

## Teknologi pengeluaran anak benih kultur tisul tanaman nanas Maspine

Production technology of pineapple tissue culture Maspine

Zuraida Ab Rahman, Hartinee Abbas, Ayu Nazreena Othman dan Nur Najwa Arifah Basiron

### Pengenalan

Nanas (*Ananas comosus*) adalah salah satu buah-buahan tropika yang penting dalam memberi pulangan ekonomi. Dari segi pengeluaran buah-buahan tropika dunia, nanas merupakan tanaman buah tropika yang ketiga terpenting selepas pisang dan mangga. Nanas juga telah lama dikenali sebagai buah-buahan tropika bukan sitrus dan subtropika yang paling popular disebabkan oleh rasanya yang menarik dan kesegaran yang diperoleh daripada keseimbangan asid dan gula. Di arena perdagangan antarabangsa, kebanyakan kultivar nanas dikategorikan kepada empat kelas utama iaitu Smooth Cayenne, Red Spanish, Queen dan Pernambuco (Abacaxi). Maspine (*Ananas comosus* L. Merr cv. Spanish) dikelaskan bawah famili Bromeliaceae dan merupakan nanas dalam kultivar Spanish.

Nanas Maspine mempunyai isi yang berwarna kuning keemasan serta tekstur isi yang rangup dengan kandungan air yang seimbang dan tidak berlebihan dengan kandungan gula pada 14 – 17 °Brix. Terdapat ciri-ciri unik pada nanas Maspine yang mempunyai tahap penyimpanan yang baik dan buah yang mempunyai mata yang timbul seperti dalam *Gambar 1*. Nanas jenis kultivar Spanish adalah sesuai untuk dimakan segar ataupun diproses (ditinkan). Selain ditinkan sebagai jus, Maspine juga sesuai dibuat jus untuk diminum segar atau dibotolkan sebagai jus nanas jernih (*clarified*) berkarbonat atau tanpa karbonat. Imbangan kandungan gula yang tinggi dan asid yang rendah menjadikan rasa Maspine manis, enak dan sesuai untuk dijadikan hidangan pencuci mulut (*dessert*). Selain itu, Maspine juga sesuai untuk dijadikan sebagai produk kering dan produk separa kering. Daun Maspine yang tidak berduri pula berpotensi digunakan sebagai makanan ternakan. Ciri daun tanpa duri ini menjadikan tanaman Maspine mudah dikendalikan di ladang, memudahkan proses penuaian buah, meningkatkan kecekapan tenaga kerja serta boleh mengurangkan kos pengeluaran.

Buah nanas yang masak, kaya dengan karotena dan kalium yang baik untuk kesihatan kulit dan juga dipercayai berguna untuk mengelakkan penyakit barah.



Gambar 1. *Ananas comosus* L. Merr cv. Spanish

Kandungan vitamin C yang tinggi dalam buah nanas diperlukan untuk kesihatan dalam membantu menyembuhkan luka di samping penyerapan zat besi ke dalam saluran darah. Manakala kandungan vitamin B di dalam buah nanas terutamanya B1 (tiamina) berfungsi dalam membantu proses penghadaman dan melicinkan proses pencernaan. Selain itu, kehadiran vitamin B3 (niasin) bersama kandungan karbohidratnya dapat membantu mengawal sistem penghadaman agar sentiasa terkawal.

Kandungan potasium bersama-sama sodium di dalam buah nanas dapat mengawal imbalan air dalam tubuh manusia. Buah nanas juga mengandungi sejenis enzim yang sangat berguna dalam sektor perubatan iaitu enzim bromelain yang digunakan dengan meluas semasa pembedahan untuk mengawal pembengkakan, jangkitan dan menghalang berlakunya pembekuan darah.

Nanas Maspine tergolong dalam kumpulan nanas 'Manzanah' yang mempunyai ciri istimewa berdaun licin tanpa duri (*piping-leaf*). Maspine mewarisi kecergasan daripada nanas Queen, kandungan gula yang tinggi daripada Cayenne, warna kuning keemasan dan bentuk buah daripada Singapore Spanish, ketahanan kepada penyakit daripada Pernambuco dan berdaun licin tanpa duri daripada Perolera. Dengan adanya ciri kesesuaian yang meluas (*wide adaptability*), nanas Maspine sesuai ditanam dalam pelbagai keadaan persekitaran. Tambahan pula dengan ketahanan terhadap penyakit reput teras [*Bacterial Heart Rot (BHR)*], Maspine berpotensi tinggi dikembangkan ke kawasan tanah mineral yang biasanya lebih kondusif kepada penyakit BHR. Ciri positif yang terdapat pada nanas Maspine ini amat bersesuaian dengan usaha untuk mengembangkan penanaman nanas hingga mencapai 35,000 hektar pada tahun 2010.

