

Karakterisasi Morfologi Bunga dan Buah Abnormal
Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Hasil Kultur Jaringan¹⁾

*Characterization of Abnormal Flower and Fruit Morphology of Oil Palm
(Elaeis guineensis, Jacq) Tissue Culture-Derived Plants*

Helen Hetharie^{2)*}, Gustav A. Wattimena³⁾, Maggy Thenawidjaya S.⁴⁾,
Hajrial Aswidinnoor⁵⁾, Nurita Toruan-Mathius⁶⁾ dan Gale Ginting⁷⁾

Diterima 14 November 2006/Disetujui 7 Maret 2007

ABSTRACT

Tissue culture-derived plants of oil palm (Elaeis guineensis Jacq) can produce abnormal female dan male flowers, especially female, which develop into mantled fruit. This abnormality have caused yield lost up to 40%. The objectives of this research were to study the stages of flower development in which the abnormality started to appear, to characterize the morphology of the abnormal flower and fruit, and to determine the degree of abnormality. Plant materials used in this research were MK152, MK 176, MK 203, MK163, MK104, MK 212 and MK 209 clones obtained from the collection of "Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)" in Ciampea, Bogor. Characterization of abnormality at the flowering stage was conducted based on morphological performance at several stages of flower development, while the degree of abnormality at fruiting stage was determined based on the condition of carpel, mesocarp and seed. Normal flower and fruit of the same clone were used as the control. The results showed that the abnormality started at primordial stage of flower organ formation. Supplement carpel was found surrounding gynoecium for the abnormal female flower, which was composed of three to six carpels present at separate whorl of flower. Abnormal male flower had no additional whorl of flower, instead stamens were converted into carpel-like structures. In this case, number of carpels structure depends on the degree of abnormality. There were three levels of abnormality, i.e light abnormality (AbR), heavy abnormality (AbB) and severe abnormality (AbSB). The severe abnormal fruit was seedless, with soft mesocarp (AbSB1) and woody mesocarp (AbSB2).

Key words : oil palm, mantled fruit, supplement carpel, flower whorl, tissue culture

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman yang menyerbuk silang sehingga benih yang dihasilkan tidak seragam sifatnya dan sifat unggul tidak dapat dipertahankan. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan bibit unggul maka varietas hibrida Tenera diperbanyak melalui kultur jaringan. Kelapa sawit hasil perbanyakan kultur jaringan seringkali menghasilkan bunga dan buah yang abnormal, berbeda dengan tanaman dari benih. Tanaman yang berasal dari benih sering terjadi abnormalitas saat mulai berbunga, namun menjadi stabil berbunga dan berbuah normal pada umur 2.5 tahun (Lubis, 1992). Pemanfaatan teknik kultur jaringan untuk perbanyakan kelapa sawit dalam skala besar dihambat

oleh adanya fenotip buah bersayap kira-kira 5.69% pada klon PPKS (Fatmawati *et al.*, 1997) atau 5-10% pada semua klon yang diregenerasi (Corley *et al.*, 1986 ; Tregear *et al.*, 2002). Menurut Toruan-Mathius *et al.* (2001) terjadi abnormalitas pada organ reproduktif berkisar 10-40%, yang menurut Eeuwens *et al.* (2002) menyebabkan produktivitas menurun karena buah yang terbentuk biasanya gugur selama dalam perkembangan.

Menurut Tandon *et al.* (2001) pistil kelapa sawit mempunyai stigma berbentuk tiga cuping (*trilobe*) yang membentuk tiga lokul pada dasar ovarium. Pada tiap lokul terdapat satu ovul sehingga pistil kelapa sawit dikatakan sebagai ginoesium dengan tiga karpel. Sedangkan bunga jantan mempunyai enam atau tujuh stamen (Hartley, 1977), tiap rangkaian bunga jantan menghasilkan serbuk

¹⁾ Bagian dari Disertasi

²⁾ Mahasiswa S3-Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Agronomi, Institut Pertanian Bogor, Bogor
Alamat : Jl. Tenggiri No 22 Gg Rizky RT07/RW10 Pagelaran Ciomas (* untuk Korespondensi)
Alamat mail : helen_hetharie@yahoo.com

³⁾ Guru Besar Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

⁴⁾ Guru Besar Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

⁵⁾ Staf Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB

⁶⁾ Staf Peneliti SEAMEO BIOTROP, Bogor

⁷⁾ Staf Peneliti Balai Penelitian Kelapa Sawit, Medan

sari 40-60 g (Lubis, 1992). Namun beberapa laporan mengungkapkan abnormalitas pada klon-klon hasil kultur jaringan berupa feminisasi bunga jantan maupun betina (Corley *et al.*, 1986; Jaligot *et al.*, 2004). Pada bunga jantan, primordia stamen berubah menjadi jaringan seperti karpel sehingga tidak terbentuk serbuk sari, sebaliknya pada bunga betina terjadi tambahan karpel yang mengelilingi ginoesium (Matthes, 2001). Buah kelapa sawit yang mempunyai karpel tambahan disebut sebagai buah bersayap (*mantled*) (Hartley, 1977).

