

BAB

6

PANDUAN SYARAK DALAM APLIKASI BIOTEKNOLOGI MAKANAN

Mohammad Naqib Hamdan

6.1 PENGENALAN

Sejak beberapa dekad kebelakangan ini, industri makanan telah mengalami transformasi pesat susulan pelbagai kemajuan dalam bidang sains dan teknologi, khususnya dalam bidang bioteknologi. Kemajuan ini dapat dilihat melalui peningkatan profil pemakanan makanan, pelanjutan tempoh jangka hayat produk berasaskan tumbuhan dan haiwan, serta pencapaian objektif utama industri makanan, iaitu menangani cabaran keselamatan dan kemampanan makanan global. Justeru, kemajuan dalam bioteknologi memainkan peranan penting dalam memacu masa hadapan yang lebih baik.

Secara asasnya, bioteknologi melibatkan manipulasi organisma hidup atau sistem biologi bagi tujuan memberikan manfaat kepada manusia. Dalam konteks industri makanan, bioteknologi telah berkembang sebagai alat untuk menangani pelbagai cabaran, termasuk meningkatkan hasil tanaman, memperkukuh daya tahan terhadap perosak, dan mencipta produk makanan baharu dengan profil pemakanan yang dipertingkatkan. Perkembangan awal bioteknologi makanan bermula dengan pengenalan organisma terubah suai genetik

(*genetically modified organism* [GMO]) dan teknologi DNA rekombinan. Antaranya ialah dalam sektor pertanian, biofortifikasi (*biofortification*) makanan, penyuntingan genom, protein alternatif melibatkan daging berasaskan sel haiwan, serangga dan tumbuhan, dan minuman (Ranjha et al., 2022).

6.2 FAKTOR BIOTEKNOLOGI DALAM MAKANAN

Salah satu fokus utama bioteknologi dalam bidang pertanian ialah pembangunan tanaman yang diubah suai secara genetik dengan ciri-ciri yang diinginkan. Ciri-ciri ini mungkin termasuk ketahanan terhadap perosak dan penyakit, toleransi terhadap keadaan persekitaran yang teruk, dan kandungan nutrisi seperti vitamin dan mineral yang lebih baik. Sebagai contoh, tanaman seperti kapas Bt dan jagung Bt telah diubah suai secara genetik iaitu melalui suntikan genetik bakteria tanah bernama *Bacillus thuringiensis* (Bt). Hasilnya, kapas Bt dan jagung Bt mampu mengelak serangan perosak tertentu, seterusnya mengurangkan kebergantungan kepada racun kimia perosak. Selain itu, kaedah ini juga menyumbang kepada amalan pertanian yang lebih mampan dan mesra alam (Arends et al., 2021; Fleming et al., 2018).

Bioteknologi juga memainkan peranan penting dalam menangani kekurangan zat makanan global dengan meningkatkan kandungan nutrisi makanan ruji melalui proses yang dikenali sebagai biofortifikasi (*biofortification*). Sebagai contoh, *golden rice*, telah diubah suai secara genetik untuk menghasilkan beta-karotena dan vitamin A. Produk ini dijangka mampu untuk memerangi kekurangan vitamin A yang boleh membawa kepada masalah kesihatan di kawasan yang menjadikan beras sebagai makanan ruji mereka. Ini kerana, kekurangan vitamin A ini boleh menyebabkan buta dan sistem imun yang lemah (Oliva et al., 2020).

Kemajuan dalam bidang bioteknologi seperti *clustered regularly interspaced short palindromic repeats* (CRISPR-Cas9) membolehkan saintis mengubah suai secara selektif genetik tertentu dalam tumbuhan untuk menghasilkan produk yang diinginkan secara lebih tepat dan berfokus. Ia membuka peluang kepada penambahbaikan tanaman yang melangkaui kaedah pembiakan

tradisional, menawarkan potensi untuk mencipta tanaman dengan peningkatan daya tahan terhadap penyakit, profil pemakanan yang lebih baik dan ciri pertumbuhan yang dioptimumkan. Sebagai contoh, tumbuhan dengan rasa yang lebih manis, warna yang lebih cantik, kulit yang lebih tahan lama dan sebagainya (Cong Gan & Ling, 2022; Kumar et al., 2022; Ray et al., 2023).

Populasi dunia yang meningkat secara mendadak pada kurun ini telah menyebabkan peningkatan permintaan terhadap makanan, khususnya protein yang merupakan salah satu elemen utama dalam makanan harian manusia. Kekurangan protein boleh menyebabkan pelbagai masalah, khususnya tumbesaran manusia. Justeru, bioteknologi pada hari ini membolehkan saintis memperkenalkan beberapa protein alternatif sama ada protein berasaskan sel haiwan (*cell-based protein*) yang dikenali sebagai daging kultur (Motoki et al., 2022), protein berasaskan tumbuhan (*plant-based protein*) yang dikenali sebagai daging nabati (Proença & Teixeira, 2019), protein berasaskan serangga (*insect-based protein*) (Vauterin et al., 2021), dan protein dari kaedah fermentasi (*fermentation*). Sebagai contoh, *beyond meat*, sebuah syarikat pemula dari Amerika Syarikat telah menggunakan bioteknologi untuk rekayasa protein berasaskan tumbuhan yang mempunyai rasa dan tekstur produk daging tradisional. Hal ini bukan sahaja memberikan pengguna pilihan yang lebih banyak kepada produk yang lebih mampan dan mesra alam sekitar, tetapi juga dapat menangani kebimbangan yang berkaitan dengan kebajikan haiwan, kebersihan, dan kesihatan.

Begitu juga makanan berasaskan serangga yang turut mempunyai manfaat kepada nutrisi manusia kerana serangga mempunyai kandungan protein, vitamin, dan mineral yang lebih tinggi daripada daging merah. Malah, penghasilannya lebih murah dan mesra alam jika dibandingkan dengan penternakan haiwan seperti lembu, kambing, dan ayam. Kemajuan bioteknologi menyumbang kepada amalan penternakan serangga, memastikan piawaian pemakanan, dan keselamatan optimum dalam pengeluaran makanan berasaskan serangga (Vauterin et al., 2021; Wang et al., 2024).