

STUDI PERBANYAKAN TANAMAN APEL

(*Malus sylvestris* Mill) VARIETAS MANALAGI MELALUI TEKNIK KULTUR JARINGAN

Oleh

DJAUHAR ASIKIN

A 23.1430



JURUSAN BUDI DAYA PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

1992

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

DJAUHAR ASIKIN. A. 23 1430. Studi Perbanyak Tanaman Apel (*Malus sylvestris* Mill) Varietas Manalagi Melalui Teknik Kultur Jaringan.

(Di bawah bimbingan LIVY WINATA GUNAWAN).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi perlakuan konsentrasi zat pengatur tumbuh BA (sitokinin) dan IBA (auksin) yang optimum untuk inisiasi dan proliferasi pucuk serta konsentrasi zat pengatur tumbuh IBA dan kepekatan media MS yang optimum untuk pengakaran pucuk tanaman apel varietas Manalagi. Penelitian dilaksanakan dalam tiga percobaan terpisah yaitu percobaan inisiasi, proliferasi dan pengakaran. Pada percobaan inisiasi konsentrasi BA yang digunakan adalah 0.5, 1.0, 2.0 dan 3.0 mg/l sedangkan konsentrasi IBA adalah 0.0, 0.1 dan 1.0 mg/l. Pada percobaan proliferasi konsentrasi BA yang digunakan 0.25, 0.5, 1.0 dan 2.0 mg/l sedangkan konsentrasi IBA adalah 0.0, 0.05 dan 0.1 mg/l. Sedangkan pada percobaan pengakaran kepekatan media MS yang digunakan adalah MS penuh, MS 1/2 dan MS 1/4 dengan konsentrasi IBA : 0.5, 1.0 dan 2.0 mg/l.

Hasil Percobaan Inisiasi menunjukkan bahwa sampai 5 MST perlakuan IBA berpengaruh terhadap peubah persentase kultur tumbuh, persentase kultur berkalus dan jumlah daun. Persentase kultur tumbuh dan persentase kultur berkalus



meningkat pesat dengan pemberian IBA 1.0 mg/l sedang jumlah daun semakin menurun dengan semakin meningkatnya taraf IBA yang diberikan.

Inisiasi kultur terbaik diperoleh pada perlakuan BA 1.0 mg/l + IBA 0.1 mg/l. Kultur hasil inisiasi baru berproliferasi pada 5 MST dengan membentuk pucuk berganda (multiple shoot).

Jumlah pucuk rata-rata yang diperoleh tiap bulan pada media perbanyak (BA 1.0 mg/l + IBA 0.1 mg/l) sampai subkultur ke 6 relatif tetap, yaitu rata-rata sebesar 5 buah.

Hasil Percobaan Proliferasi menunjukkan adanya interaksi antara kedua perlakuan yang diberikan terhadap jumlah pucuk. Pemberian BA pada berbagai taraf tanpa penambahan IBA atau disertai penambahan IBA 0.05 dan 0.10 mg/l nyata meningkatkan jumlah pucuk. Tanpa pemberian IBA, peningkatan jumlah pucuk bersifat linier, sedangkan dengan pemberian IBA peningkatan bersifat kuadratik. Jumlah pucuk tertinggi diperoleh pada pemberian BA 1.27 mg/l + IBA 0.05 mg/l dengan jumlah pucuk sebesar 6.63 buah.

Jumlah kultur vitrus cenderung semakin meningkat dengan meningkatnya pemberian BA, terutama jika tanpa ditambah IBA.

Pada Percobaan Pengakaran perlakuan yang paling berpengaruh adalah kepekatan Media MS. Persentase kultur berakar, jumlah dan panjang akar terbesar diperoleh pada



perlakuan Media MS 1/2. Penurunan taraf kepekatan Media MS mengakibatkan terjadinya peningkatan skor kalus.

Pengakaran pucuk terbaik pada Media MS 1/2 dengan pemberian 0.5 - 2.0 mg/l IBA. Persentase pengakaran rata-rata sebesar 44.4 % dengan jumlah akar 5.8 dan panjang akar 2.03 Cm.

Aklamatisasi dari pucuk yang telah berakar (planlet) belum berhasil dilakukan. Planlet berangsur-angsur menceklat dan mati satu minggu setelah dikeluarkan dari botol kultur dan ditanam pada media campuran tanah dan kompos steril.

1. Cipta Milik Undang-undang
I. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**STUDI PERBANYAKAN TANAMAN APEL
(*Malus sylvestris* Mill) VARIETAS MANALAGI
MELALUI TEKNIK KULTUR JARINGAN**

Skripsi

**sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian
Institut Pertanian Bogor**

Oleh

DJAUHAR ASIKIN

A. 23 1430

**JURUSAN BUDI DAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

1992

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Ditandatangani Undang-undang
Dilindungi sebagai atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul

: STUDI PERBANYAKAN TANAMAN APEL (*Malus sylvestris* Mill) MELALUI TEKNIK KULTUR JARINGAN

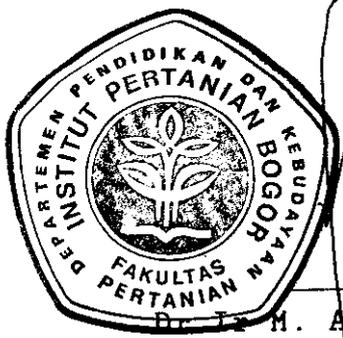
Nama Mahasiswa : DJAUHAR ASIKIN
Nomor Pokok : A 23.1430

Menyetujui :
Dosen Pembimbing



Dr Ir Livy Winata Gunawan, MSc.
NIP. 130 516 353

Mengetahui :
Ketua Jurusan Budi Daya Pertanian



Dr. Ir M. A. Chozin, MAgr.
NIP. 130 536 690

Tanggal Lulus : **29 MAY 1992**



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat ALLAH SWT atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.

Tulisan skripsi ini merupakan studi pendahuluan mengenai perbanyakan tanaman apel melalui teknik kultur jaringan di Indonesia. Hasil penelitian yang dilakukan masih jauh dari target yang diharapkan yakni mampu menghasilkan tanaman yang siap ditanam di lapang. Namun demikian hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan mengenai teknik perbanyakan tanaman apel Manalagi melalui teknik kultur jaringan yang belum pernah dipublikasikan sebelumnya di Indonesia.

Dalam kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Dr. Ir. Livy Winata Gunawan selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan dan petunjuknya kepada penulis.
2. Ir. Soenarso, Msc. selaku Kepala Sub Balai Penelitian Hortikultura Tlekung, Batu, Malang yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian serta bimbingan dan petunjuk yang diberikan kepada penulis.
3. Bapak Sadeli dan Staf Laboratorium Kultur Jaringan Jurusan Budi Daya Pertanian, Faperta, IPB atas



segala bantuan yang diberikan kepada penulis selama melakukan penelitian.

4. Sahabat-sahabat penulis: Ika, Erwan, Sheila, Didi, Agus, Nyop, Enny, Iis, Dhik Himah dan rekan-rekan lain yang senantiasa memberikan bantuan dan dorongan semangat kepada penulis selama penelitian hingga selesainya penulisan Laporan ini.

