

Peranan morfologi dan biologi bunga dalam teknologi pembaikbakaan nangka

(The role of flower morphology and biology in jackfruit breeding technology)

Noor Baiti Abdul Aziz, Abd. Rahman Milan, Maimun Tahir, Nor Hazlina Mat Sa'at, Azlan Azizi Mohd Nor dan Mohamad Zaki Razali

Pengenalan

Nangka atau nama saintifiknya *Artocarpus heterophyllus* merupakan salah satu komoditi utama buah-buahan berpotensi di Malaysia yang dihasilkan secara komersial untuk pasaran tempatan dan eksport. Mengikut statistik, keluasan penanaman nangka direkodkan berkurang daripada 5,097 – 4,675 ha / tahun pada tahun 2017 – 2021 namun kadar pengeluaran adalah meningkat dianggarkan sebanyak 28,042 – 35,802 t / tahun (DOA, 2021). Di Malaysia, negeri Pahang mempunyai keluasan penanaman nangka terbesar dengan keluasan 1,859 ha diikuti oleh Negeri Sembilan (582 ha) dan Johor (575 ha). Namun begitu, Negeri Sembilan mencatatkan kadar pengeluaran nangka yang tertinggi iaitu 11,111 t berbanding dengan Pahang (8,399 t) dan Johor (4,572 t) pada tahun 2020. Sehingga kini, hampir 95% keluasan tanaman nangka di negara ini ditanam dengan nangka klon Tekam Yellow (J33).

Selain J33, terdapat klon komersial lain yang ditanam oleh petani di Malaysia iaitu nangka Mastura, Mantin, CJ3, CJ6, Hock Huat dan Subang. Kebanyakan klon nangka yang berdaftar di Jabatan Pertanian Malaysia adalah yang dipilih dan diperkenalkan sendiri oleh petani. Mastura merupakan satu-satunya varieti yang terhasil melalui program pembaikbakaan nangka di Malaysia. Program ini bertujuan menghasilkan kultivar baharu nangka melalui proses penghibridan secara konvensional. Hibrid yang terhasil, selain bertujuan untuk mempertingkatkan kualiti buah juga dapat mengatasi ketahanan nangka terhadap serangan penyakit dan perosak.

Serangan penyakit layu bakteria (bacterial wilt) yang disebabkan oleh *Erwinia carotovora* mula menyerang tanaman nangka pada tahun 1998 di FELDA Sungai Tekam, Pahang. Kawasan nangka yang ditanam dengan klon J29 dan J31 pada masa itu dilaporkan musnah dalam jumlah yang besar akibat dijangkiti penyakit ini. Serangan mula dikesan selepas 4 – 5 tahun penanaman di ladang. Fenomena tersebut menjejaskan kualiti buah dan hasil pengeluaran selain mengehadkan pengembangan kawasan penanaman nangka. Nangka J33 didapati lebih tahan terhadap serangan layu bakteria sekali gus menyebabkan ia ditanam secara meluas oleh petani FELDA di Pahang. Namun begitu, masalah baharu kejadian karat nangka dan reput buah

yang menyerang klon J33 sejak tahun 2012 sehingga kini memberi indikator bahawa pembangunan varieti baharu nangka yang rintang kepada penyakit-penyakit yang dinyatakan serta berkualiti tinggi perlu dilaksanakan.

Pembaikbakaan nangka

Varieti baharu sesuatu tanaman boleh dihasilkan melalui program pembaikbakaan yang komprehensif sama ada secara konvensional mahupun melalui kaedah pembaikbakaan yang lebih maju.

Pembaikbakaan konvensional melibatkan kaedah pemilihan, mutasi atau penghibridan. Manakala kaedah pembaikbakaan yang lebih maju pula berasaskan bioteknologi ataupun kejuruteraan genetik seperti penanda molekul, kultur tisu dan hibrid somatik.