Nanas Maspine dapat mengeluarkan hasil yang lebih tinggi masing-masing sebanyak 40% dan 70% lebih tinggi daripada varieti Gandul dan Josapine. Maspine mampu mengeluarkan hasil sebanyak 56 t/ha dan mempunyai ciri pengetinan yang baik. Antara ciri-ciri pengetinan yang istimewa adalah saiz buahnya yang sederhana besar (1.8 kg) berbentuk silinder, berkulit nipis dan kadar perolehan (*recovery*) yang tinggi (lebih 20%) berbanding dengan varieti Gandul (6 – 18%). Ukuran diameter empulurnya yang kurang daripada 30 mm juga membuatnya mudah diterima pihak kilang. Warna isi Maspine kuning keemasan dan warna ini didapati kekal selepas pemprosesan malah isinya tidak mudah pecah apabila dipotong bulat untuk ditinkan. Maspine juga mengandungi pH yang sesuai untuk pengetinan. Kandungan asid Maspine adalah rendah (0.58%) manakala kadar gulanya adalah tinggi iaitu 14 – 17 °Brix ketika segar. Kandungan *Total soluble solids* (TSS) yang meningkat daripada 16 °Brix kepada 18 °Brix selepas diproses dapat membantu menjimatkan input gula semasa pemprosesan. Nanas Maspine yang berkualiti tinggi dijangka mampu mendapat harga pasaran yang baik dan memberi kelebihan kepada Malaysia untuk bersaing dengan negara pengeluar yang lain. Dengan rangkaian pasaran keluar

negara yang melibatkan 32 buah negara pembeli, adalah mudah bagi industri untuk memasarkan produk nanas dan seterusnya meningkatkan syer pasaran nanas dunia.

### **Propagasi secara vegetatif vs in vitro**

Kebiasannya untuk proses pengeluaran bahan tanaman nanas kaedah yang sering digunakan adalah secara vegetatif. Propagasi secara vegetatif daripada jambul, slip dan sulur adalah mudah, tetapi kadar penggandaannya adalah rendah dan julat bilangan pokok yang terhasil ialah 11 – 15 pokok dalam jangka masa lima bulan. Kebolehan untuk mendapatkan bahan tanaman yang seringkali terhad telah menjadi faktor utama yang menyekat perkembangan penghasilan nanas secara komersial. Selain itu, sulur yang diambil dari ladang yang terbuka adalah berkebarangkalian tidak bebas penyakit terutamanya virus yang boleh mendatangkan masalah terhadap pertumbuhan nanas.

Justeru, pendekatan alternatif adalah perlu bagi mengatasi masalah ini untuk menghasilkan bahan tanaman yang lebih baik dengan kadar penggandaan yang tinggi dan cepat daripada genotip yang terpilih. Pendekatan alternatif yang boleh diaplikasi adalah teknologi kultur tisu. Di samping itu, pengeluaran nanas perlu dipertingkatkan untuk memastikan bekalan nanas sentiasa mencukupi bagi menampung permintaan terhadap nanas yang sentiasa meningkat. Teknologi kultur tisu tumbuhan adalah penting dalam memainkan peranan untuk pengeluaran bahan tanaman secara berskala besar. Teknologi ini telah banyak memberi sumbangan yang besar kepada negara terutama dalam bidang pertanian dan hortikultur.

### **Propagasi secara in vitro**

Propagasi nanas secara in vitro pertama kali dilaporkan pada tahun 1960. Kewujudan teknik ini belum diketahui umum sehingga terdapat laporan menyatakan bahawa pengeluaran nanas secara in vitro telah diterima sebagai alternatif untuk pengkomersialan. Teknologi kultur in vitro merupakan satu kaedah alternatif yang mampu menghasilkan bilangan pokok yang tinggi dan cepat bagi genotip terpilih berbanding dengan pengeluaran secara konvensional. Teknologi in vitro juga mempunyai kelebihan kerana ia boleh digunakan untuk menghasilkan tanaman yang sukar dibiakkan secara konvensional melalui biji benih ataupun dengan cara vegetatif. Sel yang terpilih dan telah matang boleh dimanipulasi untuk mendapatkan generasi yang berganda daripada tumbuhan induk dalam keadaan sekitar aseptik apabila mempunyai rangsangan yang sesuai. Antara kelebihan-kelebihan propagasi secara in vitro adalah seperti yang berikut:

1. Penggandaan dalam jumlah yang besar dan dibiak baik dalam masa yang singkat.
2. Membolehkan penghasilan bahan tanaman secara besar-besaran.