Akhir kata, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bogor, Mei 1992

Penulis





DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	4
Hipotesis	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
Karakteristik Tanaman Apel	5
Perbanyakan Mikro	6
Kultur Jaringan Tanaman Apel	8
BAHAN DAN METODE	15
Tempat dan Waktu Percobaan	15
Bahan dan Alat	15
Metoda	17
Pelaksanaan	17
HASIL DAN PEMBAHASAN	21
Kultur Aksenik	21
Percobaan Inisiasi Pendahuluan	23
Percobaan Inisiasi Kedua	25
Pertumbuhan Kultur	25
Proliferasi Pucuk	30
Kualitas Kultur	32



Percobaan Proliferasi	37
Pertumbuhan Kultur	37
Proliferasi Pucuk	38
Kualitas Kultur	42
Percobaan Pengakaran	45
Pertumbuhan Kultur	45
Pembentukan Akar	47
Kualitas Kultur	49
KESIMPULAN DAN SARAN	53
Kesimpulan	53
Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	56

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

Halaman

Nomor

Teks

1.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Mata Tunas Merekah (<i>Bud-break</i>) pada 1 MST dan Persentase Kultur yang Tumbuh pada 5 MST (Percobaan Inisiasi Kedua) ..	26
2.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Jumlah dan Panjang Daun pada 5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	28
3.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Memanjang dan Tinggi Pucuk pada 10 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	29
4.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Pucuk Berproliferasi, Rata-rata Pucuk yang Dihasilkan, Persentase Kultur Berbunga dan Jumlah Bakal Tunas Bunga pada 10 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	30
5.	Pengaruh Interaksi Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Kualitas Warna dan Bentuk Daun pada 5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	33
6.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Vitrus dan Persentase Kultur Berkalus pada 5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	34
7.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Vitrus pada 10 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	35
8.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Jumlah Daun, Panjang dan Lebar Daun serta Tinggi Pucuk pada 5 MST pada Percobaan Proliferasi	37
9.	Pengaruh Interaksi Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Jumlah Pucuk pada 5 MST pada Percobaan Proliferasi	39
10.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Pembentukan Pucuk Adventif dan Pucuk Berganda (<i>Multiple Shoot</i>) pada 10 MST pada Percobaan Proliferasi	41

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

IPB University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

11.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Warna dan Bentuk Daun pada 5 MST pada Percobaan Proliferasi	43
12.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Vitrus dan Kultur Berkalus pada 5 MST pada Percobaan Proliferasi	44
13.	Pengaruh Perlakuan Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Jumlah, Panjang dan Lebar Daun pada 4 MST pada Percobaan Pengakaran	46
14.	Pengaruh Interaksi Perlakuan Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Tinggi Pucuk pada 4 MST pada Percobaan Pengakaran	47
15.	Pengaruh Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Berakar, Jumlah dan Panjang Akar pada 4 MST pada Percobaan Pengakaran	47
16.	Pengaruh Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Kualitas Warna dan Bentuk Daun serta Kualitas Kalus pada 4 MST pada Percobaan Pengakaran	50
17.	Pengaruh Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Vitrus pada 4 MST pada Percobaan Pengakaran	51

Lampiran

1.	Komposisi Medium Murashige dan Skoog (MS)	57
2.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Mata Tunas Merekah (<i>Bud-Break</i>) pada 1-5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	58
3.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur yang Tumbuh pada 1-5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	58
4.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Jumlah Daun pada 1-5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	59
5.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Vitrus pada 1-5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	59

Hak Cipta Dilindungi
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
 Perpustakaan IPB University

	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Berkalus pada 1-5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	60
7.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Tinggi Pucuk pada 1-5 MST pada Percobaan Proliferasi	60
8.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Jumlah Pucuk pada 1-5 MST pada Percobaan Proliferasi	61
9.	Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Vitrus pada 1-5 MST pada Percobaan Proliferasi	61
10.	Pengaruh Perlakuan Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Tinggi Pucuk pada 1-4 MST pada Percobaan Pengakaran	62
11.	Pengaruh Perlakuan Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Persentase Pucuk Berakar pada 1-4 MST pada Percobaan Pengakaran	62
12.	Pengaruh Perlakuan Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Jumlah Akar pada 1-4 MST pada Percobaan Pengakaran	63
13.	Pengaruh Perlakuan Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Panjang Akar pada 1-4 MST pada Percobaan Pengakaran	63
14.	Sidik Ragam Perlakuan Sitokinin BA (B) dan Auksin IBA (I) pada 5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	64
15.	Sidik Ragam Perlakuan Sitokinin BA (B) dan Auksin IBA (I) pada 5 MST pada Percobaan Proliferasi	65
16.	Sidik Ragam Perlakuan Kepekatan Media MS (M) dan Auksin IBA (I) pada 4 MST pada Percobaan Pengakaran	66



DAFTAR GAMBAR

Nomor

Halaman

Teks

1.	Pucuk Tanaman Apel pada Media Perbanyak 1.0 mg/l BA + 0.1 mg/l IBA + 0.5 mg/l GA ₃	24
2.	Pengaruh Perlakuan IBA terhadap Persentase Kultur yang Tumbuh pada 1 - 5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	27
3.	Pengaruh Perlakuan IBA terhadap Persentase Kultur Berkalus pada 1 - 5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua	36
4.	Kurva Pengaruh Peningkatan Taraf Sitokinin BA pada tiap Penambahan IBA terhadap Jumlah Pucuk pada 5 MST pada Percobaan Proliferasi	40
5.	Hasil Pengakaran pada Media MS 1/2	48

©Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Apel (*Malus sylvestris* Mill) merupakan tanaman yang relatif belum lama diusahakan secara intensif di Indonesia. Menurut Kusumo (1986) penanaman secara intensif dimulai di Batu, Malang oleh para petani pada tahun 1960. Setelah itu diikuti oleh daerah-daerah lainnya di Indonesia seperti Probolinggo, Pasuruan, Bondowoso dan lain-lainnya. Sampai saat ini daerah yang mengusahakan tanaman apel masih terbatas pada beberapa tempat saja. Hal ini disebabkan karena tanaman apel membutuhkan daerah dengan agroklimat dingin kering dan teknik budidaya tertentu. Teknik budidaya yang dibutuhkan tanaman apel agar dapat berbunga, berbuah dan menghasilkan produksi yang baik dan menguntungkan adalah dengan melakukan tindakan pengguguran seluruh daunnya (defoliasi) (Kusumo, 1986).

Meskipun produksinya relatif masih rendah dibandingkan buah-buahan lain (jeruk, mangga, pisang dan lain-lain) namun permintaan akan buah apel menunjukkan peningkatan baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Permintaan di dalam negeri meningkat terutama setelah dikeluarkannya kebijaksanaan pemerintah pada tahun 1982 yang membatasi impor buah-buahan untuk mengembangkan produksi dalam negeri.

Tanaman apel di Indonesia diperbanyak secara vegetatif dengan penempelan mata tunas (okulasi) dari

varietas-varietas yang diinginkan pada batang bawah dari jenis apel liar (Kusumo, 1986). Okulasi dilakukan karena menurut Wilkins dan Dodds (1983) penyeteakan ataupun pencangkokan sulit dilakukan. Varietas yang diinginkan pada umumnya sulit berakar dan jumlah bibit yang dihasilkan tidak sebanyak cara okulasi. Perbanyak secara generatif melalui biji tidak dilakukan karena heterozigositas yang tinggi dan lamanya waktu yang diperlukan sampai berbuah.