Penghibridan merupakan salah satu kaedah pembaikbakaan konvensional yang digunakan ke atas tanaman nangka selain pemilihan. Kaedah ini memerlukan proses pendebungaan berbantu menggunakan teknik kacuk silang antara dua induk terpilih. Sebelum aktiviti kacukan berbantu boleh dijalankan, aspek yang melibatkan morfologi dan biologi bunga sesuatu tanaman perlu difahami terlebih dahulu. Ini kerana faktor kejayaan penghasilan sesuatu hibrid bergantung kepada pengetahuan asas tentang fenologi sesuatu tanaman.

Antara faktor-faktor penting yang mempengaruhi kejayaan proses penghibridan nangka adalah seperti yang berikut:

- memilih bunga jantan dan bunga betina nangka yang betul bagi varieti yang berbeza
- mengenal pasti tempoh waktu bunga betina nangka berkembang dan mekar
- mengenal pasti waktu optimum anter bunga jantan membebaskan paling banyak debunga
- mengumpul debunga sekitar waktu puncak anter membebaskan debunga
- menentukan tempoh masa optimum stigma bunga betina reseptif terhadap debunga
- menentukan kadar kesuburan debunga bagi varieti nangka yang berbeza
- menetapkan masa yang paling tepat untuk melakukan aktiviti kacukan berbantu
- memastikan semua stigma bunga betina telah didebungakan dengan sempurna (layu dan kering selepas kacukan lengkap)

Morfologi bunga nangka

Pokok nangka merupakan spesies tanaman *monoecious* iaitu mempunyai jambak bunga jantan dan bunga betina yang berasingan dalam satu pokok yang sama. Kedua-dua organ pembiakan nangka dapat dibezakan antara satu sama lain berdasarkan ciri-ciri morfologi bunga (*Gambar 1*). Bunga betina nangka terhasil secara tunggal dan mempunyai banyak bunga individu dalam satu jambak. Semasa kecil jambak bunga nangka jantan dan betina ditutupi stipula. Apabila bunga berkembang

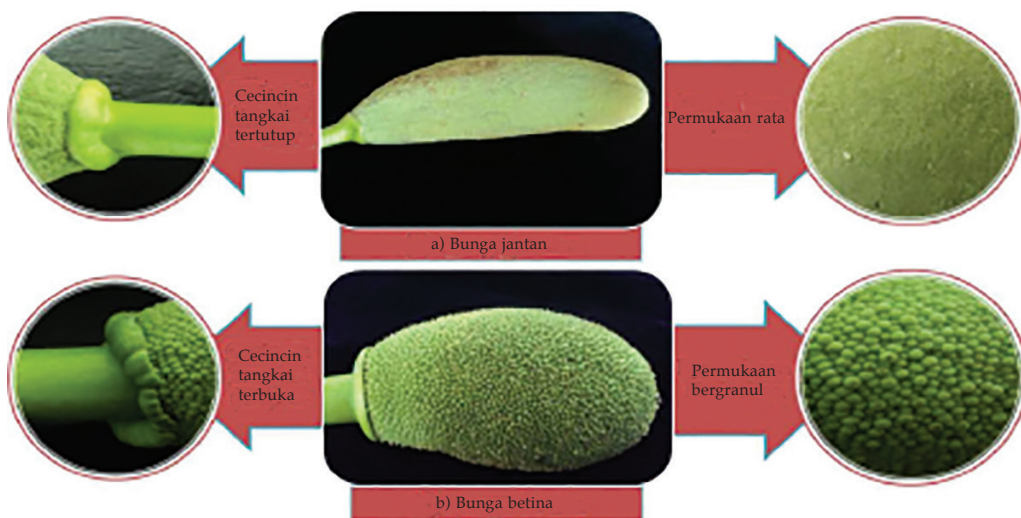
stipula akan terbuka, layu dan akhirnya gugur.