3. Bahan tanaman dihasilkan dalam kuantiti yang banyak dengan mudah dan cepat.
4. Menghasilkan bahan tanaman yang lebih seragam.
5. Penghasilan anak benih serupa seperti pokok induk dan bebas penyakit.

### **Pensterilan dan inokulasi eksplan**

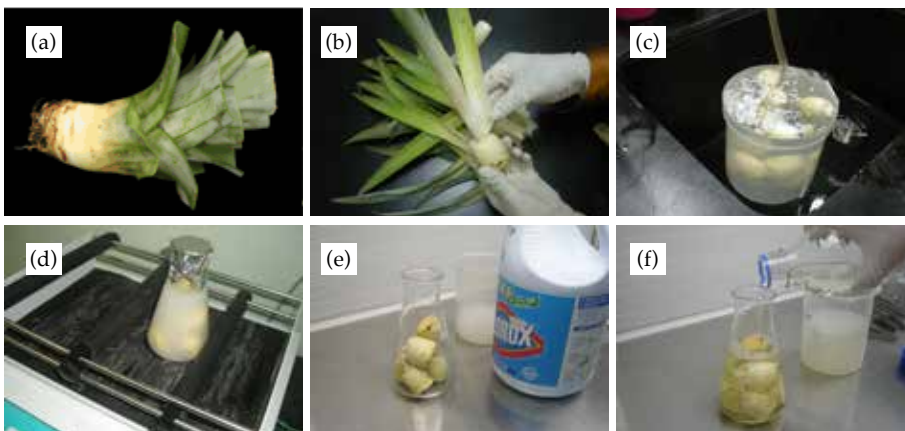
Kultur tisu merupakan satu kaedah di mana sebahagian kecil tumbuhan (eksplan) diletakkan ke dalam medium kultur untuk tumbesaran. Eksplan adalah sampel bahan tanaman yang diambil pada mana-mana bahagian tumbuhan dan dikultur ke atas medium. Eksplan perlu berada dalam keadaan steril atau aseptik iaitu keadaan yang bebas daripada mikroorganisma seperti kulat, bakteria dan virus. Kontaminasi terhadap eksplan yang disebabkan oleh kulat atau bakteria boleh mengganggu pertumbuhan eksplan.

Eksplan yang telah dipotong daripada pokok induk perlu dibersihkan dahulu sebelum proses pensterilan dilakukan. Eksplan yang diambil dari kawasan terbuka seperti ladang, hutan atau kebun memerlukan teknik pembersihan lebih teliti berbanding dengan yang diambil dari rumah jaring. Hal ini disebabkan oleh tumbuhan tersebut terdedah lebih lama kepada mikroorganisma yang terdapat dalam persekitaran dan akan mengakibatkan kontaminasi yang tinggi pada eksplan. Pemilihan pokok induk yang sihat merupakan faktor yang perlu diambil perhatian. Tujuan utama memilih pokok induk yang sihat adalah kerana proses kultur menghasilkan klon. Sekiranya induk sihat, klon kultur tisu yang dihasilkan juga akan sihat.