Penelitian ini bertujuan (1) mempelajari perkembangan bunga dan fase terbentuknya abnormalitas, (2) mengkarakterisasi morfologi bunga dan buah, serta (3) menentukan tingkat abnormalitas buah. Hasil penelitian diharapkan dapat menambah informasi tentang abnormalitas bunga dan buah pada kelapa sawit untuk pengembangan teknologi kultur jaringan dalam penyediaan bibit unggul.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di perkebunan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) di Ciampea, Bogor, dari bulan September 2005 sampai Maret 2006. Bahan tanaman kelapa sawit merupakan koleksi BPPT berumur 11 tahun. Tujuh klon hasil perbanyakan kultur jaringan yang dikoleksi adalah MK152, MK 176, MK 203, MK163, MK104, MK 212 dan Klon 209. Pengamatan pada semua klon yaitu pada fase bunga meliputi bunga betina dan jantan, serta fase buah. Berdasarkan pengamatan diperoleh klon yang mempunyai banyak tanaman berbunga abnormal dan tingkat abnormalitasnya beragam digunakan selanjutnya sebagai objek penelitian (Tabel 1). Berdasarkan kriteria tersebut maka klon yang terpilih adalah MK 152, MK 176 dan MK 209 mempunyai dua sampai enam tanaman abnormal.

Sampel diambil dari setiap tanaman yang menghasilkan buah abnormal dimulai dari fase bunga sampai buah panen. Sebagai pembandingan digunakan tanaman normal dari klon yang sama. Pengamatan pada fase perkembangan bunga betina meliputi (1) rangkaian bunga berseludang dengan ukuran ± 10 cm muncul dari ketiak pelepah daun, (2) rangkaian bunga berseludang dengan ukuran ± 20 cm muncul dari ketiak pelepah daun, (3) rangkaian bunga dibungkus seludang bagian dalam. Karakterisasi morfologi bunga jantan dilakukan pada dua fase perkembangan bunga meliputi (1) rangkaian bunga yang dibungkus oleh dua seludang, dan (2) rangkaian bunga yang dibungkus seludang bagian dalam. Pengamatan pada fase buah meliputi (1) buah muda (sepertiga dari pangkal buah warna putih-hijau dan ke arah ujung didominasi warna ungu gelap), dan (2) buah panen (dua per tiga dari pangkal buah ke arah ujung warna jingga). Contoh bunga dan buah yang diperoleh kemudian diidentifikasi fase mulai terbentuk abnormal dan tingkat abnormalitas. Penentuan mulai munculnya abnormal dilakukan pada fase bunga dan tingkat abnormalitas pada fase buah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Morfologi Bunga Betina

Rangkaian bunga betina kelapa sawit (Gambar 1a.1) disusun oleh sejumlah spikelet secara spiral pada rakila atau sumbu pembungaan. Sedangkan tiap spikelet (Gambar 1a.2) disusun oleh 10-26 individu bunga (Gambar 1a.3). Rangkaian bunga tersebut dibungkus oleh dua lapis seludang, seludang bagian luar bertekstur kasar dan berwarna cokelat kusam (Gambar 1b) sedangkan bagian dalam mempunyai ciri agak tebal dan kaku (Gambar 1c). Biasanya rangkaian bunga muncul dari ketiak pelepah daun pada lingkaran keempat yaitu suatu kumpulan pelepah daun keempat dihitung dari lingkaran pelepah daun muda dari bagian atas tanaman.

Tabel 1. Klon-klon hasil kultur jaringan dengan tanaman abnormal

KLON	Jumlah Tanaman	Jum.Tanaman Abnormal	Karakteristik Buah Abnormal
MK 152	22	3	abnormal berat (AbB), abnormal sangat berat (AbSB).
MK 176	23	2	abnormal ringan (AbR), AbB.
MK 203	21	1	AbB.
MK 163	14	0	-
MK 104	16	2	AbB.
MK 212	12	1	AbSB.
MK 209	35	6	AbR, AbB, AbSB.

Dalam penelitian ini, fase pertama perkembangan bunga ditentukan melalui munculnya rangkaian bunga berseludang dengan panjang ± 10 cm (Gambar 2a.1) dari ketiak pelepah daun. Pada fase ini, secara visual spikelet belum terbentuk sempurna sehingga yang terlihat hanya suatu primordia rangkaian bunga (Gambar 2a.2). Sedangkan pada rangkaian bunga berseludang dengan panjang ± 20 cm (Gambar 2b.1), rangkaian bunga (Gambar 2b.2) telah terbentuk dengan adanya sejumlah spikelet dan individu bunga (Gambar 2b.3) namun perhiasan bunga belum dapat dipisahkan karena sangat tipis dan tiga karpel masih menyatu. Fase tiga ditandai dengan rangkaian bunga dibungkus hanya oleh seludang kedua (Gambar 2c.1), spikelet dan individu bunga berukuran lebih besar (Gambar 2c.2), serta organ bunga dapat dipisahkan.