Saiz bunga jantan adalah kecil berbanding dengan bunga betina iaitu panjang bunga 2 – 5 cm dengan diameter 0.5 – 1.5 cm bergantung kepada varieti nangka. Diameter tangkai bunga jantan juga lebih kecil berbanding dengan saiz tangkai bunga betina dengan kadar 1:2 [Gambar 1(a)]. Selain itu, tangkai bunga jantan mempunyai struktur gelang cincin yang tertutup dan bersambung terus pada bahagian atas jambak bunga [Gambar 1(a) - kiri]. Permukaan bunga jantan licin pada peringkat awal pembungaan merupakan ciri paling ketara untuk dibezakan dengan bunga betina [Gambar 1(a) - kanan]. Bunga jantan juga mempunyai warna jambak yang lebih cerah berbanding dengan warna hijau pada jambak bunga betina [Gambar 1(a) dan (b)].

Saiz bunga betina pula lebih besar daripada bunga jantan dengan panjang bunga 3 – 8 cm dan diameter 1 – 3 cm bergantung kepada varieti nangka [Gambar 1(b)]. Manakala struktur gelang cincin antara tangkai dan jambak bunga betina adalah berbentuk terbuka [Gambar 1(b) – kiri]. Ini kerana bahagian ini akan membolehkan bunga betina membentuk putik buah dan membenarkan saiz buah berkembang lebih besar. Bahagian permukaan jambak bunga betina seakan-akan berbiji atau bergranul dan boleh dirasa perbezaan tekstur permukaan dengan menggunakan jari [Gambar 1(b) - kanan]. Jambak bunga betina bewarna hijau gelap dan boleh diperhatikan sebaik sahaja stipula terbuka.

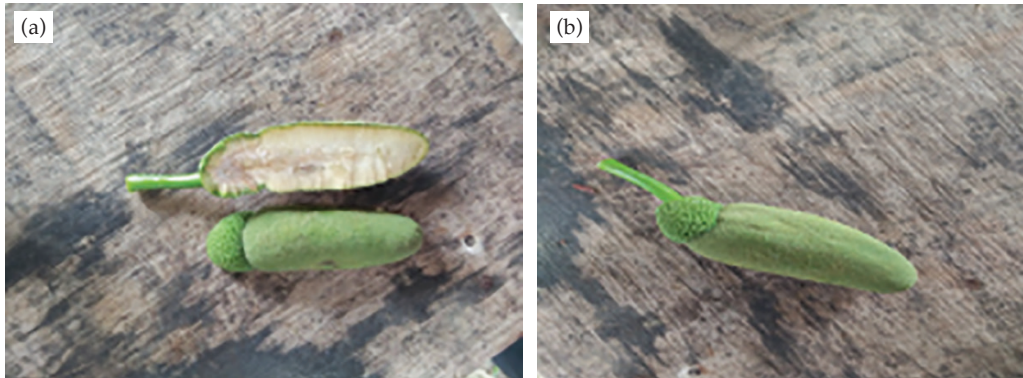
Sistem reproduktif nangka

Sistem reproduktif nangka melibatkan organ pembiakan jantan dan betina pada bunga masing-masing. Kedua-dua bunga akan



Gambar 1. Perbezaan morfologi antara (a) bunga jantan dan (b) bunga betina nangka dari segi saiz, kehadiran cecincin pada tangkai jambak dan permukaan luar jambak bunga

melalui fasa pembungaan. Manakala bunga betina pula selain fasa pembungaan turut melalui fasa pempuahan yang melibatkan proses persenyawaan dan juga pembentukan buah. Jarang berlaku dalam satu jambak bunga nangka ada kedua-dua organ pembiakan jantan dan betina. Jika berlaku biasanya bunga tidak akan berkembang dan gugur [Gambar 2(a) dan (b)]. Bunga nangka bersifat pendebungaan kacuk sendiri kerana mempunyai kedua-dua organ pembiakan dalam satu pokok. Bunga nangka juga boleh bersifat pendebungaan kacuk silang dengan pokok-pokok nangka



Gambar 2(a) dan (b). Kecacatan bunga nangka yang disebabkan oleh faktor genetik kerana mempunyai dua sistem pembiakan iaitu jantan dan betina pada satu jambak bunga. Bunga yang cacat tidak menghasilkan pembentukan buah kerana bunga akan gugur

lain di sekitarnya melalui bantuan angin dan serangga.

