

## FUNGSI HAUSTORIUM PADA PERKECAMBAHAN BENIH KELAPA

*Nurhaini Mashud*

Peneliti Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain, Manado

### RINGKASAN

Sebuah haustorium dibentuk pada bagian *distal* (pangkal) embrio dalam buah kelapa. Dibanding dengan jaringan-jaringan lain dalam haustorium, jaringan permukaannya sangat berbeda, yaitu (1) bagian yang berbatasan dengan endosperm mempunyai struktur yang tidak rata, (2) memiliki butir-butir pati dan minyak, (3) akumulasi sukrosa dan pati dalam jumlah yang relatif tinggi, serta (4) adanya aktifitas enzim phosphogluko mutase (PGM) dan enzim phosphoglucose isomerase (PGI) yang tinggi. Jaringan-jaringan vascular (jaringan pembuluh) terletak dekat permukaan luar haustorium. Lapisan permukaan terdiri atas sel-sel epithelium yang memegang peranan penting dalam absorpsi cadangan minyak yang dihasilkan dari perombakan endosperm dan mengubahnya ke dalam bentuk gula. Embrio yang ditumbuhkan pada media tumbuh buatan haustoriumnya tidak berkembang, karena unsur hara dalam media sudah siap digunakan oleh embrio untuk bertumbuh. Dalam keadaan ini haustorium tidak berfungsi sebagai perombak cadangan makanan.

*Kata kunci : Kelapa, haustorium, perkecambahan, endosperm.*

### PENDAHULUAN

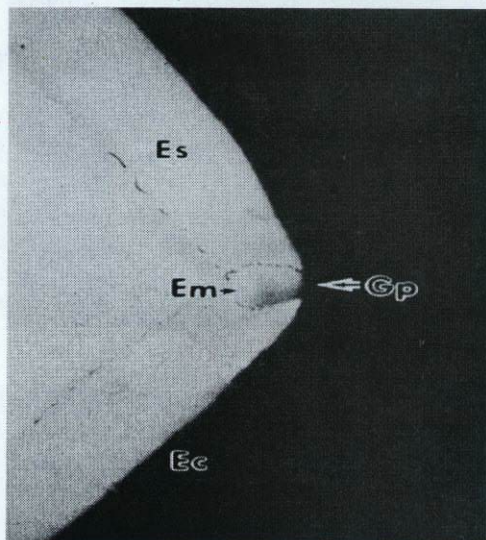
Tanaman kelapa menghasilkan buah yang mengandung minyak dan mempunyai ciri-ciri yang khusus dalam proses perkecambahan dan perkembangan bibit. Buahnya mempunyai satu embrio yang berukuran kecil dengan endosperm yang banyak. Bagian *distal* (pangkal) dari embrio ukurannya bertambah untuk membentuk haustorium yang tetap berada dalam rongga buah dan berkembang secara intensif sampai endosperm habis terurai oleh haustorium. Ukuran haustorium akan bertambah besar dengan semakin besarnya kecambah dan akan menutupi rongga buah kelapa (Gambar 4a). Haustorium menyerap nutrisi dari endosperm untuk mensuplai makanan sebagai sumber energi dari embrio untuk berkecambah dan sampai bibit berumur 5-6 bulan. Berdasarkan perubahan struktur yang berlangsung dalam buah kelapa, ternyata haustorium memegang peranan dalam perkecambahan dan pertumbuhan awal bibit (Murakami *et al.*, 1987). Dalam proses perkecambahan terjadi perkembangan haustorium dan perubahan-perubahan secara sitologi dan kimia dalam jaringan haustorium (Sugimura dan Murakami, 1990).