Perbanyak vegetatif dengan okulasi sejauh ini mampu digunakan untuk menyediakan bibit tanaman apel secara cepat, relatif murah dan dalam jumlah besar di daerah Batu. Namun demikian cara perbanyak ini memiliki beberapa kerugian. Dengan menggunakan okulasi, virus dan patogen sistemik lain yang sebelumnya terdapat pada pohon induk dapat tersebar luas.

Kultur jaringan adalah alternatif yang dapat digunakan untuk perbanyak vegetatif tanaman apel. Dengan kultur jaringan perbanyak klonal tanaman apel dari varietas yang terseleksi dapat dilakukan secara cepat. Hasil penelitian Jones, Hopgood dan O' Farrell (1977) menunjukkan bahwa dari satu tunas pucuk tanaman apel batang bawah varietas M26 dapat diperoleh lebih dari 60.000 planlet selama periode delapan bulan. Kemampuan teknik kultur jaringan untuk perbanyak klonal secara cepat akan memudahkan ketersediaan varietas-varietas baru hasil introduksi maupun hasil program pemuliaan.

Keuntungan lain yang didapat dari teknik kultur jaringan adalah diperolehnya bibit tanaman yang bebas virus dan varietas batang atas bebas virus yang berakar sendiri (tanpa disambung dengan batang bawah). Apabila hal ini dilakukan maka penggunaan batang bawah dapat dihilangkan. Penggunaan bibit seperti ini akan memberikan keuntungan yang sangat berarti bagi perusahaan kebun apel dengan sistem *Meadow Orchard* secara besar-besaran.

Pada umumnya jumlah tanaman apel setiap hektar adalah antara 1000 - 1200 tanaman. Namun pada sistem *Meadow Orchard* tanaman apel ditanam dalam kepadatan yang sangat tinggi yaitu 75.000 tanaman setiap hektar. Sejauh ini sistem ini baru berhasil diterapkan pada tanaman *peach*. Jika cara ini berhasil pula diterapkan pada tanaman apel, maka pada areal yang luas akan dibutuhkan bibit dalam jumlah yang sangat besar. Penyediaan bibit dalam jumlah yang sangat besar ini akan mudah dipenuhi dengan menggunakan teknik kultur jaringan (Hudson, 1982 dalam Wilkin dan Dodds, 1983).

Tujuan penelitian

Dalam jangka pendek penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendapatkan perbandingan konsentrasi zat pengatur tumbuh BA (sitokinin) dan IBA (auksin) yang optimum untuk inisiasi kultur dan proliferasi tanaman apel secara kultur jaringan dan
2. Mendapatkan konsentrasi zat pengatur

tumbuh IBA dan kepekatan media MS optimum untuk pengakaran pucuk hasil proliferasi tanaman apel varietas Manalagi.

Dalam jangka panjang penelitian ini dilakukan sebagai studi pendahuluan perbanyak tanaman apel baik varietas-varietas untuk batang bawah maupun batang atas dengan menggunakan teknik kultur jaringan di Indonesia.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan adalah: 1. Perbandingan konsentrasi zat pengatur tumbuh BA yang lebih tinggi dari IBA akan menghasilkan pertumbuhan dan proliferasi pucuk yang lebih baik, 2. Penggunaan zat pengatur tumbuh IBA dengan konsentrasi 0.5 - 2.0 mg/l akan menghasilkan pembentukan akar, 3. Kebutuhan unsur makro dan mikro media MS pada fase pengakaran relatif lebih rendah dibanding pada fase proliferasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik Tanaman Apel

Apel (*Malus sylvestris* Mill) yang berasal dari daerah beriklim sedang (*temperate*) telah cukup lama dibudidayakan di Indonesia. Apel termasuk famili Rosaceae. Varietas apel yang dibudidayakan di Indonesia antara lain Rome Beauty, Manalagi, Granny Smith, Jonathan, Princess Noble, Winter Banana dan Mc.Intosch. Namun yang diusahakan secara intensif hanya varietas Rome Beauty dan Manalagi karena produksinya tinggi dan rasanya disenangi konsumen baik di dalam negeri maupun di luar negeri (Kusumo, 1986).

Apel varietas Manalagi sampai saat ini belum diketahui secara jelas asal-usulnya. Varietas Manalagi diduga berasal dari mutasi varietas Rome Beauty atau berasal dari Eropa seperti halnya varietas-varietas yang pertama kali dimasukkan ke Indonesia oleh orang Belanda. Warna buah hijau kemerahan bila tidak dibungkus atau hijau kekuningan akibat pembungkusan, pori kulitnya putih dan jarang serta aroma apelnya kuat. Keistimewaan apel Manalagi dibanding apel lain adalah rasanya hanya manis, tidak ada masamnya walaupun belum masak. Daging buah agak liat, kurang berair dan berwarna putih (Kusumo, 1986). Harga jual apel varietas Manalagi tiap satuan berat lebih tinggi dibandingkan dengan apel varietas lain.

Pertumbuhan pohon varietas Manalagi sangat vigor jika dibandingkan dengan varietas lain, sehingga tumbuh tinggi besar, dan memiliki banyak cabang.

Pembungaan tanaman apel di Indonesia terjadi setelah dilakukan pengguguran daun (defoliasi) dan pemangkasan pucuk dari cabang-cabang yang telah memasuki fase generatif. Perlakuan defoliasi dan pemangkasan pucuk akan menghilangkan dominasi apikal pucuk sehingga mendorong pecahnya mata tunas-mata tunas lateral calon bunga dan pucuk vegetatif yang ada di sepanjang cabang. Pucuk vegetatif yang muncul bersamaan dengan terjadinya pembungaan, enam bulan kemudian akan memasuki fase generatif dan siap untuk dilakukan pembungaan kembali. Keadaan ini menyebabkan tanaman apel di Indonesia dapat dibuahkan dua kali setahun.

Pecahnya mata tunas lateral (*bud break*) diatur secara internal oleh zat pengatur tumbuh khususnya sitokinin dan gibberelin yang ditranslokasikan dari akar ke pucuk melalui pembuluh xilem. Konsentrasi sitokinin dalam getah xilem tertinggi menjelang pecahnya mata tunas dan berkurang setelah pecah (Belding dan Young, 1989).

Perbanyakan Mikro

Perbanyakan mikro adalah suatu cara perbanyakan tanaman dalam media buatan yang mengandung semua nutrisi yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang dengan baik (Nichols dan Christie, 1987).



Perbanyak klon dengan kultur jaringan mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan perbanyak secara konvensional. Keuntungan tersebut antara lain, dapat dihasilkan bibit dalam jumlah banyak, lebih cepat dan bebas hama penyakit termasuk virus dan mikoplasma (Wattimena, 1983).