Kadar pembentukan buah sangat bergantung kepada kadar kejayaan yang tinggi semasa proses pendebungaan dan persenyawaan. Ini kerana, setiap debunga yang berjaya mensenyawakan stigma akan membentuk biji benih di dalam ovul. Oleh kerana nangka mempunyai bunga individu yang sangat banyak dalam satu jambak (setiap granul mewakili satu stigma), maka kadar pembentukan sebiji buah nangka sangat

dipengaruhi oleh faktor pendebungaan yang tinggi. Jambak bunga betina yang tidak bersenyawa dengan baik atau tidak menerima jumlah debunga yang mencukupi akan menyebabkan putik buah gugur selain pembentukan buah yang tidak sekata dan bengkok. Secara semula jadi, faktor ini dipengaruhi oleh kehadiran dan kedudukan antara bunga betina dan jantan dengan kadar purata sebanyak 1:4 per dahan pokok (Gambar 3).



Gambar 3. Nisbah bunga betina dan bunga jantan pada sesuatu dahan iaitu 1:4 serta kedudukan bunga-bunga nangka pada batang utama, dahan primer, dahan sekunder atau dahan tertier pokok

Peringkat perkembangan bunga nangka bermula seawal putik bunga keluar dari hujung pucuk serta ditutupi dengan lapisan stipula. Pada peringkat ini bunga jantan dan bunga betina belum dapat dibezakan antara satu sama lain. Putik bunga betina kebanyakannya akan muncul pada bahagian pangkal dan tengah batang utama atau dahan primer bagi menampung beban buah yang besar. Manakala putik bunga jantan pula kebiasaannya muncul di hujung dahan primer, sekunder atau tertier. Pembentukan jambak bunga yang lengkap akan mengambil masa dua minggu untuk bunga berkembang dan stipula terbuka sepenuhnya sehingga stipula menjadi kuning dan gugur [Gambar



Gambar 4. Peringkat perkembangan (a) bunga jantan dan (b) bunga betina nangka

4(a) dan (b)].

Stamen akan muncul di permukaan jambak bunga jantan pada hari kelima hingga hari ketujuh selepas bunga berkembang. Kehadiran anter pada bahagian atas stamen mengandungi debunga dan menyebabkan permukaan jambak bunga kelihatan oren kekuningan. Sebaliknya permukaan jambak bunga betina pula akan mengeluarkan jalur-jalur pistil yang berwarna putih di bahagian hujung setiap granol bermula dari hari pertama bunga berkembang sehingga hari kelima. Pada peringkat ini, kedua-dua bunga akan berbau wangi.

Biologi bunga nangka

Berdasarkan pemerhatian di ladang, anter bunga jantan mula pecah pada jam 8.00 pagi dengan kadar 27.5% dan mula meningkat dengan banyak pada jam 1.00 petang (70%). Hasil kajian juga mendapati kadar sebaran debunga berlaku secara taburan normal dari jam 1.00 hingga 7.00 petang. Ini kerana debunga didapati paling banyak dibebaskan antara jam 1.00

hingga 4.00 petang, tetapi mula berkurang pada jam 4.00 hingga 7.00 petang. Pemerhatian juga menunjukkan waktu paling optimum bagi anter membebaskan debunganya adalah sekitar jam 4.00 petang dengan kadar sebanyak 98.8%. Selepas jam 7.00 petang, peratus anter yang pecah mula merosot dan debunga yang dibebaskan menjadi sangat sedikit. Keesokan harinya tiada lagi anter didapati di bahagian permukaan jambak bunga jantan dan stamen mula layu serta ditumbuhi kulat (*Gambar 5*). Jambak kemudian menjadi busuk dan gugur.