Embrio yang matang berbentuk silinder, dengan ukuran panjang kira-kira 10 mm. Embrio terletak tepat di bawah *germpore* (tempat keluarnya kecambah) (Gambar 1). Embrio dibentuk oleh jaringan embrio yang bersifat meristematis. Plumula terletak pada suatu sudut tertentu pada bagian lateral embrio. Radikula terletak berhadapan dengan plumula dan sel-selnya mengandung bahan berwarna coklat kekuningan, dan kemungkinan disebabkan adanya kandungan tanin. Daerah meristematis plumula dikelilingi oleh sel-sel primordia daun dan bagian atasnya ditutupi oleh sel-sel koleoptik. Plumula letaknya agak ke dalam dan merupakan kumpulan sel apikal yang menyebar ke daerah suspensor (Toruan, N. 1978) (Gambar 2).

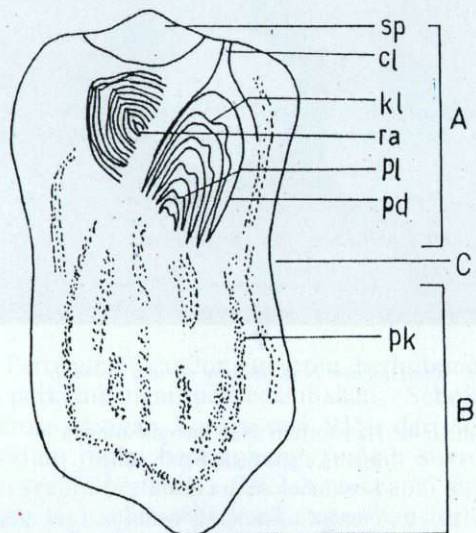
Kotiledon terdiri atas dua bagian, yaitu embrio dibagian atas dan haustorium di bagian bawah. Kedua bagian ini dipisahkan oleh bagian yang agak meramping. Embrio dan haustorium dihubungkan oleh ikatan pembuluh prokambium yang letaknya pada bagian kotiledon. Pada tahap pertama, pertumbuhan embrio berjalan simultan dengan pembesaran haustorium yang berfungsi menyerap makanan dari endosperm. Makanan disimpan pada sel-sel haustorium berupa butir-butir pati yang selanjutnya diangkut ke embrio melalui ikatan pembuluh primer yang menghubungkan embrio dan haustorium (Balasubramaniam, 1973).

Pada perkecambahan, embrio berkembang ke dua arah secara simultan, yaitu (1) dari *proximal end* (bagian atas) embrio, bagian apikal menekan jalan keluarnya melalui *germpore* (tempat keluar kecambah), plumula dan radikula bertumbuh keluar dari endocarp (2) dari *distal end* (bagian bawah) embrio, kotiledon berkembang membentuk sebuah haustorium dalam

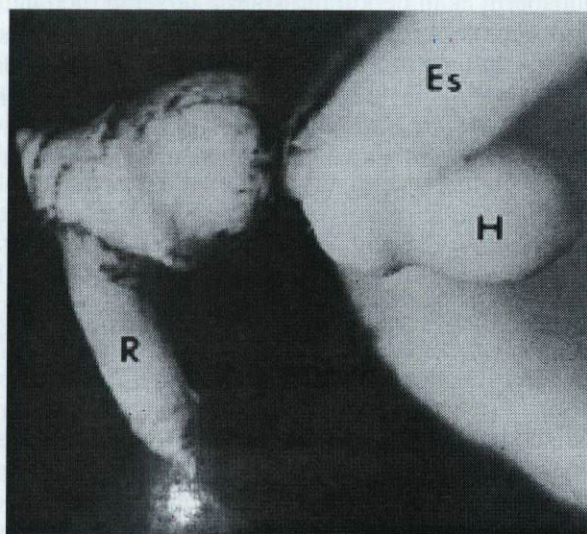
rongga buah kelapa. Pada pertumbuhan awal bibit, ukuran haustorium bertambah secara perlahan-lahan, dan endosperm disekitar haustorium di rombak dan digantikan oleh haustorium (Sugimura dan Murakami, 1990). Pertumbuhan embrio kedua arah ini terjadi pada embrio yang bertumbuh secara alami maupun embrio yang ditumbuhkan secara *in vitro* dalam media tumbuh buatan (Gambar 2 dan Gambar 4b).