Organ bunga betina kelapa sawit tersusun pada enam lingkaran bunga yaitu satu daun pelindung bagian luar berbentuk setengah lingkaran dan sisi lainnya melekat pada spikelet, bentuknya bulat panjang dengan ujung sangat runcing (Gambar 3a.1 dan 3b.1). Pada lingkaran kedua terdapat dua stamen diposisi kiri dan kanan (Gambar 3a.2 dan 3b.2) yang layu kemudian gugur sejalan dengan perkembangan bunga. Selanjutnya lingkaran ketiga terdapat dua pelindung bunga berwarna putih mengkilap agak transparan (Gambar 3a.3 dan 3b.3). Lingkaran bunga keempat dan kelima terdiri dari tiga perhiasan bunga dengan bentuk dan warna sama dengan pelindung bunga pada lingkaran ketiga (Gambar 3a.4, 3a.5, dan 3b.4, 3b.5). Pada lingkaran keenam, terdapat pistil tiga karpel berwarna putih yang merupakan karpel utama (Gambar 3a.6 dan 3b.6) dengan irisan melintang pistil (Gambar 3a.7). Bunga mekar ditandai dengan mekarnya stigma tiga cuping.

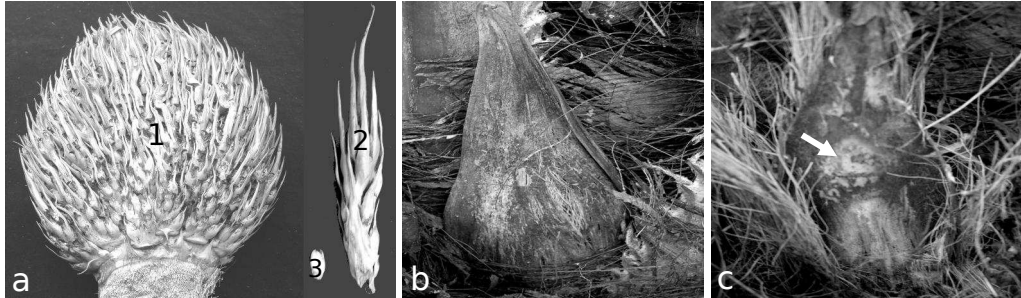
Hasil yang diperoleh sedikit berbeda dengan yang diuraikan oleh Hartley (1977) bahwa susunan organ bunga betina kelapa sawit meliputi daun pelindung, pelindung bunga, dan bunga jantan berurutan terdapat pada lingkaran pertama, kedua dan ketiga, kemudian perhiasan bunga sepaloid pada lingkaran empat dan lima, androsium rudimenter lingkaran keenam, dan lingkaran bunga ketujuh adalah ovari dengan tiga karpel. Nampak bahwa ada tujuh lingkaran organ bunga dengan adanya androsium rudimenter pada posisi keenam. Sedangkan Tandon *et al.* (2001) menguraikan organ bunga tersebut dari bagian dalam ke luar secara berurutan pistil dan androsium rudimenter dibungkus oleh enam perhiasan sepaloid berada pada dua lingkaran bunga, dibungkus lagi oleh dua pelindung bunga serta satu daun pelindung terluar dengan ujung yang panjang. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak ada dua stamen pada lingkaran bunga kedua. Dalam penelitian ini tidak ditemukan adanya androsium rudimenter pada posisi sebelum pistil karena pengamatan tidak dilakukan secara mikroskopis tetapi secara visual. Sedangkan pada lingkaran kedua terdapat stamen bukan bunga jantan

seperti yang dikemukakan oleh Hartley (1977), diduga telah terjadi perubahan organ tersebut.

Abnormalitas pada bunga betina kelapa sawit dapat diamati pada saat rangkaian bunga hanya dibungkus seludang kedua atau pada fase tiga (Gambar 2c.1). Pada fase ini, nampak jelas batasan antar karpel tambahan bahkan karpel-karpel tersebut mudah dipisahkan (Gambar 3c.6). Pada rangkaian bunga fase dua, telah nampak batasan antar karpel namun masih menyatu. Diduga pada fase pertama bahkan pada saat terbentuk primordia karpel utama, primordia karpel tambahan juga terbentuk namun tidak dapat diidentifikasi secara visual dalam penelitian ini. Hasil penelitian Murai *et al.* (2002) pada bunga tanaman gandum menunjukkan bahwa stamen mengalami perubahan menjadi struktur seperti pistil pada fase awal perkembangan stamen.

Rangkaian bunga betina abnormal mempunyai morfologi seludang dan spikelet sama seperti tanaman normal, demikian juga dengan bagian-bagian organ bunga. Perbedaan dengan tanaman berbunga normal adalah adanya karpel lain yang disebut karpel tambahan (Gambar 3c.6 dan 3c.8). Jumlah karpel tambahan berkisar antara tiga sampai tujuh buah tetapi umumnya ditemukan enam buah yang berada pada posisi lingkaran bunga keenam mengelilingi karpel utama (Gambar 3d.6). Bentuk dan warna karpel tambahan sama dengan karpel utama yaitu mempunyai stigma dan berwarna putih. Dengan demikian bunga betina abnormal mempunyai tujuh lingkaran bunga dengan adanya karpel tambahan tersebut (Gambar 3d). Androsium rudimenter yang berada pada posisi lingkaran bunga keenam (Hartley, 1977), diduga telah terinduksi menjadi bentuk seperti karpel. Akibat penambahan karpel maka individu bunga, spikelet dan rangkaian bunga mempunyai ukuran lebih besar. Bagian organ bunga seperti daun pelindung dan perhiasan bungapun relatif lebih lebar (Gambar 3c.1, 3c.3, 3c.4 & 3c.5).