Stigma bunga betina pula mula reseptif sehari selepas pistil keluar dari hujung granul dengan kadar 9.4% dan meningkat pada hari berikutnya. Pada hari ketiga dan keempat, kadar pengeluaran pistil sangat tinggi iaitu 73.6 – 85.3% dan stigma juga didapati sangat reseptif (*Gambar 6*). Proses pendebungaan berlaku paling efektif semasa stigma berada dalam keadaan sangat reseptif. Ini kerana pada masa ini stigma berkeupayaan untuk memegang butir debunga sekali gus mampu mencetuskan percambahan tiub debunga. Selepas hari keempat, pistil yang telah menerima butir debunga akan bertukar menjadi coklat dan layu. Pada hari kelima, bulu-bulu putih pistil di permukaan jambak mulai sedikit. Stigma juga didapati mulai kurang reseptif. Putik bunga memasuki peringkat pembentukan buah (putik buah) apabila semua pistil telah kering dan tidak kelihatan pada hujung granul.



Gambar 5. Kitar hidup bunga jantan nangka



Gambar 6. Kitar hidup bunga betina nangka

Keupayaan debunga dan penerimaan stigma

Kejayaan proses pendebungaan berbantu perlu disertakan dengan ujian keupayaan debunga dan tempoh masa optimum bagi stigma reseptif. Oleh itu, tahap kesuburan debunga nangka perlu ditentukan terlebih dahulu selepas butir debunga dibebaskan daripada kantungnya (anter). Proses ini adalah bagi mengenal

pasti waktu paling optimum bagi debunga untuk berupaya melekat ke atas stigma bunga betina. Selain itu, waktu paling optimum bagi stigma bersedia menerima dan memegang butir debunga juga perlu dikenal pasti. Antara ujian yang telah dijalankan di makmal termasuklah ujian percambahan butir debunga dan ujian kehadiran tiub debunga pada stigma bunga.

Ujian percambahan debunga

Anter yang mengandungi butir debunga (*Gambar 7*) dikumpul dari ladang pada waktu optimum sebelum diletakkan dalam larutan alkohol. Medium percambahan yang terdiri daripada larutan sukrosa bersama 0.01% asid borik digunakan dalam ujian ini. Kepekatan larutan sukrosa piawai ditentukan dengan menguji percambahan debunga ke atas medium kultur yang berbeza kepekatan sukrosa iaitu 10%, 20%, 30% dan 40%. Percambahan debunga dalam larutan 0% sukros (air suling) sebagai kawalan juga diperhatikan. Bilangan butir debunga yang bercambah dicerap di bawah mikroskop cahaya. Bagi memudahkan proses cerapan butir dan tiub debunga, kaedah pewarnaan tisu debunga boleh dilakukan dengan menggunakan larutan akues 1% safranin dan analin biru (*Gambar 8*). Hasil ujian menunjukkan larutan sukrosa pada kepekatan 30% menghasilkan peratus percambahan debunga paling tinggi berbanding dalam kepekatan larutan sukrosa yang lain. Panjang tiub debunga adalah berkali ganda lebih panjang daripada saiz diameter butir debunga (*Gambar 9*). Kesuburan debunga juga boleh ditentukan ke atas varieti nangka yang berbeza.



Gambar 7. Butir debunga di bawah mikroskop



Gambar 8. Perbezaan butir debunga subur (kanan) dan tidak subur (kiri) bawah mikroskop cahaya (40x)



Gambar 9. Tiub debunga bercambah dengan panjang di bawah mikroskop (20x)