Gambar 1. Belahan buah kelapa yang menunjukkan posisi embrio.  
Gp = germpore; Es = endosperm;  
Em = embrio dan Ec = endocarp.  
Sumber : Sugimura dan Murakami, 1990



Gambr 2. Diagram penampang media longitudinal kotiledon buah kelapa.  
A = embrio, B = haustorium, C = bagian meramping, Sp = suspensor, Cl = celah, Kl = koleoptil, Pl = plumula, Pd = primordia daun, Ra = radikula, Pk = pro kambium.  
Sumber : Toruan, N. 1978.



Gambar 3. Embrio kelapa yang berkecambah secara alami.  
R = root/akar; Es = endosperm; dan H = haustorium  
Sumber : Sugimura dan Murakami, 1990



*Haustorium berkembang secara normal.*

Gambar 4a. Haustorium telah mengisi rongga buah kelapa pada benih yang bertumbuh secara alami.  
Sumber : Taulu, 1988



*Haustorium tidak berkembang.*

Gambar 4b. Haustorium tidak berkembang pada embrio yang ditumbuhkan secara *in vitro* (buatan).  
Sumber : Mashud, et al., 1998

Sebelum bibit kelapa menghasilkan fotosintat, bibit tersebut memperoleh makanan dari endospermnya. Endosperm buah kelapa mengandung karbohidrat 9.9%, lemak 38.2% dan protein 4.6% (Thampan, 1981). Endosperm mulai terbentuk pada saat buah kelapa berumur 5 bulan. Pada tahap awal endosperm ini berbentuk cair, setelah buah kelapa berumur 6 bulan endosperm mulai berubah menjadi padat. Didalam endosperm buah kelapa berumur 12 bulan ditemukan enzim yang berfungsi meningkatkan kandungan minyak (Balasubramaniam dan Sihotang, 1979).

Secara alami, endosperm akan berkurang karena terserap oleh haustorium dan merupakan sumber energi dari embrio untuk bertumbuh dan berkecambah. Bibit kelapa yang berumur 5-6 bulan telah menyerap 60% endospermnya, dan pada umur 12 bulan seluruh endosperm telah habis terserap (Child, 1974). Kelapa kopyor yang mempunyai daging buah yang abnormal, embrionya tidak dapat berkecambah secara alami, tetapi apabila embrio tersebut ditumbuhkan secara *in vitro* pada media tumbuh buatan dapat tumbuh dan berkecambah. Hal ini disebabkan fungsi endosperm sebagai sumber energi digantikan oleh media tumbuh. Pola pertumbuhan embrio kelapa yang tumbuh secara alami (sumber energi adalah endosperm) tidak berbeda dengan pola pertumbuhan embrio yang ditumbuhkan secara *in vitro*. Pada embrio yang ditumbuhkan secara *in vitro*, haustoriumnya tidak berkembang seperti halnya haustorium pada embrio yang bertumbuh secara alami (Gambar 1b). Haustorium yang tidak berkembang ini berwarna coklat dan apabila dipisahkan dari planlet, tidak akan menghambat pertumbuhan planlet tersebut.

## KOMPOSISI DAN PERUBAHAN KIMIA DALAM JARINGAN HAUSTORIUM

### Butir-Butir Pati

Pada tahap awal perkembangan haustorium, butir-butir pati terakumulasi pada bagian dalam jaringan parenkima, sedangkan dalam jaringan epitel dan vascular tidak ada butir-butir pati. Apabila haustorium berkembang secara aktif, sel-sel epitelium dan sel-sel yang berdekatan

dengannya yang terletak pada jaringan sebelah luar mengandung butir-butir pati dalam jumlah yang banyak. Sebaliknya dalam jaringan interior, sel-sel yang mengandung butir-butir pati jumlahnya semakin berkurang ke arah jaringan sentral. Pada tahap perkembangan haustorium selanjutnya, sebagian besar butir-butir pati hilang dalam jaringan sentral yaitu pada sel-sel bunga karang (*spongy like cell*). Sedangkan pada semua tahap perkembangan sebagian butir-butir pati disimpan pada jaringan luar termasuk epitelium.