Kultur jaringan berkembang dari ide Haberlandt (Hartmann dan Kester, 1983). Pada tahun 1902 Haberlandt berusaha untuk menumbuhkan sel tunggal tanaman tingkat tinggi dalam kultur aseptik, namun tidak berhasil. White selanjutnya menyusun metode yang tepat bagi pertumbuhan organ dan jaringan tanaman yang diisolasi dalam kultur. Potongan akar adalah organ tanaman pertama yang berhasil ditumbuhkan pada kultur aseptik. Kultur ini menunjukkan bahwa dengan pemberian nutrisi yang tepat akan terjadi pertumbuhan dan differensiasi jaringan akar (Wareing dan Philips, 1970).

Sejalan dengan semakin meningkatnya ilmu pengetahuan dan teknologi, kultur jaringan berkembang menjadi beberapa bidang yaitu kultur meristem, kultur embrio, kultur organ, kultur anther dan kultur protoplasma. Masing-masing kultur memiliki tujuan yang spesifik. Selain digunakan untuk perbanyak vegetatif, kultur jaringan juga digunakan untuk pemuliaan, industri bahan metabolit sekunder, dan lain sebagainya (George dan Sherrington, 1984).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Pada prinsipnya metode kultur jaringan menurut Hartmann dan Kester (1983) merupakan suatu usaha untuk menumbuhkan jaringan dalam media buatan pada lingkungan aseptik, sehingga tumbuh dan berkembang menjadi individu sempurna. Jaringan tanaman akan berdiferensiasi di dalam media, dengan langsung membentuk tunas atau terlebih dahulu membentuk kalus, yaitu kumpulan sel yang belum berdiferensiasi. Selanjutnya kalus dapat berdiferensiasi membentuk tunas adventif.

Dalam melaksanakan kultur jaringan, perlu diperhatikan sifat-sifat eksplan, sifat fisik media dan komposisi kimia media tumbuh yang digunakan. Selain itu bahan tanaman, ukuran dan umur fisiologi eksplan yang dikulturkan juga mempengaruhi keberhasilan teknik kultur jaringan (Kyte, 1983). Keberhasilan teknik kultur jaringan menurut Hartmann dan Kester (1983) lebih besar bila eksplan yang digunakan masih mempunyai sifat meristematik.

Kultur Jaringan Tanaman Apel

Penelitian tentang kultur jaringan tanaman apel menurut Zimmerman (1984) diawali oleh Jones pada tahun 1967. Jones mencoba mengkulturkan tunas pucuk tanaman apel batang bawah varietas M.26 dan M.7 secara aseptik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sitokinin BA dapat menstimulasi pertumbuhan pucuk, walaupun pucuk yang dihasilkan tidak dapat berproliferasi.

Proliferasi pucuk dan pengakaran pucuk hasil proliferasi, berhasil diperoleh Abbot dan Whiteley pada tahun 1976 (Zimmerman, 1984; Wilkin dan Dodds, 1983). Eksplan yang digunakan berupa meristem pucuk dari tanaman apel varietas Cox's Orange Pippin. Media yang digunakan adalah media Murashige dan Skoog yang sudah diperbaiki. Proliferasi diperoleh dengan menambahkan Kinetin (sitokinin) ke dalam media, sedangkan pengakaran diperoleh dengan menambahkan IBA (auksin). Walaupun demikian pucuk yang dihasilkan terlalu kecil, akar sulit terbentuk dan tanaman yang dihasilkan tidak dapat hidup di lapang. Hasil penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Jones, Hopgood dan O'Farrel (1976) menunjukkan bahwa pucuk tanaman apel batang bawah varietas M.26 dapat berproliferasi dan berakar dengan mudah. Planlet yang dihasilkan berhasil dipindahkan ke lapang dengan derajat keberhasilan yang tinggi. Menurut Zimmerman (1984) hasil penelitian ini merupakan sistem lengkap pertama perbanyak mikro tanaman apel. Sejak saat itu kemajuan teknik perbanyak mikro tanaman apel berlangsung dengan cepat meliputi berbagai varietas batang bawah dan batang atas.

Eksplan. Bagian tanaman yang digunakan sebagai awal sistem perbanyak mikro atau kultur jaringan disebut eksplan (Hartmann dan Kester, 1983). Eksplan yang digunakan untuk kultur jaringan tanaman apel dapat berupa meristem

pucuk dari mata tunas aksilar (Sriskandarajah dan Mullins, 1981; Pua, Calvin dan Roussele, 1983), meristem pucuk tunas apikal (Wilkin dan Dodds, 1983), buku dengan mata tunas tunggal (Borkowska dan Powell, 1979; Hicks dan Nair, 1986) atau tunas pucuk (Jones dan Hatfield, 1976; Jones, Hopgood dan O'Farrel, 1977; Zimmerman dan Broome, 1981).

Ukuran meristem pucuk berkisar antara 0.1 - 0.5 mm. Dengan ukuran sekecil ini fungi, bakteri, virus dan *virus like disease* tidak terdapat dalam jaringan meristem, sehingga planlet yang dihasilkan akan bebas dari patogen. Meristem pucuk hanya terdiri dari *meristem dome* dan beberapa primordia daun (Hartmann dan Kester, 1984).

Eksplan tunas pucuk berukuran antara 1.0 - 2.0 Cm.

Walaupun eksplan ini paling sering digunakan, biasanya tidak bebas dari virus dan patogen sistemik lainnya (Hartmann dan Kester, 1983). Dengan demikian selain sterilisasi permukaan diperlukan pula sterilisasi internal dengan menggunakan antibiotika untuk mengeliminasi patogen sistemik dalam jaringan. Patogen sistemik yang paling sering terdapat dalam eksplan biasanya berupa bakteri (George dan Sherrington, 1984). Tunas pucuk yang digunakan berasal dari pucuk yang sedang tumbuh aktif (Zimmerman, 1984)

Buku dengan mata tunas tunggal yang digunakan sebagai eksplan berukuran 1.0 - 2.0 cm berasal dari pucuk sepanjang 40 cm dengan diameter 5 mm (Zimmerman, 1984).

Media. Keberhasilan penggunaan metode kultur jaringan sangat tergantung pada media yang digunakan. Media kultur jaringan tanaman selain menyediakan unsur hara mikro dan makro, juga menyediakan karbohidrat. Karbohidrat yang umumnya berupa gula, disediakan untuk menggantikan karbon yang biasanya didapat dari atmosfer melalui fotosintesis (Winata, 1987).

Media dasar yang sesuai untuk kultur jaringan apel adalah media Murashige dan Skoog (MS) yang sudah dimodifikasi, Linsmaer dan Skoog (LS), Woody Plant Medium (WPM), dan Lepoivre (Wilkin dan Dodds, 1983; Zimmerman, 1984). Media MS adalah media yang paling luas digunakan untuk kultur jaringan tanaman; khususnya untuk tujuan morfogenesis, kultur meristem dan regenerasi tanaman (Gamborg dan Shyluk, 1981). Media Lepoivre digunakan pada tahap pemantapan (*establishment*) kultur meristem pucuk mata tunas aksilar, sedangkan media MS atau WPM digunakan pada tahap proliferasi. WPM digunakan sebagai alternatif karena pertumbuhan pada awal proliferasi lebih vigor dan laju proliferasinya sedikit lebih baik dibanding MS. Namun demikian vitrifikasi yang terjadi pada media WPM lebih besar dibandingkan dengan menggunakan media MS (Zimmerman, 1984).