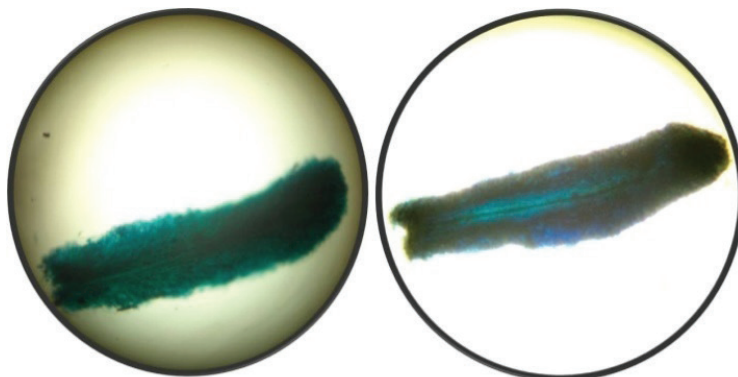
Ujian kehadiran tiub debunga

Ujian ini dilakukan bagi mengesahkan kehadiran tiub debunga di dalam stigma setelah proses pendebungaan berbantu dilakukan. Permukaan stigma bunga betina yang berjaya memegang butir debunga akan mencetuskan tiub debunga. Ujian ini juga menunjukkan berlakunya mekanisme awal proses persenyawaan pada bunga betina. Stigma yang telah didebungakan (*Gambar 10*) selepas tempoh 24 jam dipotong daripada jambaknya

dan dikumpulkan di dalam bekas yang berisi larutan alkohol 70%. Kemudian stigma direndam dan diwarnakan ke dalam larutan akues 1% safranin dan analin biru. Ujian ini dilakukan di makmal dengan mencerap stigma yang telah diwarnakan di bawah mikroskop cahaya. Hasil ujian mendapati terdapat kehadiran tiub debunga berwarna hijau dalam stigma menuju ke stil. Bagaimanapun tiada kehadiran tiub debunga yang dikesan dalam stigma yang tidak didebungakan (*Gambar 11*). Ujian ini mengesahkan pemerhatian yang dibuat di ladang iaitu perbandingan antara ciri-ciri jalur stigma berbeza-beza bagi yang belum atau telah didebungakan. Pencirian stigma ini penting bagi membolehkan proses pemindahan debunga dapat dilakukan secara berulang kali untuk beberapa hari berikutnya semasa aktiviti kacukan berbantu dijalankan.



Gambar 10. Jalur-jalur stigma bunga betina bawah mikroskop pembedahan. Stigma yang berjaya didebungakan akan bertukar warna coklat dan layu manakala stigma yang tidak berlaku pendebungaan seperti dalam bulatan merah kekal bewarna putih, segar dan masih bersedia menerima debunga lain



Gambar 11. Perbandingan kehadiran tiub debunga dalam stigma bunga nangka. Gambar kiri, tiada tiub debunga dalam stigma yang tidak didebungakan. Gambar kanan, tiub debunga hadir dalam stigma yang telah dilakukan pendebungaan berbantu

Kesimpulan

Hasil kajian yang dijalankan ke atas tanaman nangka di MARDI Kluang jelas menunjukkan bahawa hubungan antara morfologi dan biologi bunga nangka adalah sangat berkait rapat dan saling mempengaruhi antara satu individu dengan individu bunga yang lain. Kedua-dua faktor ini merupakan aspek penting dalam sistem pembiakan tanaman nangka. Pengenalpastian terhadap sistem pembiakan bunga nangka sangat berperanan dalam menjayakan program pembaikbakaan tanaman ini secara lebih berkesan. Ia juga berperanan dalam menentukan kejayaan penghasilan sesuatu hibrid atau klon baharu nangka.

Penghargaan

Penulis merakamkan ucapan terima kasih kepada semua yang terlibat dalam menjayakan kajian ini terutamanya Johana Ahamad, Johafizal Ahamad dan Ruziyah Abdullah dari MARDI Kluang yang bertanggungjawab dalam membantu kerja-kerja pensampelan di ladang. Penghargaan juga ditujukan kepada MARDI yang telah menyediakan dana bawah Kod Geran Jangka Pendek JP-RH-0401 dan Projek Pembangunan P-RH134 bagi menjalankan kajian ini.