### Butir-Butir Minyak

Sel-sel kotiledon dalam embrio mengandung sejumlah minyak. Sebagian besar bahan yang mengandung minyak berasal dari cadangan dalam endosperm. Minyak tidak hanya terdapat dalam jaringan epitelium tetapi juga pada sel-sel dibawahnya. Butir-butir minyak menyebar dalam jaringan interior, berkurang selama perkembangan haustorium dan akhirnya lenyap. Tempat spesifik untuk minyak ini sama dengan butir-butir pati.

### Metabolisme Gula

Haustorium mengandung gula-gula reduksi. Perubahan kandungan gula berhubungan dengan penambahan ukuran haustorium diikuti oleh perkembangan perkecambahan. Sebelum perkembangan haustorium, embrio menyimpan sukrosa dengan konsentrasi 91% dari total kandungan gula yang diekstraksi. Pada saat haustorium mulai berkembang, jumlah sukrosa berkurang secara cepat diikuti oleh suatu peningkatan secara bertahap. Setelah mencapai suatu *plateau* (keadaan stabil) kandungan sukrosa berkurang lagi selama perkembangan haustorium selanjutnya. Perubahan pola ini disebabkan laju sintesis dan konsumsi sukrosa tidak sama. Sukrosa yang disintesis digunakan untuk mensuplai energi yang dibutuhkan oleh bibit yang sedang bertumbuh, dengan cara demikian konsentrasi sukrosa dalam haustorium dapat berkurang pada tahap selanjutnya.

Peningkatan kandungan pati yang sifatnya sementara terjadi pada tahap awal menunjukkan bahwa sukrosa yang dihasilkan berlebihan dikonversi ke dalam bentuk pati sebagai bahan cadangan. Perubahan pola kandungan glukosa dan fruktosa hampir sama, konsentrasinya dipertahankan 9-16 kg/mg berat segar untuk seluruh tahap perkembangan haustorium kecuali pada tahap awal pertumbuhan. Monosakarida-monosakarida ini kemungkinan dihasilkan dari perombakan sukrosa.

Sehubungan dengan identifikasi tempat-tempat akumulasi gula, sukrosa dan pati diakumulasi dalam jumlah yang relatif tinggi pada bagian permukaan haustorium dan jaringan-jaringan didekatnya sebagai gula-gula utama. Sebaliknya dengan jumlah glukosa dan fruktosa dalam jaringan sentral dibanding jaringan pada permukaan luar haustorium. Pola penyebaran jenis-jenis gula yang berbeda ini merupakan ciri khas, tidak tergantung dari ukuran haustorium.

