

TEVJAUAN ULANG (REVIEW)

PENGUNAAN ARANG AKTIF DALAM KULTUR *in vitro* (The Use of Activated Charcoal *in vitro* Culture)

Sri Hutami

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi
dan Sumber Daya Genetik Pertanian
JL Tentara Pelajar No. 3A, Cimanggu Bogor. Telp 0251 -337975

ABSTRACT

Activated charcoal is commonly used as addition in tissue culture medium, which able to modify the composition. The effect of activated charcoal can observed in culture medium or in tissue development. Effect of activated charcoal in the medium are: 1) give a darkened environment; 2) adsorption of undesirable/inhibitory substances; 3) adsorption of growth regulators and other organic compound; and 4) released of growth promoting substances which are beneficial to growth of *in vitro* culture. In tissue development activated charcoal can promote embryogenesis, androgenesis, root induction and inhibit callus formation. Factors affecting charcoal activity are : quality (depend on raw material and processing), density, purity, organic compound (affecting adsorption), temperature, pH and type of solvent.

Key Words: Arang aktif, kultur *in vitro*.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman di dalam kultur *in vitro* dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sangat kompleks yaitu: a) faktor genetik, b) nutrisi: air, unsur makro dan mikro serta gula; c) faktor fisik: cahaya, suhu, pH, konsentrasi O₂ dan CO₂; d) asam-asam organik, zat pengatur tumbuh, asam amino dan vitamin.

Arang aktif (*Activated charcoal*) adalah suatu bahan yang sering ditambahkan ke dalam media pada berbagai fase pertumbuhan di dalam kultur jaringan. Arang aktif bukan zat pengatur tumbuh tetapi suatu bahan yang mempunyai kemampuan memodifikasi komposisi media (George and Sherington, 1984).

Arang aktif adalah arang dari kayu yang telah dipanaskan beberapa jam dengan uap maupun udara. Arang aktif mempunyai daya serap yang kuat dan digunakan di dalam proses kimiawi untuk menyerap senyawa toksik yang menghambat proses diferensiasi

dan diferensiasi. Di dalam kultur *in vitro* arang aktif disamping menyerap senyawa toksik juga dapat memacu inisiasi akar dan embriogenesis somatik (George and Sherington, 1984).

Pengaruh arang aktif terhadap respon jaringan dalam kultur *in vitro* tidak hanya tergantung pada macam dan derajat aktivitasnya, tetapi juga pada spesies tanaman yang dikulturkan (Pan & Staden, 1998). Penambahan arang aktif dalam kultur jaringan

dapat menguntungkan atau menyebabkan gangguan pertumbuhan dan perkembangan tergantung pada media, jaringan yang digunakan, dan atau tujuan penelitian. Kebanyakan publikasi menitikberatkan pada pengaruh pemacuan di dalam kultur jaringan terutama dalam perakaran, pemanjangan tunas, dan embriogenesis.

PEMBUATAN ARANG AKTIF

Arang telah digunakan sejak abad ke 18 sebagai zat untuk pemurnian atau pewarnaan senyawa tertentu. Arang aktif yang utama pada saat ini diproduksi hanya dengan *pyrolysis*, selanjutnya tidak di oksidasi, dan kemudian dimurnikan menjadi arang aktif yang selanjutnya digunakan secara luas. Arang aktif yang dihasilkan dengan *pyrolysis* dengan suatu rangkaian karbon dioksida untuk menghasilkan arang yang mempunyai daya adsorpsi tinggi telah ditemukan dan dipatenkan oleh Ostrejko pada Th. 1900/1901 dari Rusia (Yame/a/., 1990).

Arang adalah berbagai bentuk karbon yang bersifat mempunyai daya serap tinggi terhadap gas, uap air, dan senyawa-senyawa koloidal padat. Arang diproduksi dengan pembakaran dan destilasi kayu, gambut, lignit, kulit kacang-kacangan, tulang, tumbuh-tumbuhan atau material karbon (Pan & Staden, 1998). Berbagai bentuk arang aktif

diproduksi untuk berbagai keperluan. Arang aktif untuk penyerapan gas lebih keras dan padat dari pada untuk pemurnian senyawa dalam bentuk cair. Arang aktif yang digunakan untuk kultur media berasal dari kayu, limbah kayu, bahan limbah dari kertas dan gambut. Arang aktif juga dapat dihasilkan dari gas alam dan batubara (Pan & Staden, 1998).