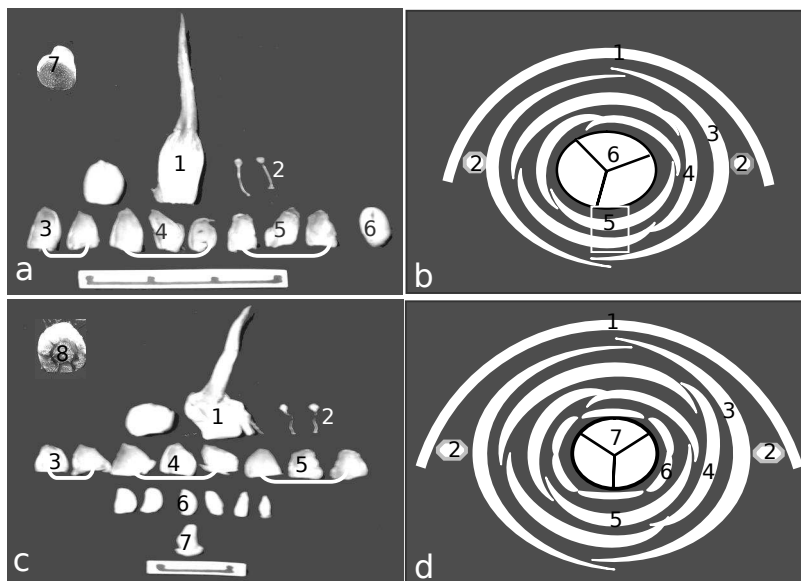
Organ bunga Arabidopsis seperti halnya tanaman dikotil lain terdiri atas sepal, petal, stamen dan karpel. Pada semua kasus, struktur perhiasan bunga (sepal dan petal) tersusun pada batas luar bunga, sedangkan organ reproduksi (stamen dan karpel) berada di posisi tengah (Purugganan *et al.*, 1995). Sistem model pada Arabidopsis digunakan untuk mempelajari perkembangan bunga yang tersusun dalam empat lingkaran bunga yaitu lingkaran pertama adalah sepal diikuti oleh lingkaran petal, lingkaran stamen dan lingkaran keempat adalah karpel. Pada kasus ini, identitas lingkaran organ bunga ditentukan oleh aktivitas sejumlah gen homeotik. Peranan gen homeotik bunga terhadap perkembangan bunga pada Arabidopsis dan species dikotil yang lain dikenal dalam bentuk model ABC (Coen dan Meyerowitz, 1991; Bowman *et al.*, 1991), sedangkan kelapa sawit sebagai tanaman monokotil mempunyai



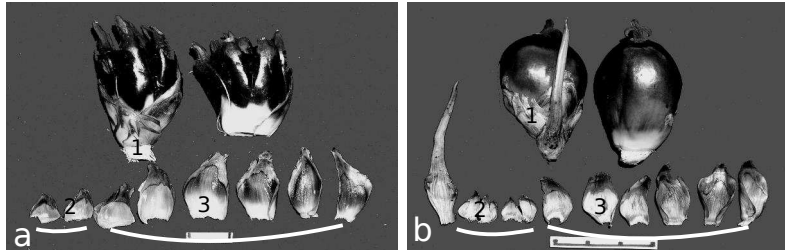
Gambar 1. Rangkaian bunga betina dan seludang bunga
 (a1) Rangkaian bunga betina, (a2) Spikelet, (a3) Individu bunga betina, (b) Seludang bagian luar, (c) Seludang bagian dalam



Gambar 2. Beberapa fase perkembangan bunga
 (a1) Rangkaian bunga berseludang fase pertama, (a2) Primordia rangkaian bunga, (b1) Rangkaian bunga berseludang fase dua, (b2) Rangkaian bunga, (b3) Spikelet, (c1) Rangkaian bunga berseludang fase tiga, (c2) Spikelet.



Gambar 3. Bagian-bagian organ bunga betina normal (a&b) dan abnormal (c&d). (a1) Daun pelindung, (a2) Stamen, (a3), Pelindung bunga, (a4). & (a5) Perhiasan bunga, (a6) Karpel utama, (a7) Irisan melintang karpel utama, (b) Lingkaran bagian organ bunga normal (a1-a6), (c1) Daun pelindung, (c2) Stamen, (c3) Pelindung bunga, (c4) & (c5) Perhiasan bunga, (c6) Karpel tambahan, (c7) Karpel utama, (c8) Irisan melintang karpel abnormal, (d) Lingkaran bagian organ bunga abnormal (c1-c7).



Gambar 4. Pelindung bunga dan perhiasan bunga kelapa sawit pada fase buah
(a1) Fase buah muda, (a2) Pelindung bunga, (a3) Perhiasan bunga, (b1) Fase buah agak matang, (b2) Pelindung bunga, (b3) Perhiasan bunga

susunan organ bunga berada pada enam lingkaran. Alwee *et al.* (2006) menyatakan bahwa beberapa studi telah dilakukan untuk mempelajari gen-gen yang berperan dalam pembentukan organ bunga pada jagung dan gandum namun belum ada pada tanaman pohon monokotil. Informasi penelitian ini dapat menjadi acuan untuk mendalami gen-gen yang berhubungan dengan posisi organ bunga kelapa sawit, seperti yang telah dilakukan oleh Alwee *et al.* (2006).