Media dapat diberikan dalam bentuk padat atau cair. Media padat memberikan aerasi yang lebih baik, tetapi difusi makanan dan gas-gas tidak sebaik media cair. Dengan

menggunakan media cair, laju pertumbuhan berlangsung lebih cepat karena kontak langsung dengan media cair menyebabkan penyerapan unsur hara dan zat pengatur tumbuh lebih efisien. Disamping itu metabolit-metabolit beracun yang mungkin terakumulasi di sekitar jaringan secara efektif tersebar oleh cairan (George dan Sherrington, 1984).

Zat Pengatur Tumbuh. Dalam kultur jaringan dua golongan zat pengatur tumbuh yang sangat penting adalah sitokinin dan auksin. Zat pengatur tumbuh mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis dalam kultur sel, kultur jaringan dan kultur organ. Interaksi dan perimbangan antara zat pengatur tumbuh yang diberikan dalam media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen, menentukan arah perkembangan suatu kultur (Winata, 1987).

a. Proliferasi Pucuk

Untuk menginduksi pembentukan pucuk secara langsung dari eksplan, diperlukan rasio sitokinin-auksin yang tinggi (George Sherrington, 1984). Sitokinin yang dapat digunakan adalah Kinetin, ZiP dan BA (Zimmerman, 1984). Menurut Lunder dan Janick (dalam Zimmerman, 1984) sitokinin yang paling efektif dalam menstimulasi proliferasi pucuk adalah BA dan yang kurang efektif adalah ZiP. Sitokinin yang paling sering digunakan adalah BA dengan konsentrasi optimum berkisar 1-2 mg/l (Wilkin dan Dodds, 1983).

Auksin yang sering digunakan pada tahap proliferasi adalah IBA dengan konsentrasi berkisar antara 0.1 - 1.0 mg/l (Hartmann dan Kester, 1983).

Untuk meningkatkan pertumbuhan kultur seringkali ditambahkan GAs dengan konsentrasi antara 0.1 - 0.5 mg/l (Hartman dan Kester, 1983).

Laju proliferasi bervariasi tergantung kultivar yang digunakan, umumnya dalam kisaran 3 - 6 kali dalam waktu 4 minggu (Zimmerman, 1984).

b. Pengakaran

Pada tahap pengakaran zat pengatur tumbuh yang digunakan hanya auksin tanpa sitokinin maupun GAs (Zimmerman, 1984). Auksin yang sering digunakan adalah IBA, IAA dan NAA (George dan Sherrington, 1984). Auksin yang paling efektif adalah IBA sedangkan yang paling kurang efektif adalah IAA (Zimmerman dan Fordham, 1985). Konsentrasi IBA bervariasi tergantung kultivar yang digunakan. Konsentrasi IBA yang diberikan adalah 0.1 - 0.3 mg/l untuk kultivar yang mudah berakar dan 1 mg/l untuk kultivar yang sulit berakar. Konsentrasi lebih besar dari 1 mg/l menghambat pengakaran dan menstimulasi pembentukan kalus (Zimmerman, 1984).

Pada tahap pengakaran pucuk, garam-garam makro maupun mikro dari media MS dibutuhkan dalam jumlah yang lebih rendah daripada tahap proliferasi. Konsentrasi garam-garam MS dikurangi sampai setengahnya (Snir dan Erez, 1980;

Pua, Calvin dan Roussele, 1983; Sriskandarajah dan Mullins, 1981). Menurut Zimmerman (1985), Travers, Starbuck dan Natarella (1985) penambahan garam-garam mikro maupun makro tidak mempengaruhi pembentukan akar. Pada tahap pengakaran yang paling dibutuhkan adalah sukrosa dan auksin.

Lingkungan Fisik. Lingkungan kultur yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis kultur jaringan adalah : suhu, kelembaban, cahaya dan ukuran wadah (George dan Sherrington, 1983).

Menurut Zimmerman (1984), kondisi pertumbuhan optimum untuk proliferasi adalah suhu yang konstan antara 24-26°C, fotoperiodisitas 16 jam dan intensitas cahaya sebesar 50 - 70 $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ dari lampu fluorescen putih. Kelembaban kultur yang dibutuhkan adalah 70 % (Snir dan Erez, 1980).

Kondisi pertumbuhan akar adalah suhu konstan sebesar 26°C dengan penyinaran kontinyu sebesar 10 - 15 $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Sriskandarajah dan Mullins, 1981) atau fotoperiodisitas 16 jam dan intensitas cahaya sebesar 50 $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Zimmerman, 1984).



BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Percobaan

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Jurusan Budi Daya Pertanian, Fakultas pertanian, Institut Pertanian Bogor (percobaan inisiasi pendahuluan, proliferasi dan pengakaran) dan Laboratorium Kultur Jaringan Sub Balai Penelitian Hortikultura Tlekung, Batu, Malang (percobaan inisiasi kedua). Suhu ruang laboratorium berkisar antara 20 - 30°C dengan intensitas cahaya berkisar antara 1000 - 2000 luks dan fotoperiodisitas 24 jam/hari.

Percobaan dilaksanakan mulai bulan Oktober 1990 sampai Juni 1991. Sebelum pelaksanaan dilakukan percobaan pendahuluan yang dimulai pada bulan Juni sampai bulan September 1990.

Bahan dan Alat

Bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan pada percobaan inisiasi adalah mata tunas aksilar yang ada di sepanjang cabang tanaman apel Manalagi yang tumbuh di lapangan dan dipelihara secara intensif. Umur cabang yang digunakan sekitar 5 - 6 bulan dengan diameter 0.5 Cm .

Bahan yang digunakan untuk percobaan proliferasi dan pengakaran adalah pucuk hasil perbanyakan kultur jaringan pada percobaan inisiasi pendahuluan yang telah disubkultur sebanyak 6 kali. Pada percobaan proliferasi bagian yang

digunakan adalah bagian ujung dari pucuk hasil perbanyakan kultur jaringan sepanjang 3 - 4 mm. Sedangkan pada percobaan pengakaran digunakan pucuk yang memiliki panjang sedikitnya 2 Cm.

Media dasar yang digunakan adalah media MS (Murashige dan Skoog) ditambah Thiamin HCl sebanyak 0.4 mg/l dan 100 mg/l Myo-inositol. Sebagai sumber karbohidrat digunakan sukrosa sebanyak 30 g/l (percobaan inisiasi dan proliferasi) dan 20 g/l (percobaan pengakaran). Agar sebanyak 7 g/l ditambahkan untuk memadatkan media.

Sitokinin dan auksin dalam berbagai taraf konsentrasi ditambahkan sesuai dengan perlakuan pada percobaan inisiasi dan proliferasi. Pada percobaan pengakaran hanya digunakan auksin. Polyvinyl Pirrolidon (PVP) yang berfungsi sebagai antioksidan diberikan sebanyak 5 g/l pada percobaan inisiasi. Fungsi PVP adalah mengurangi pembentukan fenolik yang dapat menghambat pertumbuhan kultur.