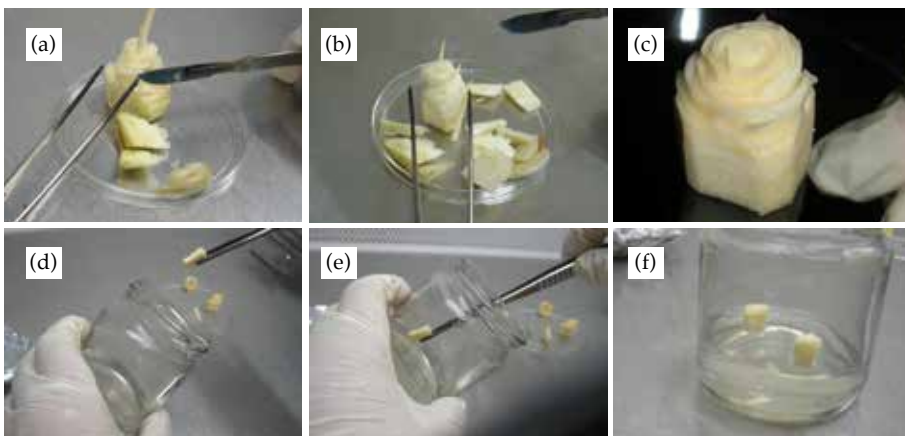
Terdapat pelbagai cara dan agen pensterilan yang biasa digunakan untuk proses pensterilan ke atas eksplan. Antara agen pensterilan yang digunakan ialah bahan pencuci dan bahan kimia seperti sodium hipoklorida, hidrogen peroksida, argentum nitrat dan merkuri klorida. *Tepol* atau Tween 20 pula digunakan sebagai agen pembasah yang membolehkan semua bahagian eksplan dapat bersentuhan dengan larutan pensteril.

Meristem sulur nanas untuk pengkulturan secara tisu kultur diperolehi daripada sulur nanas *Maspine* seperti dalam *Gambar 2(a)*. Meristem sulur digunakan kerana ia adalah bahagian yang paling kurang kadar kontaminasi dan pengeluaran pucuk yang lebih cepat berbanding dengan bahagian lain. Sulur dari ladang perlu dibersihkan terlebih dahulu dengan membuang daun-daun di sekelilingnya dan diberus sehingga bersih menggunakan bahan pencuci [*Gambar 2(b)*]. Eksplan yang telah bersih dimasukkan ke dalam bikar dan diletakkan di bawah aliran air paip selama satu jam [*Gambar 2(c)*]. Kemudian eksplan direndam di dalam larutan fungisid dan diletakkan di atas alat penggoncang (*shaker*) selama dua jam [*Gambar 2(d)*]. Selepas itu, eksplan dikeluarkan dan dikeringkan di dalam kabinet aliran udara laminar. Kerja-kerja seterusnya yang melibatkan pensterilan permukaan eksplan dijalankan di dalam kebuk aliran laminar.

Langkah pertama, eksplan direndam di dalam larutan etanol, diikuti dengan rendaman di dalam larutan Clorox™ (5.25% sodium hipoklorit) dan ditambah dengan dua titik Tween 20 [Gambar 2(e) dan Gambar (f)]. Selepas itu, eksplan dibilas dengan air suling steril dan dikeringkan. Tween 20 bertindak sebagai agen pembasah yang berfungsi untuk meningkatkan tindakan Clorox™ supaya dapat menembusi eksplan dengan lebih berkesan dan memastikan eksplan disteril dengan sempurna. Setelah eksplan kering, bahagian tepi eksplan dibuang secara berperingkat-peringkat menjadikan eksplan berbentuk bulat dan bersaiz lebih kurang 1 – 2 cm<sup>3</sup>. Selepas itu, eksplan dipotong kepada dua bahagian dan diinokulasi ke atas medium [(Gambar 3 (a – f)].



Gambar 2. Proses pensterilan sulur nanas Maspine. (a) Sulur nanas Maspine, (b) daun dibuang satu persatu, (c) eksplan dimasukkan ke dalam bikar dan diletakkan di bawah aliran air paip, (d) eksplan direndam di dalam larutan fungisid dan (e dan f) eksplan direndam di dalam larutan Clorox™



Gambar 3. Pemotongan eksplan secara berperingkat sebelum proses pengkulturan. (a – c) Pemotongan bahagian tepi eksplan, (d – f) pengkulturan di atas medium