Umumnya bunga mempunyai perhiasan bunga berupa sepal berwarna hijau dan petal berwarna-warni, sedangkan organ reproduksinya berupa stamen dan atau pistil. Apabila bunga telah mengalami penyerbukan dan pembuahan maka petal akan layu dan gugur. Perhiasan bunga pada kelapa sawit tidak menunjukkan karakteristik seperti diuraikan di atas. Perhiasan bunga yang terdapat pada lingkaran bunga keempat dan kelima berwarna putih transparan dan saat bunga mekar berwarna putih kusam agak kaku, keadaan inipun terjadi pada pelindung bunga. Daun pelindung, pelindung bunga dan perhiasan bunga tetap ada sampai buah panen. Pada fase buah muda, perhiasan bunga bagian dalam berubah warna menjadi ungu seperti warna buah tetapi hanya pada bagian tengah sebelah dalam (Gambar 4a) kemudian menjadi cokelat pada buah setengah tua (Gambar 4b). Menurut Tjitrosoepomo (2005) tidak semua bunga mempunyai perhiasan bunga yang dapat dibedakan secara jelas sebagai sepal atau petal, sehingga tumbuhan yang mempunyai sepal dan petal bunga sama dalam bentuk dan warna disebut tenda bunga (perigonium). Bagian-bagian yang menyusun tenda bunga disebut tepala atau daun tenda bunga.

Karakteristik Morfologi Bunga Jantan

Rangkaian bunga jantan terbungkus oleh dua lapis seludang bunga seperti halnya bunga betina. Bunga mulai mekar satu minggu setelah seludang kedua (bagian dalam) terbuka. Individu bunga jantan tersusun secara spiral pada spikelet. Spikelet bunga jantan berbentuk seperti tongkol (Gambar 5a) tersusun pada rakila (sumbu pembungaan). Mekarnya bunga jantan dimulai dari pangkal spikelet dan disertai aroma khas serta pelepasan serbuk sari. Menurut Tandon *et al.*

(2001) aroma ini dikeluarkan juga oleh bunga betina yang merupakan salah satu strategi alami untuk menarik kumbang mendatanginya untuk penyerbukan.

Organ bunga dari bunga jantan normal (Gambar 5b.4) terusun pada tiga lingkaran bunga yaitu satu daun pelindung bertekstur kusam dan berwarna hijau cokelat berada pada posisi lingkaran bunga pertama (Gambar 5b.1 dan 5c.1), enam perhiasan bunga pada lingkaran kedua (Gambar 5b.2 dan 5c.2), dan lingkaran ketiga terdapat enam stamen (Gambar 5b.3 dan 5c.3). Namun Hartley (1977) dan Durand-Gasselin *et al.* (1993) mengatakan bahwa setelah stamen terdapat gimnosium rudimenter, berbeda dengan hasil dalam penelitian ini karena dilakukan secara visual.

Abnormalitas pada bunga jantan dapat diamati pada saat seludang kedua masih membungkus rangkaian bunga (tandan bunga fase tiga) seperti halnya pada bunga betina, namun diduga abnormalitas dimulai pada saat pembentukan primordia bunga. Bunga jantan abnormal (Gambar 5e.4) mempunyai rangkaian bunga (Gambar tidak ditampilkan), spikelet (Gambar 5d dan 5h), daun pelindung (Gambar 5e.1) dan perhiasan bunga (Gambar 5e.2) lebih besar dibanding dengan bunga jantan dari tanaman normal meskipun secara morfologi sama. Bagian organ bunga yang membesar disebabkan stamen pada lingkaran bunga ketiga mengalami perubahan bentuk menjadi struktur seperti karpel (Gambar 5e.3 dan 5f.3). Jumlah karpel dan stamen bervariasi sesuai dengan tingkat abnormalitas serta letaknya pada spikelet. Struktur karpel pada bunga jantan mempunyai ciri sama dengan bunga betina, dilengkapi dengan stigma meskipun karpelnya berukuran lebih kecil (Gambar 5i panah). Buah bersayap pada kelapa sawit menurut Adam *et al.* (2005) merupakan suatu perubahan pada stamen dari bunga jantan dan androesium rudimenter dari bunga betina menjadi struktur seperti karpel.

Karakteristik bunga jantan diamati pada semua tingkat abnormalitas. Hasil pengamatan pada tingkat abnormal berat (AbB) menunjukkan bahwa spikelet mempunyai ukuran dan penampilan hampir sama dengan spikelet dari tanaman normal, akan tetapi bunga jantan dibagian pangkal spikelet berukuran lebih besar dari pada dibagian tengah dan ujung spikelet. Individu