Arang aktif dicirikan dengan luasnya area permukaan dari 600 - 2000 m²/g, dan distribusi pori-pori dari 10 - 500 Å (Yam *et al.*, 1990). Semua arang aktif yang berasal dari kayu mempunyai permukaan yang luas. Arang aktif yang digunakan dalam kultur media mempunyai daya adsorpsi yang lebih kuat terhadap senyawa aromatik dari pada senyawa olefinik. Sehingga senyawa aromatik seperti phenolik dan oksidasinya, IAA, NAA, IBA, Cytokinin (BA), dan hormon seperti kinetin dapat diserap dengan daya aktifitas yang kuat. Sebaliknya zat-zat yang mudah larut dalam air seperti gula (glukosa, sorbitol, mannitol dan inositol) kemungkinan tidak dapat dihilangkan dari larutan oleh arang aktif.

Zat-zat terlarut dalam suatu larutan apabila kontak dengan arang aktif akan diserap. Penyerapan tersebut berlangsung sampai terjadi keseimbangan antara molekul zat penyerap dan zat diserap (*adsorption isotherm*). Kapasitas penyerapan arang aktif pada umumnya tergantung pada berbagai faktor antara lain kepadatan, kemurnian dan pH. Garam-garam anorganik kemungkinan dapat mempengaruhi penyerapan. Halhouli *et al.* (1995) menemukan bahwa pH dan 3 garam anorganik (KCl, K₂CO₃, dan NaCl) berpengaruh terhadap *adsorption isotherm* dari phenol di dalam larutan yang diserap oleh arang aktif. Pan & Staden (1998) juga mengemukakan bahwa perbedaan konsentrasi masing-masing garam (0,1; 0,02; dan 0,05 M) memberikan pengaruh yang berbeda. Pengaruh pH antara 3-11 dengan adanya KCl, K₂CO₃, dan NaCl juga berbeda.

Berbagai arang aktif dengan berbagai mutu banyak beredar di pasaran. Ada beberapa larut dalam asam terutama untuk keperluan chromatographik; Dalam bentuk serbuk umumnya ukuran partikel sekitar 10 Å. Arang aktif umumnya mudah tersebar di dalam media. Di dalam kultur media suatu faktor penting yang harus diperhatikan adalah luas area permukaan per gram

arang. Arang dengan area permukaan yang luas lebih disukai dalam kultur media.

MANFAAT ARANG AKTIF

Manfaat arang aktif di dalam kultur jaringan dapat ditinjau dari pengaruhnya di dalam media kultur maupun pengaruhnya terhadap pertumbuhan jaringan.

A. PENGARUH ARANG AKTIF DALAM MEDIA KULTUR

Penambahan arang aktif kedalam media kultur mempunyai pengaruh memacu atau menghambat pertumbuhan dan perkembangan, tergantung pada media, jaringan yang digunakan, dan atau tujuan penelitian.

Pengaruh arang aktif didalam media kultur *in vitro* adalah sebagai berikut:

1). Memberikan lingkungan gelap pada media

Sinar merupakan faktor utama dalam lingkungan kultur dan terbukti berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan secara *in vitro*. Kebutuhan sinar untuk diferensiasi meliputi kombinasi dari beberapa komponen termasuk intensitas, periode harian, dan kualitas.

Dengan tersuspensinya arang aktif dalam media padat, maka jumlah sinar yang melewati media juga berkurang. Proskauer and Berman (1970) menemukan bahwa dalam keadaan tersebut menyebabkan rhizoid dan lumut tumbuh di dalam medium dan filamen hijaunya berkembang diatas permukaan. Kultur pucuk batang *Cymbidium* menghasilkan akar hijau di tempat terang, tetapi akar-akar terestrial yang dipenuhi rambut-rambut akar menembus medium yang ditutup dengan kertas gelap atau dengan penambahan arang aktif kedalam media agar 2-4 g/l. Pan & Staden (1998) mengemukakan bahwa pengurangan sinar pada dasar tunas akan memberikan lingkungan kodusif untuk akumulasi photosensitif auksin atau co-faktor. Dumas and Monteuiis (1995) menemukan bahwa selama perkembangan perakaran secara *in vitro* dan micropropagasi tunas *Pinus pinaster*, penambahan arang aktif meningkatkan potensi pembentukan tunas

adventif tidak hanya jumlahnya tetapi pemanjangannya dan juga skor perakarannya.