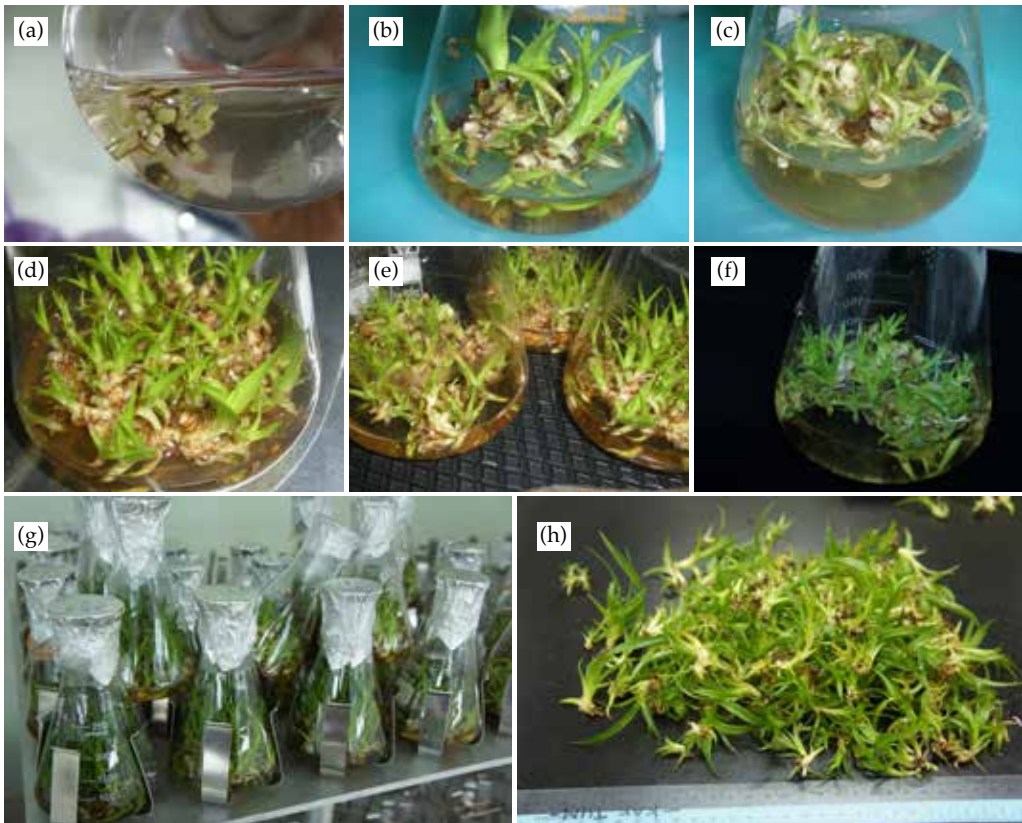
### **Penggandaan bilangan pucuk dan subkultur**

Selepas 8 – 10 minggu pengkulturan, pucuk pemula akan terbentuk daripada eksplan meristem sulur nanas Maspine yang dikultur pada medium pepejal Murashigee dan Skoog, MS (Murashigee and Skoog, 1962) yang ditambah hormon 6-Benzylaminopurine (BAP) 5.0 mg/L. *Gambar 4* menunjukkan antara pucuk-pucuk pemula yang dihasilkan selepas diinokulasi di atas medium 8 – 10 minggu. Pucuk pemula dipindahkan ke dalam medium cecair yang dibekalkan dengan hormon 1 mg/L BAP tanpa agar untuk proses perkembangan dan propagasi [*Gambar 5 (a), (b) dan (c)*]. Pucuk yang dikultur pada medium cecair diletakkan pada goncangan orbital (*orbital shaker*) sehingga pucuk dihasilkan. Pemilihan medium yang sesuai merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kadar pertumbuhan plantlet. Setiap sebulan, plantlet perlu disubkultur bagi proses propagasi. Setiap kali proses subkultur dijalankan, daun perlu dibuang bagi mempercepatkan penambahan bilangan plantlet yang keluar dan *Gambar 5 (d), (e) dan (f)* menunjukkan pucuk yang dihasilkan selepas sebulan disubkultur. Pada akhir subkultur 8 – 10, plantlet boleh dikeluarkan untuk penanaman di rumah kaca [*Gambar 5 (h)*].



*Gambar 4. Pucuk-pucuk pemula dihasilkan di atas medium pepejal selepas 8 – 10 minggu pengkulturan*





Gambar 5. (a – c) Perkembangan pucuk pemula yang dipindahkan ke dalam medium cecair. (d – f) Selepas sebulan proses subkultur dijalankan untuk tujuan propagasi. (h) Plantlet sedia dipindah ke rumah jaring