Sterilan yang digunakan adalah Benlate (fungisida) sebanyak 3 g/l, Kanamycin (antibiotika) sebanyak 750 mg/l, Betadine, alkohol 70 dan 95 %, air suling steril serta Clorox 15 %.

Alat yang digunakan adalah cawan petri, labu takar, pipet, pH-meter dan seperangkat alat diseksi (pinset, skalpel dan mata pisau skalpel). Selain itu digunakan autoclave untuk sterilisasi alat dan media serta laminar

air flow cabinet sebagai tempat untuk menanam atau memin-
dahkan kultur.

Metoda

Percobaan dilakukan dalam tiga percobaan terpisah de-
ngan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial sebagai
rancangan percobaannya. Percobaan Inisiasi terdiri dari 2
faktor yaitu faktor BA dan IBA dengan taraf masing-masing
adalah: 0.5, 1.0, 2.0 dan 3.0 mg/l (BA) serta 0.0, 0.1 dan
1.0 mg/l (IBA). Jumlah ulangan tiap perlakuan sebanyak 14
buah.

Percobaan Proliferasi terdiri dari 2 faktor yaitu fak-
tor BA dan IBA dengan taraf masing-masing adalah: 0.25,
0.5, 1.0 dan 2.0 mg/l (BA) serta 0.0, 0.05 dan 0.1 mg/l
(IBA). Jumlah ulangan tiap perlakuan sebanyak 7 buah.

Percobaan Pengakaran terdiri dari 2 faktor yaitu fak-
tor kepekatan media MS dan IBA dengan taraf masing-masing
adalah: MS penuh, MS 1/2 dan MS 1/4 (MS) serta 0.5, 1.0
dan 2.0 mg/l (IBA). Jumlah ulangan tiap perlakuan sebanyak
6 buah.

Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian melalui beberapa tahap peker-
jaan yang saling menunjang :

Pembuatan Media. Nutrisi media disiapkan dalam la-
rutan stok (Tabel Lampiran 1) untuk memudahkan pengambilan

dalam jumlah kecil. Labu takar 1 liter diisi dengan aquades 500 ml. Masing-masing stok dipipet dalam jumlah tertentu sesuai dengan formulasi MS dan dimasukkan dalam labu takar.

Gula, vitamin (Thiamin-HCl dan Myo-inositol) dan zat pengatur tumbuh sesuai dengan perlakuan ditambahkan dalam labu takar. Setelah itu larutan dalam labu takar ditambah aquades sampai 1000 ml dan diukur dan diatur pH-nya pada 5.8 dengan menambahkan HCl 1 N atau KOH 1 N. Selanjutnya larutan ditambah agar dan dimasak sampai mendidih. Larutan media selanjutnya dimasukkan ke dalam botol selai berukuran 200 ml yang sudah diautoclave sebanyak \pm 30 ml dan ditutup dengan alumunium foil.

Sterilisasi. Botol kultur dan alat-alat diseksi sebelum digunakan disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C dan tekanan 17.5 psi selama 60 menit. Media kultur juga disterilkan dengan alat dan cara yang sama selama 25 menit.

Mata tunas bersama kira-kira 5 mm kayu yang melekat direndam dalam larutan campuran fungisida Benlate dan antibiotika Kanamycin selama 6 jam, kemudian dibilas dengan air suling steril. Mata tunas kemudian disterilisasi dengan Clorox 15 % ditambah beberapa tetes Tween 20 selama 35 - 40 menit dan akhirnya dibilas dengan air steril 3 kali. Setelah dibilas daun-daun penutup mata tunas dibuang

sampai tersisa 2 - 3 bakal daun. Selanjutnya titik tumbuh beserta beberapa bakal daun dan sebagian jaringan dibawahnya dipotong hingga berukuran sekitar 2 - 3 mm dan ditanam pada media prekondisi (MS 0) selama seminggu.

Bahan yang digunakan sebagai eksplan pada percobaan proliferasi dan pengakaran tidak perlu disterilisasi karena sudah dalam keadaan steril. Dengan demikian eksplan bisa langsung ditanam pada media perlakuan.

Penanaman. Penanaman seperti halnya pada saat sterilisasi dilakukan dalam laminar air flow cabinet. Pada percobaan inisiasi eksplan yang terlihat bebas dari kontaminasi pada media prekondisi dipindahkan ke media perlakuan dan dikulturkan selama 12 minggu dengan pemindahan ke media perlakuan yang segar setiap 4 minggu.

Pucuk yang dihasilkan dari tahap inisiasi selanjutnya disubkultur sampai jumlahnya mencukupi untuk digunakan sebagai bahan percobaan proliferasi dan pengakaran. Subkultur dilakukan setiap bulan.

Pengamatan. Pengamatan dilakukan setiap minggu. Pada percobaan inisiasi kedua peubah yang diamati adalah persentase mata tunas merekah (*bud-break*), persentase kultur yang tumbuh, jumlah dan panjang daun, persentase kultur memanjang, tinggi pucuk, persentase kultur berproliferasi, rata-rata jumlah pucuk yang dihasilkan, persen-

tase kultur berbunga, jumlah bakal tunas bunga dan kualitas pucuk yang dihasilkan. Kualitas pucuk meliputi warna dan bentuk daun, persentase kultur vitrus dan persentase kultur berkalus.

Pada percobaan inisiasi peubah yang diamati adalah jumlah daun, panjang dan lebar daun, tinggi pucuk, jumlah pucuk, persentase pucuk adventif, persentase pucuk berganda dan kualitas pucuk yang dihasilkan.

Pada percobaan pengakaran peubah yang diamati adalah jumlah daun, panjang dan lebar daun, tinggi pucuk, persentase kultur berakar, jumlah dan panjang akar serta kualitas pucuk yang diakarkan.

Percobaan inisiasi kedua berlangsung sampai 10 MST.

Percobaan proliferasi berlangsung sampai 5 MST dan percobaan pengakaran berlangsung sampai 4 MST.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Kultur Aksenik.

Beberapa saat setelah eksplan ditanam pada media prekondisi, bekas potongan eksplan yang semula berwarna putih berubah menjadi coklat. Kemudian dari bagian bekas potongan tersebut keluar eksudat kuning kecoklatan yang selanjutnya menyebar ke seluruh media. Eksudat ini akan menyebabkan pertumbuhan eksplan terhambat. Apabila seluruh media ataupun jaringan eksplan sudah berwarna coklat, eksplan akan mati. Pemberian Polivinyl Pyrrolidon ternyata mampu mencegah terjadinya pencoklatan eksplan dan menyerap eksudat yang menyebar pada media.

Fenomena pencoklatan eksplan yang terjadi pada tahap inisiasi menurut Wilkin dan Dodds (1982) merupakan masalah yang paling sering timbul dan menyulitkan pada inisiasi kultur tanaman berkayu. Hal ini biasanya disebabkan oleh senyawa fenolik yang dihasilkan oleh jaringan yang rusak akibat sterilisasi dan proses diseksi eksplan. Selain penggunaan PVP, untuk mengatasi hal ini dapat ditambahkan senyawa cystein, ascorbic acid, dithiothreitol (DTT) atau arang aktif dalam media kultur.