Arang aktif kemudian juga mempengaruhi aktivitas dan/atau stabilitas zat pengatur tumbuh dengan mengurangi cahaya di dalam kultur *in vitro* (Nissen and Sutter, 1990).

2). Menyerap zat penghambat tertentu yang diproduksi baik oleh media maupun eksplan di dalam kultur

Masalah yang sering terjadi pada fase awal kultur jaringan adalah pencoklatan dan diikuti kematian jaringan karena produksi polyphenol yang berlebihan. Phenol sering konatasikan sebagai zat penghambat yang harus dihilangkan dari kultur *in vitro*.

Berbagai metoda untuk menghindari pembentukan phenol telah dilakukan. Yang paling umum adalah dengan mentransfer eksplan ke media baru. Tetapi peningkatan jumlah sub kultur seringkali menyebabkan akumulasi mutasi sel-sel dan menyebabkan hilangnya sel yang efektif untuk membentuk embriogenesis. Penambahan arang aktif atau polyvinylpyrrolidone (PVP) ke dalam kultur dapat mengatasi masalah tersebut (Pan Staden, 1998). Arang aktif menghilangkan pewarnaan dengan menyerap phenol dan *rendered* oksidase phenol dan menginaktifkan peroksidase. Arang aktif mengurangi pencoklatan pada eksplan palm dan kultur media (Tisserat, 1979) sehingga memacu eksplan untuk tumbuh secara organogenesis. Arang aktif juga mengontrol pencoklatan media dan menstimulasi pertumbuhan tunas *Strelitzia reginae* dan *Anemone aronaria* (Mensuali-Sodi *et al.*, 1993). Arang aktif meningkatkan kultur protoplas kentang dengan mengurangi pencoklatan.

Arang aktif dapat membantu menyerap senyawa racun yang kemungkinan berada di dalam media setelah diautoklaf, atau yang diproduksi oleh kultur jaringan ketika pertama kali ditanam pada media, atau selama pertumbuhan dalam media. Fridborg *et al.*, (1978) membuktikan bahwa arang aktif dapat menyerap beberapa senyawa phenol yang pada umumnya diproduksi oleh jaringan tanaman yang terikat, dan selanjutnya di buktikan pula oleh Weatherhead *et al.* (1979 dalam Pan & Staden, 1998) bahwa arang aktif juga menyerap vitamin, thiamin-HCl dan asam nikotinat. Arang aktif yang diinkubasi didalam media, dapat

menyerap 5-hidroksymethyl-fulfural (HMF). Senyawa tersebut diperkirakan berasal dari sukrosa didalam media yang diautoklaf didalam kondisi asam. Selanjutnya HMF juga memperlihatkan daya penghambatan didalam embriogenesis kultur anther tembakau, kecuali dengan pemberian arang aktif.

Arang aktif kadang-kadang juga digunakan pada media bakteri untuk menghilangkan asam lemak sebagai zat penghambat (George and Sherington., 1984). Embrio somatik dari anther tembakau dalam media agar meningkat bila agar dicuci terlebih dahulu dengan *water dialysed* untuk melawan arang aktif. Tyagi *et al.*, (1980) juga melaporkan bahwa konsentrasi efektif dari arang aktif untuk memacu embrio genesis polen *Datura* bervariasi tergantung pada tipe agar.

3). Menyerap zat pengatur tumbuh dan komponen organik lainnya

Didalam kultur *in vitro* sering kali digunakan zat pengatur tumbuh khususnya auksin dan sitokinin. Konsentrasi dan kombinasi auksin dan sitokinin didalam media kultur merupakan kunci kesuksesan regenerasi tanaman. Nissen and Sutter (1990) mengemukakan bahwa arang aktif juga dapat menyerap zat pengatur tumbuh (BA, IAA, IBA, NAA, dan kinetin (Constantin *et al.*, 1977) dalam konsentrasi tinggi baik pada media cair maupun padat.