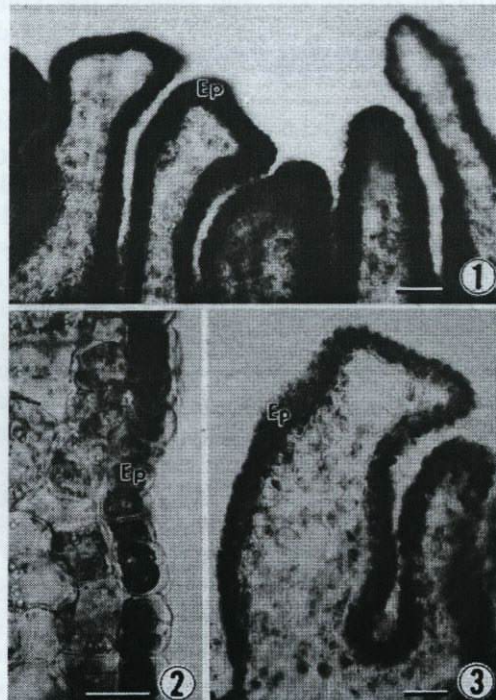
## FUNGSI HAUSTORIUM DALAM PERKECAMBAHAN

Secara morfologi haustorium berperan sebagai pengatur perombakan endosperm. Endosperm kelapa mengandung karbohidrat 9.9%, lemak 38.2% dan protein 4.6% (Thampan, 1981). Proses perombakan endosperm kecepatannya setara dengan perkembangan haustorium. Tiga kemungkinan mengenai lokasi awal hidrolisis dinding sel endosperm, yaitu (1) Enzim-enzim disintesis oleh haustorium dan dikeluarkan ke endosperm, (2) Enzim-enzim disintesis secara *de novo* dalam endosperm sebagai hasil signal induktif yang datang dari haustorium atau (3) Enzim-enzim disimpan dalam endosperm dan diaktifkan atau dilepaskan oleh suatu signal pengaturan dari haustorium. Endosperm dilarutkan oleh beberapa enzim kemudian diserap melalui haustorium dan diangkut ke bakal tunas dan akar. Protein yang terdapat dalam endosperm diubah oleh protease menjadi asam-asam amino. Lemak diubah oleh lipase menjadi asam lemak dan gliserol. Karbohidrat mengalami hidrolisis menjadi mono dan oligo scharida (Nagaraja dan Pandalai, 1963). Enzim yang bekerja melarutkan endosperm kelapa selain

berada dalam endosperm juga ditemukan dalam embrio. Sadasivan (1971) menyatakan bahwa enzim amilase, lipase, protease, peroksidase dan dehidrogenase terdapat pada embrio. Enzim peroksidase, fosfatase dan dehidrogenase terdapat dalam endosperm. Pada perkecambahan kelapa sawit bagian yang aktif melaksanakan metabolisme adalah bagian tunas dan haustorium. Enzim lipase yang aktif ditemukan embrio dan tidak terdapat pada endosperm. Hasil penelitian Mason, 1985 menyatakan bahwa haustorium kurma dalam keadaan aktif (berkembang) melepaskan enzim *endo- $\beta$ -mannase* yang disimpan dalam sel-sel endosperm.

Jaringan epithelium mempunyai peranan penting dalam perkecambahan antara lain yaitu untuk (1) mengabsorpsi cadangan minyak yang dilepas dari proses degradasi sel-sel endosperm (2) untuk memodifikasi cadangan minyak dan (3) mentransfer metabolit yang dihasilkan ke sel-sel disekitarnya. Untuk pertumbuhan bibit, sukrosa yang dibentuk dalam jaringan epithelium dan sel-sel yang disekitarnya ditranspor ke bagian permukaan melalui jaringan vascular yang letaknya berdekatan dengan jaringan epithelium. Fungsi epithelium ini tetap dipertahankan sampai organ-organ fotosintetik mulai berfungsi. Aktifitas enzim phosphoglukomutase (PGM) dan enzim phosphoglucose isomerase (PGI) yang tinggi dan hanya ada dalam sel-sel epithelium menunjukkan bahwa sel-sel ini mempunyai metabolisme gula yang berbeda dengan sel-sel lainnya dalam haustorium (Sugimura dan Murakami, 1990) (Gambar 3).

Dari uraian diatas dinyatakan bahwa enzim-enzim yang mengkatalisis endosperm menjadi senyawa-senyawa sederhana yang digunakan oleh embrio untuk bertumbuh dan berkecambah disintesis dalam haustorium dan endosperm. Oleh karena itu, penelitian-penelitian untuk mengetahui pengaruh enzim tersebut terhadap kecepatan pertumbuhan embrio untuk berkecambah perlu dilakukan. Selain itu, dari haustorium dan endosperm dapat diisolasi enzim-enzim yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan industri pangan dan kimia (Gambar 5).