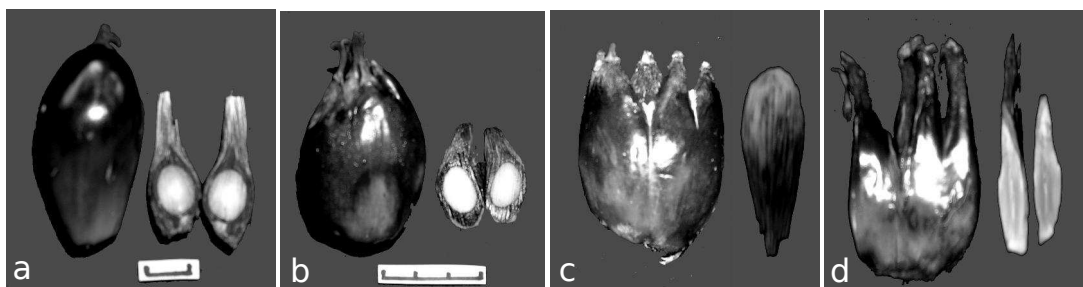
bunga tersebut dapat mempunyai tiga karpel dan tiga stamen atau empat karpel dan dua stamen, sedangkan pada bagian tengah ke arah ujung spikelet, sebagian besar individu bunga mempunyai hanya satu atau dua karpel dengan lima atau empat stamen, bahkan ada bunga dengan enam stamen seperti halnya bunga dari tanaman normal. Tanaman yang menghasilkan buah abnormal sangat berat (AbSB) mempunyai rangkaian bunga jantan lebih besar dibandingkan dengan bunga jantan dari AbB karena tersusun dari sejumlah spikelet yang berukuran lebih besar (Gambar 5d dan 5h). Individu bunga jantan AbSB mempunyai daun pelindung dan perhiasan bunga berbentuk normal, namun sebagian besar bunga tidak mempunyai stamen karena telah berubah menjadi karpel sehingga ditemukan enam karpel per individu bunga atau adakalanya lima karpel dan satu stamen. Bunga jantan AbSB (Gambar 5g.1) mempunyai penampilan sama dengan bunga betina abnormal (Gambar 5g.2), namun berukuran lebih kecil. Individu bunga dari AbSB dapat mekar (Gambar 5d), kemudian menjadi tua dan gugur seperti halnya bunga jantan normal. Tiap anter yang terdapat pada semua tingkat abnormal mempunyai polen.

Tanaman yang menghasilkan bunga betina abnormal juga menghasilkan bunga jantan abnormal meskipun bunga jantan jarang ditemukan, sebaliknya tanaman dengan bunga betina normal mempunyai bunga jantan normal. Tanaman yang menghasilkan bunga abnormal lebih lambat berbunga dengan penampilan pelepah daun lebih rapat ke batang, batang lebih besar serta tanaman lebih tinggi. Sedangkan pohon dengan bunga normal mempunyai penampilan sebaliknya. Pada beberapa pohon abnormal, buah terbentuk namun sebelum sampai pada fase buah panen, buah menjadi busuk dan tetap berada pada tandan buah atau tidak jatuh.

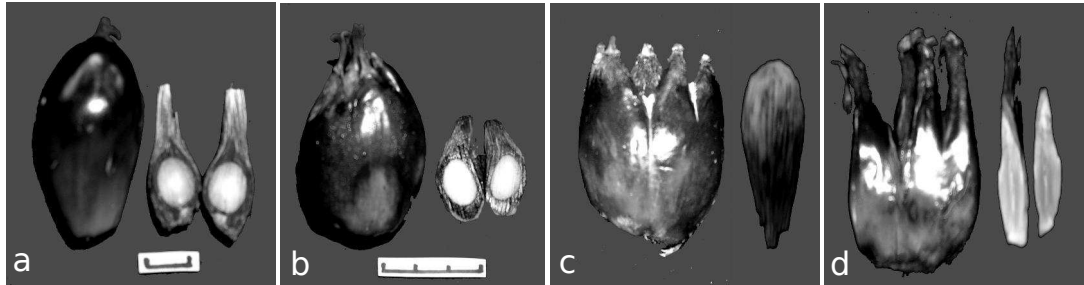
Karakteristik Morfologi Buah Abnormal dan Tingkat Abnormalitas Buah

Karakteristik buah abnormal bervariasi dalam klon meliputi jumlah, ukuran dan bentuk karpel tambahan. Jumlah karpel tambahan bervariasi tiga sampai tujuh mengelilingi karpel utama, berukuran sama dengan karpel utama namun ada yang lebih pendek. Karpel tambahan pada bunga berkembang sampai fase buah panen, sehingga klasifikasi tingkat abnormalitas pada buah mencerminkan tingkat abnormalitas pada bunga. Karakterisasi tingkat abnormalitas didasarkan pada batasan antar karpel tambahan dan karpel utama, kondisi mesokarp, serta keberadaan biji. Tiga kriteria ini tidak dapat dilakukan pada fase bunga sehingga perbedaan tingkat abnormalitas ditentukan pada buah matang karena biji telah terbentuk sempurna.