Fridborg dan Ericsson (1975) mengemukakan bahwa arang aktif juga dapat menghilangkan zat pengatur tumbuh khususnya auksin dari media (Tabel 1).

Tabel 1. Penyerapan zat pengatur tumbuh oleh arang aktif

Zat pengatur tumbuh	Arang aktif
1 mg/1 NAAA	1%
0,01-10 mg/1 NAA & IAA	1%
0,002 - 2 mgA BAP & 2iP	1%
≤ 300 mg/1 NAA	0,3%
10 mg/1 BAP, linetin, & 2iP	0,3%
10 mg/1 BAP	0,5%
2,4-D dan 0,03 mg/1 IAA + 1 mg/1 kinetin	0,5%
1 mg/1 NAA + 10 mg/1 BAP	0,5%

sumber: Fridborg dan Ericsson (1975)

4). Melepaskan zat-zar alami dari dalam maupun yang diserap arang aktif yang menguntungkan bagi pertumbuhan dalam kultur *in vitro*

Menurut Johansson *et al.*(1990) hasil analisa semiquantitative spectroscopic dari air yang diberi arang aktif menunjukkan bahwa berbagai ion anorganik dan metal dilepaskan. oleh arang aktif di dalam air (Tabel 2 dan 3).

Tabel 2. Hasil analisa semiquantitative spectroscopic dari arang aktif dan ekstrak airnya

Unsur	Tidakdiekstraksi"	Ekstraksi air ^{1'}
Al	0,11	0,63
B	0,0004	Trace
Ca	0,034	Trace
Cu	0,001	0,0007
Fe	0,041	Trace
K	0,17	0,139
Mg	0,048	0,024
Mn	0,020	0,003
Mo	Trace	-
Na	0,35	0,334
Si	0,36	0,24
Sn	0,006	0,003
Zn	0002	Trace

Sumber: Johansson *et. al.* (1990)

Tabel 3. Hasil analisa kandungan ion anorganik dan logam yang ada dalam air yang diberi arang aktif

Senyawa	Mg/1	Senyawa	Mg/I
NH4	<0,i	Be	0,01
N02	34	Pb	<0,03
N03	940	Cd	<0,002
P04	9,9	Co	<0,03
F	<0,1	Cu	0,015
Cl	8	Cr	<0,02
S04	28	Mo	<0,10
Ca	10,3	Ni	<0,02
Mg	2,2	Se	0,002
Na	20,6	Ag	<0,005
K	690	Ti	<0,03
Fe	0,033	Sn	<0,5
Mn	0,090	Vn	<0,3
Al	0,12	Zn	1,34
As	0,013	Sb	<0,10
Ba	0,57	Ti	10

Sumber: Johansson *et. al.* (1990)

B. PENGARUH ARANG AKTIF TERHADAP PERTUMBUHAN JARINGAN

1). Pada embriogenesis somatik

Menurut Fridborg dan Eriksson (1975) dengan penambahan 1% arang aktif pada media akan memacu regenerasi melalui embriogenesis pada kalus wortel. Dalam tersebut diperkirakan arang aktif menyerap auksin baik yang ditambahkan pada media, senyawa auksin yang dikeluarkan jaringan maupun molekul phenol sebagai penghambat (Fridborg *et al.*, 1978). Hal yang sama terjadi pada suspensi sel wortel.

Penambahan 1 % arang aktif sangat esensial untuk perkembangan embriogene kalus *Hedera*. Pada kalus papaya, arang aktif memacu embriogenesis dan berkembang secara cepat (Lite and Conover, 1980)

2). Pada androgenesis

George and Sherington (1984) mengemukakan bahwa walaupun dalam produksi tanaman haploid dari poles tidak dianalisa secara mendalam, kadang- kadang efektivitas arang aktif dalam embriogenesis poles dan/ atau produksi kalus dari anther relevan dengan induksi embriogenesis oleh zat pengatur tumbuh. Hal tersebut juga terjadi pada tembakau, *Datura innoxia*, *Lolium temulentum*, *Anemone virginiana*, *Atropa belladonna*, dan kentang. Konsentrasi efektif dari arang aktif bervariasi antar spesies dan antar kondisi kultur. Nampaknya arang aktif berfungsi sebagai zat penghambat pada media agar, tetapi juga meningkatkan jumlah kalus dari polen anther *Lilium* yang ditumbuhkan pada media cair.