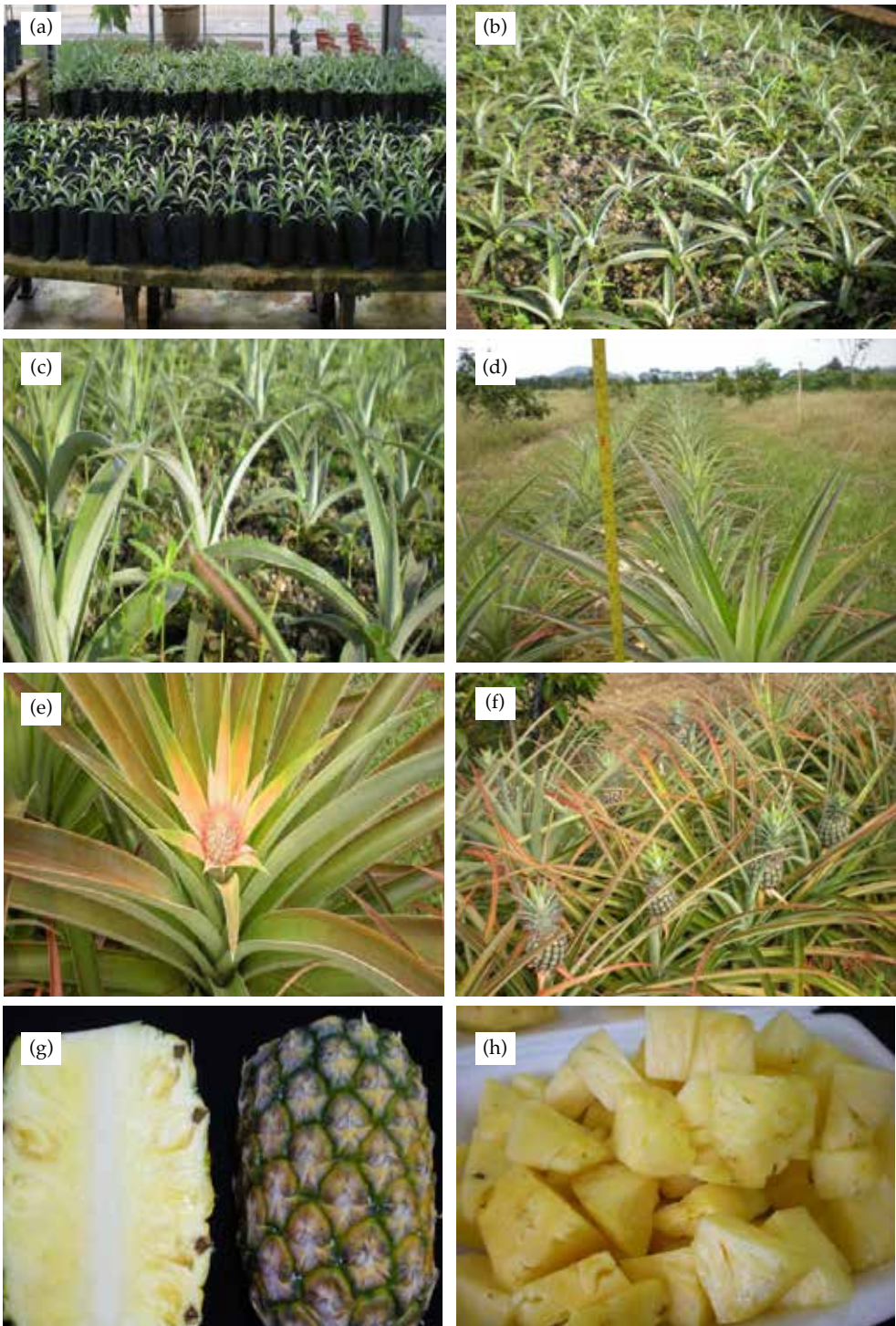
### Penyediaan plantlet di rumah kaca dan pemindahan di ladang

Proses aklimatisasi merupakan peringkat yang sangat penting sebelum proses pemindahan ke ladang. Ia perlu melalui adaptasi daripada suhu rendah ke suhu yang lebih tinggi dan kelembapan yang berbeza. Rumah kaca perlu disediakan dalam keadaan kelembapan, cahaya dan suhu yang terkawal. Medium yang digunakan pada peringkat aklimatisasi di rumah kaca harus disesuaikan dengan jenis tanaman. Bagi tanaman nanas, medium yang digunakan untuk pertumbuhan ialah tanah merah, tanah hitam dan pasir pada ratio 3:3:1. Bagi pengurusan air, tanaman nanas memerlukan keadaan lembap dan perlu disiram dua kali sehari, tetapi penyiraman tidak boleh dilakukan secara berlebihan kerana tidak boleh terlalu basah ataupun terlalu kering. Pada peringkat awal iaitu sebulan penanaman, penjagaan rapi sangat diperlukan. Dengan lebih air, tanaman tersebut cepat rosak kerana ia akan cepat mereput akibat serangan bakteria atau kulat. Plantlet yang telah siap dibasuh dan dibersihkan dipindah ke dalam polibeg yang mengandungi tanah [Gambar 6 (a)].