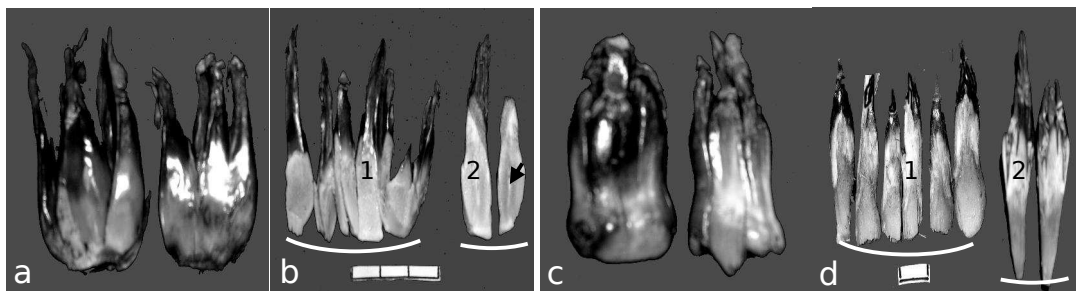
Berdasarkan kriteria tersebut maka buah kelapa sawit hasil perbanyakan kultur jaringan digolongkan atas empat yaitu (1) normal (Nml) dengan ciri tidak ada karpel tambahan, mesokarp berdaging dan mempunyai biji (Gambar 6a), (2) abnormal ringan (AbR) dengan ciri ada karpel tambahan namun batasan antara karpel tambahan nampak hanya pada bagian ujung buah, mesokarp berdaging dan mempunyai biji (Gambar 6b), (3) abnormal berat (AbB) dengan ciri karpel tambahan dari bagian ujung ke bagian tengah buah terpisah dengan karpel utama, batasan antar karpel tambahan sangat jelas dari ujung ke arah bagian tengah buah dan selanjutnya menyatu dengan karpel utama, mesokarp berdaging dan mempunyai biji (Gambar 6c), (4) abnormal sangat berat (AbSB) dengan ciri karpel tambahan terpisah dari karpel utama dimulai dari ujung sampai sepertiga dari pangkal buah demikian juga antar karpel tambahan, serta tidak mempunyai biji (Gambar 6d).



Gambar 5. Pikelet & bagian organ bunga jantan normal (a, b & c) dan abnormal (d, e & f). (a) Spikelet normal, (b1) Daun pelindung, (b2) Perhiasan bunga, (b3) Stamen, (b4) individu bunga tanpa daun pelindung, (c) Lingkaran organ bunga jantan normal, (d) Spikelet abnormal, (e1) Daun pelindung, (e2) Perhiasan bunga, (e3) Struktur karpel, (e4) Individu bunga tanpa daun pelindung, (f) Lingkaran organ bunga abnormal, (g1) Bunga jantan abnormal, (g2) Bunga betina abnormal, (h) Spikelet abnormal kering, (i) Struktur karpel.



Gambar 6. Tingkat abnormalitas buah pada buah panen
 (a) Buah normal, (b) Buah abnormal ringan, (c) Buah abnormal berat, (d) Buah abnormal sangat berat



Gambar 7. Buah abnormal sangat berat dengan irisan membujur
 (a) Buah abnormal sangat berat 1 (ABS1), (b1) Irisan membujur karpel tambahan AbSB1, (b2) Irisan membujur karpel utama AbSB1, (c) Buah abnormal sangat berat 2 (ABS2), (d1) Irisan membujur karpel tambahan AbSB2, (d2) Irisan membujur karpel utama AbSB2

Buah abnormal sangat berat (AbSB) dengan spesifikasi tidak mempunyai biji digolongkan lagi berdasarkan keadaan karpel dan tekstur mesokarp yaitu (1) abnormal sangat berat 1 (AbSB1) ditandai dengan karpel tambahan terpisah dari karpel utama dari ujung sampai sepertiga pangkal buah demikian juga antara karpel tambahan (Gambar 7a), mesokarp berdaging mulai dari pangkal buah sampai sepertiga ujung buah pada karpel utama dan tambahan (Gambar 7b.1 dan 7b.2), dan (2) abnormal sangat berat 2 (AbSB2) ditandai dengan batasan antar karpel tambahan sangat jelas dari ujung sampai pangkal buah namun karpel tersebut menyatu dengan karpel utama (Gambar 7c) demikian juga antara karpel tambahan, mesokarp sebagian besar berkayu pada karpel utama dan tambahan (Gambar 7d.1 dan 7d.2). Hasil irisan membujur dari karpel utama pada ABSB 1 tidak ditemukan biji namun nampak suatu lapisan kernel tipis (Gambar 7d panah). Pada setiap karpel tambahan pada semua tingkat abnormalitas buah tidak ditemukan biji atau dapat dikatakan karpel tambahan tersebut steril. Durand-Gasselin *et al.* (1993) mengemukakan bahwa ovari tiga karpel pada bunga betina abnormal adalah steril sedangkan androsiumnya menjadi pseudokarpel. Namun hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak semua bunga abnormal

mempunyai ovari tiga karpel steril seperti pada AbR dan AbB, bahkan AbSB1 masih nampak adanya kernel meskipun tidak sempurna.