3). Pada perakaran

Tunas beberapa tanaman di dalam kultur *in vitro* terbukti lebih cepat mmbentuk akar dengan penambahan arang aktif ke dalam media, kadang-kadang ditambah juga dengan auksin (Tabel 4). Arang aktif juga dilaporkan memacu pertumbuhan akar pada saat akar sudah berinisiasi. Pemacuan tersebut disebabkan karena arang aktif berperan sebagai zat penghambat (melindungi jaringan dari pencoklatan), menyerap auksin, atau pengaruhnya dalam membuat lingkungan media menjadi gelap (George and Sherington, 1984).

Tabel 4. Beberapa contoh manfaat arang aktif pada perakaran secara in vitro

Spesies	Arang aktif (g/l)	Auksin (mg/l)
Apel	20,0	-
	2,5	tanpa
Arab idop sis	5,0	-
Ficus spp.	1 - 3	tanpa
Rhododendron	2,5	IAA (2)
	0,6-0,8	IBA (5 atau 0)
	1,0	tanpa
Strawberry	0,5-4,0	-

Sumber: George and Sherington

Varietas tanaman kemungkinan sangat berbeda nyata responnya terhadap arang aktif. Bressan *et al*, (1982 dalam George and Sherington, 1984) menemukan bahwa 0,3 - 1,0 mg/l arang aktif yang ditambahkan ke dalam media mengandung 1/4 MS dan 1 mg/l IAA memacu pembentukan akar salah satu dan 6 kultivar mawaryangditeliti.SedangKrikoriane^a/., (19S2dalam George and Sherington, 1984) menemukan bahwa penambahan 3 mg/l arang aktif bersama-sama dengan 4,1; 10,2; atan 20,4 mg/l IBA menghambat pembentukan akar pada tunas *Cinchona*. Penghambatan tersebut kemungkinan disebabkan karena penyerapan auksin oleh arang aktif. Beberapa akar tebentuk pada tunas *Cinchona* dengan penambahan IBA dosis tinggi.

4). Sebagai zat pengbambat pertumbuhan kalus

Dari penelitian Mission *et al.*, (1982 dalam Pan & Staden, 1998) diketemukan bahwa tunas adventif tidak terbentuk pada kalus yang berasal dari titik tumbuh *Pecea pungens* kecuali dengan penambahan 50 mg/l arang aktif. Penambahan 5 g/l arang aktif pada media MS memacu inisiasi kalus *Narcissus tazetta*. Penambahan arang aktif kadang-kadang juga dapat melindungi eksplan dari pembentukan kalus yang tidak diinginkan. Seperti dibuktikan oleh Concalves *et al.*, (1979 dalam George and Sherington., 1984) 8 g/l arang aktif menghambat pembentukan kalus eksplan dari berbagai organ *Eucaliptus* spp.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TEVGKAT AKKT1 VITAS ARANG AKTIF

Berbagai unsur yang diserap dan dilepaskan oleh partikel koloid tanah dan arang aktif prosesnya

sama (Proskaeur and Berman, 1970). Pelepasan ion oleh arang aktif umumnya merupakan proses yang sangat lambat tergantung pada pelarut dan kondisi larutannya. Berbagai faktor dapat mempengaruhi proses ini diantaranya a) mutu dari arang aktif (tergantung pada bahan mentah dan proses pembuatannya), b) temperatur, c) pH larutan, dan d) type pelarutnya. Johanson *et al.* (1990) mengatakan bahwa ion-ion atau senyawa akan dilepaskan secara bertahap oleh arang aktif dan Jaiswal and Amin (1987) mengatakan bahwa ion-ion atau senyawa yang dilepaskan tersebut akan tersedia bagi eksplan untuk diserap.