Sebelum plantlet dipindah ke polibeg, medium dalam polibeg perlu disiram dengan air dan kemudian dibuat lubang di bahagian tengah bagi mengelakkan pokok tercedera semasa pemindahan. Pastikan hanya bahagian bawah (basal) plantlet sahaja yang ditanam dan jangan tertanam daun plantlet ke dalam tanah. Pada masa penanaman, ia perlu dilakukan secara berhati-hati kerana plantlet belum kuat dan mudah patah. Penanaman sebaiknya dilakukan pada pagi dan ditempat yang terlindung daripada sinar matahari. Selepas 2 – 3 bulan, akar akan kelihatan dan sedia dipindahkan ke ladang [*Gambar 6 (b), (c), (d)*]. Nanas ditanam di atas tanah Siri Rasau yang dikategorikan sebagai tanah mineral di MARDI Sintok, Kedah dengan kepadatan tanaman tunggal ialah 43,500 pokok/ha dengan jarak tanaman 90 cm x 60 cm x 30 cm (3' x 2' x 1').

Baja yang digunakan adalah jenis sebatian padat Grownpine (12:8:16 NPK). Baja diberikan sebanyak empat kali kepada setiap pokok pada bulan ke 3, 6, 9 dan 12 selepas penanaman dan sebanyak 30 g baja digunakan setiap kali pembajaan. Pokok nanas dalam keadaan biasa mengalami pembungaan sendiri pada 12 – 15 bulan selepas ditanam [*Gambar 6 (e)*]. Bagi penghasilan pembungaan yang sekata, hormon perlu diberi pada peringkat sembilan bulan selepas penanaman dengan kadar 50 mL ETHEREL + 360 g Urea + 18 L air. Sebanyak 50 mL campuran larutan tersebut disembur atau dituangkan bahagian tengah pucuk. Pokok nanas terus dibiarkan hidup di ladang [*Gambar 6 (f)*] sehingga mengeluarkan hasil buah [*Gambar 6 (g – h)*]. Buah nanas telah dibuat analisis brix kemanisan yang ditanam di atas tanah mineral di MARDI Sintok menunjukkan brix pada anggaran 17 – 18 °Brix.





Gambar 6. Peringkat pemindahan anak benih di rumah jaring ke ladang. (a) Anak benih kultur tisu di dalam polibeg, (b – d) pokok nanas di ladang, (e) pokok mula berbunga, (f) pokok berbuah, (g – h) hasil buah daripada pokok kultur tisu

## **Kesimpulan**

Kultur tisu adalah pengkulturan sel tumbuhan, tisu atau organ pada medium nutrien yang diformulasikan khas untuk tanaman tertentu. Dalam keadaan yang sesuai, tanaman dapat dihasilkan semula daripada satu pucuk kepada bilangan yang banyak dan berganda. Kultur tisu tumbuhan dilihat sebagai satu teknologi penting bagi negara membangun untuk penghasilan bahan penanaman pada bilangan yang tinggi dalam masa yang singkat, bebas penyakit, berkualiti serta pengeluaran tanaman yang seragam. Teknologi mikropropagasi berupaya meningkatkan bilangan bahan tanaman bagi memudahkan serta mempercepat pembiakan untuk penanaman secara skala besar. Dengan cara ini, beribu-ribu bahan tanaman dapat dihasilkan dalam masa yang singkat. Dalam kajian yang dijalankan di MARDI, tanaman nanas Maspine telah berjaya dipropagasi secara *in vitro*. Daripada kajian dapat diperhatikan dengan penggunaan teknologi ini, nanas Maspine tumbuh lebih cepat dan seragam serta mampu mengeluarkan bahan tanaman yang lebih banyak berbanding dengan secara kaedah konvensional.