Gambar 5. Sel-sel epithelium, tempat aktifitas enzim phosphoglukomutase (PGM) dan enzim phosphoglucose isomerase (PGI). (1). Tempat aktifitas PGM pada permukaan luar jaringan epithelium dari struktur haustorium yang berombak, (2) Tempat aktifitas PGM dalam sel-sel epithelium dan subepithelium, dan (3) Tempat aktifitas PGI pada permukaan luar jaringan dari struktur yang berombak.

Sumber : Sugimura dan Murakami, 1990.

## PENUTUP

1. Haustorium terbentuk dan berkembang selama perkecambahan embrio kelapa secara alami sebagai organ penyerap dan penyimpan yang menyediakan produk hidrolisis endosperm sebagai sumber energi bagi embrio untuk bertumbuh dan berkembang.
2. Fungsi haustorium ini berlangsung sampai bibit kelapa dapat menghasilkan sumber energi sendiri karena organ fotosintetik telah berfungsi. Pada umur bibit diatas 6 bulan suplai makanan dari endosperm melalui haustorium untuk pertumbuhan bibit makin berkurang karena >60% endosperm telah terserapi oleh haustorium.
3. Pada perkecambahan embrio secara *in vitro*, haustorium tidak berkembang karena energi yang dibutuhkan oleh embrio untuk berkecambah disuplai oleh media kultur buatan. Nutrisi yang terdapat dalam media kultur dapat digunakan secara langsung oleh embrio yang bertumbuh secara langsung tanpa mengalami perombakan sebagaimana endosperm pada pertumbuhan embrio secara alami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balasubramaniam, K., 1973. Biochemical Changes during Germination of the Coconut (*Cocos nucifera*). Ann Bot., 37 : 439-445.
- , and K. Sihotang, 1979. Studies of Coconut Protein and its Enzyme Activity. Journal of Food Science 44(1).
- Child, R., 1974. Coconuts 2<sup>nd</sup> Edition. Longmans Group Ltd. London.
- De Matson, D.A., 1985. Structure and Biochemistry of Endosperm Break Down in Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Seeds. Protoplasma. 126 : 159-167.
- , 1985. Histochemical and Structural Changes in Haustorium of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.). Protoplasma 126 : 168-177.
- Mashud, N., M.A. Tulalo, H. Novariant, dan Alloreng, D., 2000. Strengthening the Embryo Culture Capability of International Coconut Genebank. Makalah dibawakan dalam The 2<sup>nd</sup> International Workshop on Coconut Embryo In Vitro Culture pada tanggal 14 – 17 Maret 2000 di CICY, Mirida, Yulatan, Mexico.
- Murakami, T and Sugimura, Y. 1987. Structure and Function of the Hhaustorium in Coconut Palm During Germination. Bull. Nat. Inst. Agrobial. Resour : 3 : 11-57.
- Nagarajaan, M. And K.M. Pandalai, 1963. The Coconut Palm Monograph. Indian Coconut Journal. XII (I):25-34.
- Sadasivan V. 1971. Phosphate in Coconut. Archiv. Biochemistry 30:159-164.
- Sugimura Y. and Murakami, T. 1990. Structure and Function of the Haustorium in Coconut Palm Seed. JARQ 24(1) : 1-14.
- Taulu, D.B. 1988. Pengaruh Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh dan Unsur Mikro terhadap Buah-Jadi pada Kelapa. Tesis S2, Fakultas Pascasarjana Institute Pertanian Bogor.
- Thampan, P.K. 1981. Hand Book on Coconut Palm. Oxford and IBP, Publishing Co.
- Toruan, N., 1978. Pertumbuhan dan Perkembangan Embrio Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dalam Kultur Aseptik. Menara Perkebunan 96 : 213-216.