HASIL-HASIL PENGGUNAAN ARANG AKTIF DALAM KULTURJARINGAN

Dalam media agar berbagai macam arang aktif telah digunakan didalam jaringan tanaman buah-buahan, tanaman kehutanan, rumput-rumputan, sayuran dan tanaman perkebunan (Tabel 5). Pengaruh arang aktif terhadap respon jaringan dipengaruhi baik oleh macam arang aktif dan derajat aktivitasnya maupun spesies tanaman yang dikulturkan. Di Indonesia arang aktif juga telah sering digunakan pada kultur jaringan baik pada tanaman hias, tanaman pangan, bunh-buahan maupun pada tanaman berkayu. Karena arang aktif sudah umum digunakan maka para peneliti dalam menulis makalah tidak khusus membedakan antara media yang memakai arang aktif dan tidak melainkan hanya sebagai tambahan pada media untuk memberikan lingkungan gelap, menyerap phenol atau zat-zat lain yang tidak menguntungkan di dalam

Tabel 5. Penggunaan arang aktif dalam kultur jaringan

Spesies	Aplikasi	Pengaruh
<i>Allium cepa</i>	Perakaran	memacu
<i>Arachis hypogaea</i>	Perakaran	tidakjelas
<i>Arnical montana</i>	Perkembangan tunas	memacu
	Inisiasi tunas	menghambat
<i>Anemone spp.</i>	Embriogenesis	memacu
<i>Beta vulgaris</i>	Pembentukan kalus	menghambat
	Perakaran	memacu
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Embriogenesis	memacu
<i>Cicer arietinurn</i>	Regenerasi	tidakjelas
<i>Citrus</i>	Perakaran	memacu
	Pertumbuhan tunas	menghambat
<i>Cuprressus sernpervirens</i>	Pertumbuhan tunas	tidak jelas
<i>Cucumis sativus</i>	Embriogenesis	memacu
<i>Cymbidiurn forrestii</i>	Pertumbuhan rhizom	memacu
	Pembentukan tunas	menghambat.
<i>Daucus carota</i>	Embriogenesis	memacu
<i>Diuris ongofotia</i>	Perakaran	memacu
<i>Elaeis guineensis</i>	Embriogenesis	tidakjelas
	Produksi kalus	tidak jeias
<i>Equisetum arvense</i>	Pertumbuhan protoplas	memacu
<i>Eucalyptus regnana</i>	Perakaran	memacu
<i>Eustoma gandiflorum</i>	Pertumbuhan protoplas	memacu
<i>Glycine max</i>	Perakaran	memacu
<i>Iris ensata</i>	Perakaran	tidakjelas
<i>Lupinus mutabilis</i>	Pertumbuhan kalus	menghambat
<i>Morus alba</i>	Peftuonbuhan tunas	memacu
<i>Picea engelmannii</i>	Peinanjangan tunas	memacu
<i>Pinus pinaster</i>	Perakaran	memacu
<i>Pinus caratensis</i>	Perkembangan tunas	memacu
<i>Pinus sitrobus</i>	Pertumbuhan tunas	menghambat
<i>Pinus pinea</i>	Pemanjangan tunas	tidak ada
<i>Poncirus trifoliata</i>	Pertumbuhan dan kriopreservasi axes	memacu
<i>Psidium guajava</i>	Perakaran	memacu
<i>Quercus robus, Q.rubur</i>	Perakaran	memacu
<i>Solarium melongena</i>	Regenerasi tunas	menghambat
<i>Triticuum aestivum</i>	Embriogenesis	memacu
<i>Thuja occidentalis</i>	Pertumbuhan tunas	memacu
<i>Vanilla planifolia</i>	Perakaran	memacu

Sumber: Pan & Staden

media (komunikasi pribadi dengan Dr. Ir. Ika Mariska, Dr. jswari Dewi dan Dr. Novianti S.). Hasil penelitian Widiastoety dan Marwoto (2004) menunjukkan bahwa pemberian arang aktif proanalisis 2 g/1 atau norit 2 g/1 ke dalam media kultur anggrek *Oncidium goldiana* yang ditumbuhkan dalam media Vacin & Went dapat meningkatkan pertumbuhan yaitu tinggi planlet, luas daun, jumlah tunas anakan dan jumlah akar.

KESIMPULAN

Manfaat dan arang aktif dapat ditinjau dan pengaruhnya di dalam media kultur maupun pengaruhnya terhadap pertumbuhan jaringan.