Bibliografi

- Abd Rahman, M. (2011). *The Jackfruit – Jackfruit in Malaysia*. Studium Press LCC. m.s. 443 – 460
- Feruzan, D., Golsen, O. dan Ozlen, D. (2004). In vitro pollen germination of some plant species in basic culture medium. *Journal of Cell & Molecular Biologi* 3: 71 – 76
- Indu Bala, J. (1990). Floral biology of three mango clones in relation to their pollination efficiency. *MARDI Res. J.* 18(1): 9 – 17
- Mannan, M.A., Haque, M.A. dan Hossain, M.A. (1990). Studies on floral biology of jackfruit. *Banglades J. Agric.* 15(4): 233 – 238
- Mannan, M.A., Ashraful Islam, K.M., Islam, M.R. dan Khan, S.A. K.U. (2006). Floral biology of off-season jackfruit in South-West region of Bangladesh. Kimbia University Studies, Special Issue (1st Research Cell Conference): m.s. 101 – 107
- Mannan, M.A., Ashraful Islam, K.M. dan Gain, P. (2006). Studies on sex ratio and fruit setting of jackfruit in the off-season. *J. Bangladesh Soc. Agric. Sci. Technol.* 3(1&2): 101 – 104.
- Nair, M.K. dan Narasimhan, R. (1963). Acidified safranin-aniline blue; a selective stain for pollen tubes in sugar cane. *Stain Technol.* 38: 341 – 343
- Rodriguez, E.M.J., Mehdi, S., Dickinson, H.G. dan Grant-Downton, R.T. (2012). A novel method for efficient in vitro germination and tube growth of *Arabidopsis thaliana* pollen. *New Phytologist* 197: 668 – 679
- Segifredo, L.D. dan Benjamin, R.G. (2008). Simple method for in vitro pollen germination and pollen preservation of selected species of the genus *Agave*. *E-Gnosis* Vol. 6, Art. 2

Ringkasan

Nangka merupakan salah satu komoditi utama di Malaysia yang berpotensi untuk tujuan komersial. Pada masa kini, serangan penyakit ke atas varieti nangka sedia ada telah menyebabkan pengurangan hasil selain mengehadkan pengembangan kawasan tanaman. Kejadian ini memberi kesan kepada petani kerana mereka mengalami kerugian. Pembangunan klon baharu nangka yang rintang penyakit dan berkualiti boleh dihasilkan melalui kaedah penghibridan. Bagaimanapun pengetahuan asas tentang sistem pembiakan seperti morfologi bunga, biologi bunga dan faktor lain sistem pembiakan tanaman adalah pra syarat untuk memulakan program pembaikbakaan. Semua maklumat penting ini ada diterangkan dan dibincangkan dalam artikel ini yang menyumbang kepada pembangunan protokol penghibridan nangka.

Summary

Jackfruit is one of the major commodities in Malaysia with commercial potential. To date, disease attacks on existing jackfruit varieties have resulted in reduced yields as well as limited crop area expansion. This incident is affecting farmers/growers because they suffered losses. The development of new jackfruit clones with disease resistance and quality can be produced through the hybridization method. However, basic knowledge of reproductive systems such as flower morphology, floral biology and other plant reproductive systems are pre-requisite for embarking on a crop breeding programme. All important information explained and discussed in this book contributes to the development of the jackfruit hybridization protocol.

Pengarang

Noor Baiti Abdul Aziz
Pusat Penyelidikan Hortikultur,
MARDI Kluang, Beg Berkunci 525, 86009 Kluang, Johor
E-mel: aabaiti@mardi.gov.my

Abd Rahman Milan (Bersara) (Dr.)
10 Jalan P9 D/3, Presint 9, 62250 Putrajaya, Putrajaya

Maimun Tahir dan Nor Hazlina Mat Sa'at
Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Azlan Azizi Muhammad Nor
Pusat Penyelidikan Sains Tanah, Air dan Baja
MARDI Cameron Highlands, 39000 Tanah Rata, Pahang

Mohamad Zaki Razali
Pusat Penyelidikan Hortikultur
MARDI Kluang, Beg Berkunci 525
86009 Kluang, Johor