KESIMPULAN

Abnormalitas pada bunga kelapa sawit hasil perbanyakan kultur jaringan dapat diamati pada saat bagian-bagian organ bunga telah terbentuk sempurna. Abnormalitas pada bunga betina yaitu penambahan satu lingkaran bunga dengan munculnya karpel berjumlah tiga sampai tujuh mengelilingi karpel utama. Abnormalitas pada bunga jantan yaitu stamen pada lingkaran bunga ketiga berubah menjadi struktur seperti karpel berjumlah tiga sampai tujuh. Abnormalitas pada buah merupakan perkembangan lanjut dari abnormalitas bunga. Tiga tingkat abnormalitas buah yaitu abnormal ringan (AbR), abnormal berat (AbB) dan abnormal sangat berat (ABSB). AbR dan AbB mempunyai biji normal dengan karpel tambahan masih menyatu, sedangkan ABSB tidak mempunyai biji dan batasan antar karpel tambahan jelas sampai pangkal buah. ABSB1 mempunyai mesokarp berdaging dan ABSB2 sebagian besar berkayu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor, dan kepada kepala Balai Penelitian Marihat serta direktur Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan atas dana penelitian serta izin penggunaan fasilitas penelitian. Ucapan terima kasih juga kepada Kepala Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Ciampea atas izin menggunakan bahan tanam, serta direktur SEAMEO BIOTROP atas izin penggunaan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, H., S. Jouannic, J. Escoute, Y. Duval, J-L. Verdeil, J.W. Tregear. 2005. Reproductive developmental complexity in the African oil palm (*Elaeis guineensis*, Areaceae). *Amer. J. Botany*. 92(11) :1836-1852.
- Alwee, S.S., C.G. Van der Linden, J. Van der Schoot, S. de Folter, G.C. Angenent, S-C. Cheah, M.J.M. Smulders. 2006. Characterization of oil palm MADS box genes in relation to the mantled flower abnormality. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* : DOI 10.1007/s11240-006-9084-4.
- Bowman, J.L., D.R. Smyth, F.M. Meyerowitz. 1991. Genetic interactions among floral homeotic genes of Arabidopsis. *Development*. 112 : 1-20.
- Coen, E.S., E.M. Meyerowitz. 1991. The war of the whorls genetic interactions controlling flower development. *Nature*. 353 : 31-37.
- Corley, R.H.V., C.H. Lee, L.H. Law, C.Y. Wong. 1986. Abnormal flower development in oil palm clones. *Planter (Kuala Lumpur)*. 62:233-240.
- Durand-Gasselin, T., L. Baudouin, A.B. Maheeran, K. Konan, J.M. Noiret. 1993. Description and degree of the mantled flowering abnormality in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) clones produced using the orstom-CIRAD procedure. *Dalam* :Rao, V., I.E. Henson, N. Rajanaidu (eds). *Proceeding of the 1993 ISOPB International Symposium on Recent Developments in Oil Palm Tissue Culture and Biotechnology*. Kuala Lumpur, Malaysia 24-25 Sept. 1993. p.48-63.
- Eeuwens, C.J., S.Lord, C.R.Donough, V.Rao, G. Vallejo, S. Nelso. 2002. Effects of tissue culture condition during embryoid multiplication on the incidence of "mantled" flowering in clonally propagated oil palm. *Plant Cell Tiss Org Cult*. 70:311-323.
- Fatmawati, K. Pamin, G. Ginting, Subronto, C.H. Muluk. 1997. Performance of oil palm clones in the field based on ten year observation. *Proceedings of The Indonesian Biotechnology Conference, Jakarta*. p. 367-378.
- Hartley, C.W.S. 1977. *The Oil Palm*. Second Edition. Longman London. 706 p.
- Jaligot, E., T. Beule, F-C. Baurens, N. Billotte, A. Rival. 2004. Search for methylation-sensitive amplification polymorphisms association with the "mantled" variant phenotype in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Genome*. 47 (1) :224-228.
- Lubis, A.U. 1992. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat Bandar Kuala Pematang Siantar-Sumatera Utara. 435 hal.
- Matthes, M., R. Singh, S-C. Cheah, A. Karp. 2001. Variation in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) tissue culture-derived regenerants revealed by AFLPs with methylation-sensitive enzymes. *Theor. Appl. Genet*. 102 : 971-979.
- Murai, K., S. Tahumi, H. Koga, Y.Ogihara. 2002. Pistillody homeotic transformation of stamens into pistil-like structures, caused by nuclear-cytoplasmic interaction in wheat. *The Plant Journal*. 29 (2) 169-181.
- Purugganan, M. D., S.D. Rounsley, R. J. Schmidt, M. F. Yanofsky. 1995. Molecular evolution of flower development: diversification of the plant MADS-Box regulatory gene family. *Genetics*. 140 : 345-356.
- Tandon, R., T.N. Manohara, B.H.M. Nijalingappa, K.R. Shivanna. 2001. Pollination and pollen-pistil interaction in oil palm, *Elaeis guineensis*. *Annals of Botany*. 87 : 831- 838.
- Tjitrosoepomo, G. 2005. *Morfologi Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. 266 hal.
- Toruan-Mathius, N., S.I.I. Bangun, M. Bintang. 2001. Analisis abnormalitas tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) hasil kultur jaringan dengan teknik Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD). *Menara Perkebunan*. 69(2) : 58-70.
- Tregear, J.W., F. Morcillo, F. Richaud, A. Berger, R.Singh, S.C. Cheah, C. Hartmann, A. Rival, Y. Duval. 2002. Characterization of a defensin gene expressed in oil palm inflorescences: induction during tissue culture and possible association with epigenetic somaclonal variation events. *Journal of Experimental Botany*. 53 (373) : 1387-1396.