Sehari sampai seminggu setelah eksplan ditanam beberapa kultur terlihat terkontaminasi oleh bakteri dan atau cendawan. Kontaminan bakteri yang dicirikan dengan adanya lendir berwarna putih muncul pada bagian bawah eksplan. Kontaminan cendawan yang dicirikan dengan adanya

benang-benang miselium muncul pada permukaan eksplan. Kultur bebas kontaminan (kultur aksenik) pada percobaan inisiasi pendahuluan adalah antara 43.1 - 75 % (rata-rata 58.65 %), sedangkan pada percobaan inisiasi kedua adalah berkisar antara 27.8 - 98.75 % (rata-rata 63.66 %).

Kisaran persentase kultur aksenik yang cukup lebar mungkin disebabkan oleh adanya perbedaan lokasi pengambilan eksplan, kondisi tanaman sumber eksplan, perbedaan saat diseksi eksplan sejak diambil dari lapang dan lama sterilisasi yang tidak sepenuhnya seragam. Ada kecenderungan semakin bersih sumber eksplan dan semakin cepat penanganan eksplan sejak diambil dari lapang akan meningkatkan persentase kultur aksenik. Di samping itu sampai jangka waktu tertentu, semakin lama sterilisasi dilakukan persentase kultur aksenik semakin meningkat. Lama sterilisasi luar berkisar antara 6 - 8 jam, sedang sterilisasi di dalam laminar dengan menggunakan Clorox 15 % berkisar antara 35 - 40 menit.

Relatif lebih rendahnya rata-rata persentase kultur aksenik pada percobaan inisiasi kedua kemungkinan besar disebabkan oleh faktor perbedaan saat diseksi eksplan. Bahan yang digunakan sebagai eksplan pada percobaan inisiasi pendahuluan baru digunakan 1 - 3 minggu setelah pengambilan di lapang. Hal ini menyebabkan semakin meningkatnya jumlah kontaminan dan menurunnya kesegaran bahan sehingga titik tumbuh mudah rusak akibat sterilan ataupun mati.

Percobaan inisiasi selanjutnya yang dilakukan dengan menggunakan bahan yang lebih segar yaitu 1 - 4 hari setelah pengambilan pucuk di lapang terbukti menunjukkan persentase kultur aksenik yang lebih tinggi.

Percobaan Inisiasi Pendahuluan

Pertumbuhan diawali dengan tumbuhnya 2 - 3 bakal daun yang sudah terlihat pada awal penanaman. Pertumbuhan kultur pada inisiasi pendahuluan berlangsung sangat lambat. Sampai 12 MST kultur hanya memperlihatkan pertumbuhan dan pertambahan daun tanpa disertai pemanjangan pucuk (kultur roset) maupun proliferasi. Bentuk daun seperti pita, menggulung dan berwarna hijau pucat (abnormal). Dari 120 kultur yang digunakan sebagai satuan percobaan (12 perlakuan - 10 ulangan), kultur yang dapat tumbuh dengan baik hanya 3 kultur atau hanya sebesar 2.5 %. Kultur yang lain hanya tumbuh bakal daunnya saja, mencoklat dan kemudian mati.

Dua kultur dari ketiga kultur yang dapat tumbuh dengan baik, menunjukkan gejala vitrus. Hanya 1 kultur yang tidak vitrus. Ketiga kultur tersebut berasal dari perlakuan 3.0 mg/l BA + 1.0 mg/l IBA. Setelah dipindahkan ke media perbanyakan yang paling umum digunakan dalam literatur yaitu BA 1.0 mg/l + IBA 0.1 mg/l + GA₃ 0.5 mg/l, 2 kultur (kultur vitrus dan normal) dapat berproliferasi.

Kultur vitrus yang terdiri dari 5 daun sepanjang 1 - 2 cm mulai berproliferasi pada 4 MST setelah dipindahkan ke

media perbanyakan. Kultur normal baru berproliferasi pada 8 MST, karena saat dipindahkan masih memiliki panjang 4 - 5 mm dengan daun-daun yang belum sempurna membuka. Kultur vitrus membentuk pucuk adventif normal dari bagian basal pucuk. Kultur normal selain menghasilkan pucuk aksilar normal juga menghasilkan pucuk adventif normal dari bagian basal pucuk yang sedikit berkalus (Gambar 1). Jumlah pucuk yang dihasilkan rata-rata 7 buah. Setiap bulan pucuk hasil proliferasi disubkultur pada media perbanyakan yang sama. Jumlah pucuk yang dihasilkan tiap bulan berkisar antara 1 - 11 pucuk (rata-rata 5 pucuk).



Gambar 1. Pucuk Tanaman Apel pada Media Perbanyakan
1.0 mg/l BA + 0.1 mg/l IBA + 0.5 mg/l GA₃

Jumlah kultur yang cukup untuk digunakan sebagai bahan percobaan proliferasi dan pengakaran hanya dari kultur hasil perbanyakan tunas adventif yang dihasilkan kultur vitrus.

Percobaan Inisiasi Kedua

Pertumbuhan Kultur

Pertumbuhan kultur relatif cepat jika dibandingkan dengan percobaan pendahuluan. Satu minggu setelah ditanam kultur sudah menunjukkan pertumbuhan. Kultur yang semula berwarna hijau pucat berubah menjadi hijau segar. Beberapa kultur pada sejumlah perlakuan sudah mengalami *bud-break* (bakal daun kultur yang semula saling mengatup/menguncup mulai membuka).

Persentase *bud-break* bervariasi menurut perlakuan yang diberikan. Perlakuan BA pada taraf 1.0 & 3.0 mg/l ditambah 0.1 mg/l IBA serta perlakuan BA pada taraf 0.5 & 1.0 mg/l ditambah 1.0 mg/l belum mengalami *bud-break* (Tabel 1). Persentase *bud-break* pada 1 MST berkisar antara 7.1 - 71.4 % (rata-rata 14.9 %). Ada kecenderungan setelah taraf 0.5 mg/l, peningkatan taraf BA yang diberikan menyebabkan terjadinya peningkatan persentase *bud-break*. Sedangkan pemberian IBA cenderung menurunkan persentasenya.

Pertambahan persentase *bud-break* paling besar terjadi pada 1 - 2 MST, setelah itu pertambahan mulai berkurang (Tabel Lampiran 2). Penambahan *bud-break* setelah 3 MST

kurang berarti karena kultur yang dihasilkan pertumbuhannya relatif lambat dan jarang berkembang menjadi pucuk normal.

