akan mengawal pengubahsuaian urutan nukleotida dalam gen yang bertanggungjawab terhadap ciri tersebut secara spesifik dan tepat bagi mencapai sifat yang diinginkan dalam jangka masa yang lebih singkat.

Sementara itu, teknik kultur tisu pula membolehkan pembiakan tanaman secara cepat, konsisten, dan berskala besar dalam persekitaran yang terkawal. Kombinasi teknik-teknik asas tersebut dengan kaedah biologi molekul yang lain bukan sahaja membolehkan kita untuk memahami dengan lebih mendalam mengenai biologi tanaman, tetapi

juga menawarkan kaedah alternatif yang lebih efektif untuk menghasilkan tanaman yang lebih produktif bagi menjamin kestabilan rantai bekalan makanan.

4.3 TANAMAN TRANSGENIK

Pelbagai jenis tanaman telah diubah suai menjadi tanaman transgenik yang memiliki ciri-ciri berguna bagi meningkatkan produktiviti hasil pertanian dan menjamin kestabilan rantai makanan. Kebanyakan tanaman transgenik yang telah dibangunkan menumpukan kepada tiga ciri utama iaitu toleran terhadap racun herba, serangga, dan penyakit.

4.3.1 Toleran Terhadap Racun Herba

Tanaman transgenik yang toleran terhadap racun herba (TTRH) digunakan secara meluas di sesetengah negara bagi menangani isu kehilangan hasil tanaman akibat persaingan dengan rumpai untuk mendapatkan nutrien, air, cahaya matahari, dan ruang. Penanaman tanaman transgenik TTRH membolehkan penggunaan racun herba bukan selektif yang mempunyai spektrum lebih luas, seperti racun *glyphosate* dan *glyphosate*. Apabila sesuatu kawasan disembur dengan racun herba, hanya tanaman transgenik TTRH akan kekal hidup, manakala tumbuhan lain seperti rumput dan rumpai di kawasan semburan tersebut akan mati (Rajah 4.1).

Tanaman transgenik TTRH pertama yang dikomersialkan ialah kacang soya yang dipasarkan di bawah jenama “Roundup” pada tahun 1996 dan dibangunkan oleh Syarikat Monsanto. Kacang soya transgenik TTRH ini mengandungi gen toleran racun yang berasal daripada bakteria *Agrobacterium tumefaciens* galur CP4 (Padgett et al., 1995). Sejak itu, pelbagai jenis tanaman transgenik TTRH yang lain seperti jagung, kanola, kentang, padi, dan gandum telah dipasarkan dengan keupayaan toleran terhadap pelbagai jenis racun herba lain seperti 2,4-*Dichlorophenoxyacetic acid* (2, 4-D), dicamba, dan oxynil (*International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications* [ISAAA], 2024).