Pengaruh arang aktif di dalam media kultur a.dalah:

- Memberikan kondisi media yang gelap

- Menyerap zat penghambat tertentu yang diproduksi baik oleh media maupun eksplan di dalam kultur
- Menyerap zat pengatur tumbuh dan senyawa organik lainnya
- Melepaskan zat-zat alami dari dalam maupun yang diserap arang aktif yang menguntungkan bagi pertumbuhan dalam kultur *in vitro*

Sedang pengaruhnya terhadap pertumbuhan jaringan adalah:

- Memacu embriogenesis,
- Memacu androgenesis,
- Memacu induksi perakaran dan juga
- Sebagai penghambat pertumbuhan sel yang tidak diinginkan

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat efektivitas arang aktif antaralain: mutu dari arang aktif (tergantung pada bahan mentah dan proses pembuatannya), kepadatan, kemurnian, garam-garam organik (kemungkinan mempengaruhi penyerapan) temperature, pH larutan, dan type pelarutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Constantin MJ, RR. Henke and MA Mansur. 1977.** Effect of activated charcoal on callus growth and shoot organogenesis in tobacco. *In vitro*. **13**,293-296.
- Dumas E and 0 Monteuiis. 1995.** *In vitro* rooting of micropropagated shoots from Juvenile and mature *Pinus pinaster* explants - influence of activated charcoal. *Plant Cell Tissue and Orgma Culture*. **40**, 231-235.
- Fridborg G, M Pedersen, Landstom and T Eriksson 1978.** The effect of activated charcoal on tissue cultures: adsorption of metabolites inhibiting morphogenesis. *Physiology Plant* **43**,104-106
- Fridborg G, and T Eriksson 1975.** Effects of activated charcoal on ::orphogenesis ii plant tissue cultures. *Physiology Plant* **34**, 306-308.
- George EF and PD Sherrington. 1994.** Plant Propagation by Tissue Culture. *Hand Book and Directory of Commercial Laboratories*. 125-545. Eastern Press, Reading, Berks. England.
- Halhouli KA, NADarwish and NM Aldhoon. 1995.** Effects of pH and inorganic salts on the adsorption of phenol from aqueous systems on activated charcoal. *Separation Science technology*. **30**,3313-3324.
- Jaiswal VS and MN Arvin. 1987.** *In vitro* propagation of guava from shoot cultures of mature trees. *Journal Plant Physiology* **130**, 7-12.
- Johanson L, E Calleberg and A Gedin. 1990.** Correlation between activated charcoal, Fe-EDTA and other organic media ingredients in culture anthers of *Anemone caradensis*. *Physiology Plant* **80**,243-249.
- Litz R and R Conover, 1980.** Somatic embriyogenesis in cell culture of *C arica stipulata*. *Hort Science*. **29**: 906-909
- Meusuali-Sodi A, M Panizza, G Serra and F Tognoni. 1993.** Involvement of activated charcoal in the modulation of abiotic and biotic ethylene levels in tissue-cultures. *Science Hort* **54**,49-57.
- Nissen S J and E G Setter. 1990.** Stability of IAA and IBA in nutrient medium to several tissue culture producers. *Hort Science*. **25**, 800-802.
- Pan MJ & J van SFaden. 1998.** The use of charcoal in *in vitro* culture - A review . *Plant Growth Regulation* **26**, 155-163.
- Proskauer J and R Berman. 1970.** Agar culture medium modified to approximate soil condition. *Nature (London)* **227**, 1161.
- Tisserat B 1979.** Propagation of *data* palm (*Phoenix dactylifera* L.) *in vitro*. *Journal Exp Botany***30**, 1275-1283.
- Tyagi AK, A Rashid and SC Maheshwari. 1980.** *Physiology-Plant* **49**,296-298.
- Widiastoety D dan B Marwoto. 2004.** Pengaruh berbagai sumber arang. Dalam: media kultur *in vitro* terhadap pertumbuhan planlet oncidium. *Ju nal Hortlkultuxra*. **14(1)**, 1-4.
- Yam TY, R Eras, J Acditti, H Nair and MA Weatherhead. 1990.** Charcoal in orchid seed germination and tissue culture media: a review. *Lindleyana* **5**,256-265.