## **Ringkasan**

Nanas Maspine berjaya dipropagasi dengan menggunakan teknik kultur tisu seperti yang ditunjukkan dengan jelas dalam kajian penyelidikan yang dijalankan di MARDI. Bahagian meristem adalah jenis eksplan yang sesuai digunakan dan responsif kepada pengendalian penghasilan anak benih kultur tisu. Pucuk pemula daripada sulur terbentuk selepas 8 – 10 minggu pengkulturan ke atas medium agar yang mengandungi 5.0 mg/L BAP (hormon). Kadar pengeluaran pucuk atau propagasi lebih efektif apabila pucuk pemula dipindahkan ke dalam medium cecair yang digoncangkan menggunakan *orbital shaker*. Semasa proses subkultur dijalankan, pucuk-pucuk perlu dibuang bagi menggalakkan pengeluaran pucuk baharu yang lebih banyak. Proses aklimatisasi tanaman nanas Maspine kultur tisu telah berjaya dan tanaman ini hidup di rumah jaring sehingga dipindahkan ke ladang MARDI Sintok, Kedah. Hasil buah nanas Maspine daripada benih kultur tisu yang menggunakan baja seperti disarankan menghasilkan buah yang manis pada brix 17 – 18 °Brix.

## **Summary**

Maspine pineapple can be propagated through tissue culture technique as evident from the research undertaken at MARDI. The suckers is a suitable source of explant that is amenable to multiplication into propagules by using tissue culture technique. Shoot initials originating from the suckers formed after 8 – 10 weeks of culture on agar medium containing 5.0 mg/L BAP (a plant hormone). A more efficient means of multiplying shoot initials can be achieved by their transfer to a liquid culture medium with agitation on an orbital shaker. During the process of sub-culture, the leaves have to be cut off in order to encourage more rapid development of new shoots. As for acclimatization, tissue culture Maspine pineapple plants remained in green house until they are ready for transfer to the MARDI farm in Sintok, Kedah. Maspine pineapple plants were fertilized with recommended fertilizer, the plants produce fruits that are sweet, attaining 17 – 18 °Brix on the brix scale.

## **Bibliografi**

- Aghion, D. dan Beauchesne, G. (1960). *Fruits* 15: 464 – 466
- Bartolome, A.P., Ruperez, P. dan Fuster, C. (1994). Pineapple fruit: morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne cultivars. *Food Chemistry* 53: 75 – 79
- Be, L.V. dan Debergh, P.C. (2006). Potential low-cost micropropagation of pineapple (*Ananas comosus*). *South African Journal of Botany* 72: 191 – 194
- Davey, M.R., Sripaoraya, S., Anthony, P., Lowe, K.C. dan Power, J.B. (2007). Pineapple. Dalam: Pua E.C dan Davey M.R (ed). *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, Jil 60: Transgenic Crops V. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 97 – 127
- Harizamrri (Agro-jurnal pertanian) (2008). Maspine – nanas kaleng berdaun tanpa duri. Diambil pada 7 April 2008 dari <http://harizamrri.wordpress.com/2008/01/29/maspine-%E2%80%93-nanas-kaleng-berdaun-tanpa-duri/>
- Lakshmi, Sita, G., Singh, R. dan Iyer, C. (1974). *Curr Sci India* 43: 724 – 725
- Lieu, P.N., Tinh, N.N., Vui, P.V., Khai, T.P. dan Teisson, C. (2004). Study of multiplication rate of conventional propagation in vivo of Cayenne (*A. comosus* L.). Impact de 10 années de coopération française sur l'amélioration des productions fruitières au Vietnam - SOFRI. *Conférence*: 1 – 11
- Morton, J. (1987). *Fruits of warm climates*. Creative Resource Systems, Inc. NC, hlm. 18 – 28
- Murashige, T. (1974). Plant propagation through tissue cultures. *Annu Rev Plant Physiol* 25: 135 – 166
- Niaz Wali (2019). Chapter 3.34 - Pineapple (*Ananas comosus*). *Nonvitamin and Nonmineral. Nutritional Supplements*. m.s. 367 – 373

## **Pengarang**

Zuraida Ab Rahman (Dr.)

Pusat Penyelidikan Bioteknologi dan Nanoteknologi, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor  
E-mel: azuraida@mardi.gov.my

Ayu Nazreena Othman dan Nur Najwa Arifah Basiron

Pusat Penyelidikan Bioteknologi dan Nanoteknologi, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Hartinee Abbas

Pusat Penyelidikan Padi dan Beras, MARDI  
Jalan Paya Keladi/Pinang Tunggal  
13200 Kepala Batas, Pulau Pinang