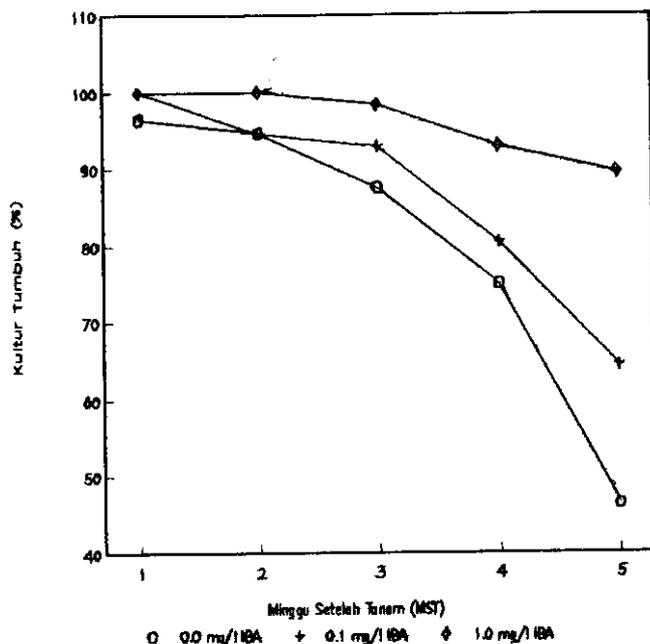
Tabel 1. Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Mata Tunas Merekah (*Bud-break*) pada 1 MST dan Persentase Kultur yang Tumbuh pada 5 MST (Percobaan inisiasi Kedua)

Peubah	BA (mg/l)	IBA (mg/l)			Rata ²
		0.0	0.1	1.0	
Persentase Mata Tunas Merekah (%)	0.5	21.4 (3/14)	14.3 (2/14)	0.0 (0/14)	11.9
	1.0	7.1 (1/14)	0.0 (0/14)	0.0 (0/14)	2.4
	2.0	7.1 (1/14)	7.1 (1/14)	14.3 (2/14)	9.5
	3.0	71.4 (10/14)	0.0 (0/14)	35.7 (5/14)	35.7
Rata-rata		26.8	5.4	12.5	
Persentase Kultur yang Tumbuh (%)	0.5	50.0 (7/14)	71.4 (2/14)	85.7 (12/14)	69.0
	1.0	57.1 (8/14)	50.0 (7/14)	71.4 (10/14)	59.5
	2.0	57.1 (8/14)	71.4 (10/14)	100 (14/14)	76.2
	3.0	21.4 (3/14)	64.3 (9/14)	100 (14/14)	61.9
Rata-rata		46.4	64.3	89.3	

Keterangan : (/) = Jumlah mata tunas merekah atau kultur yang tumbuh/ jumlah ulangan

Tidak semua kultur dapat tumbuh dan berkembang sampai akhir pengamatan. Beberapa kultur menunjukkan titik tumbuh yang mencoklat. Pertumbuhan dan pertambahan daun terhenti, daun berubah warnanya menjadi coklat dan mati. Pada awal pertumbuhan hal itu mungkin disebabkan oleh pengaruh sterilan yang terlalu kuat sehingga merusak titik tumbuh dan menyebabkan kematian kultur, tetapi pada tahap selanjutnya ternyata dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan. Pengaruh yang paling tampak adalah akibat perlakuan IBA.

Pemberian IBA dan peningkatan tarafnya menyebabkan peningkatan persentase kultur yang tumbuh (Tabel 1 dan Gambar 2).



Gambar 2. Pengaruh Perlakuan IBA Terhadap Persentase Kultur yang Tumbuh pada 1 - 5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua

Selama 5 MST kultur hanya memperlihatkan pertumbuhan dan pertambahan daun tanpa disertai pemanjangan pucuk (kultur roset), namun tidak semua perlakuan memperlihatkan pertambahan jumlah daun terus menerus. Jumlah daun pada beberapa perlakuan tidak bertambah lagi setelah 3 MST (Tabel Lampiran 4). Perlakuan BA 1.0 mg/l ditambah IBA 1.0 mg/l dan perlakuan BA 3.0 mg/l dengan atau ditambah 1.0 mg/l IBA menunjukkan terjadinya penurunan jumlah daun.

Jumlah daun kultur nyata dipengaruhi oleh perlakuan IBA. Semakin tinggi taraf IBA yang diberikan, jumlah daun semakin rendah (Tabel 2). Secara statistik perbedaan baru nyata pada pemberian IBA pada taraf 1.0 mg/l. Jumlah daun rendah karena pada taraf tersebut pertumbuhan kalus sangat pesat sehingga pertumbuhan daun terhambat. Beberapa kultur bahkan berkurang jumlah daunnya karena sebagian ataupun seluruh daun berubah menjadi kalus. Di samping itu terdapat kecenderungan berkurangnya panjang daun dengan semakin meningkatnya taraf IBA yang diberikan.

Tabel 2. Pengaruh Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Jumlah dan Panjang Daun pada 5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua

Peubah	BA (mg/l)				IBA (mg/l)		
	0.50	1.00	2.00	3.00	0.00	0.10	1.00
Jumlah Daun (cm)	3.57	2.67	2.76	2.67	3.57a	3.05a	2.13b
Panjang Daun (cm)	0.98	0.89	0.84	0.83	1.02	0.90	0.74

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada peubah yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf 5 %

Pemanjangan pucuk baru terlihat setelah 5 MST. Tidak semua kultur memperlihatkan pemanjangan pucuk. Pemanjangan pucuk hanya terjadi pada kultur yang terus memperlihatkan pertambahan jumlah daun. Persentase kultur memanjang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan BA dan IBA Terhadap Persentase Kultur Memanjang dan Tinggi Pucuk pada 10 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua

Peubah	BA (mg/l)	IBA (mg/l)			Rata-rata
		0.00	0.10	1.00	
Persentase Kultur Memanjang (%)	0.5	13.6 (3/22)	10.7 (4/28)	14.3 (2/14)	12.9
	1.0	20.0 (5/25)	31.8 (7/22)	0.0 (0/14)	17.3
	2.0	14.8 (4/27)	3.6 (1/28)	14.3 (2/14)	6.3
	3.0	0.0 (0/24)	14.3 (2/14)	0.0 (0/14)	4.8
Rata-rata		12.1	15.1	7.2	
Tinggi Pucuk (cm)	0.5	1.3	0.7	1.7	1.2
	1.0	0.7	0.9	0.0	0.5
	2.0	1.2	1.2	0.9	1.1
	3.0	0.0	0.8	0.0	0.3
Rata-rata		1.1	0.9	0.7	

Keterangan : (/) = Jumlah kultur memanjang / Jumlah kultur yang ditanam

Dari tabel tersebut terlihat adanya kecenderungan bahwa pemberian IBA pada taraf 0.1 mg/l meningkatkan persentase kultur memanjang. Peningkatan taraf IBA sampai 1.0 mg/l menyebabkan terjadinya penurunan. Demikian pula dengan pemberian BA, peningkatan persentase kultur memanjang hanya sampai taraf 1.0 mg/l. Pemberian BA lebih dari 1.0 mg/l menyebabkan terjadinya penurunan.

Pemberian IBA dan peningkatan tarafnya cenderung akan menurunkan tinggi pucuk rata-rata. Pemberian BA sampai taraf 1.0 mg/l menurunkan tingginya, sedang pada pemberian 2.0 mg/l kembali menyebabkan terjadinya kenaikan. Pemberian pada taraf 3.0 mg/l menurunkan kembali nilainya.

Proliferasi Pucuk

Kultur yang memperlihatkan pemanjangan pucuk, berproliferasi setelah 5 MST. Hasil pengamatan pada 10 MST (Tabel 4) menunjukkan adanya kecenderungan bahwa pemberian IBA sampai taraf 0.1 mg/l akan meningkatkan persentase pucuk yang berproliferasi. Pemberian IBA lebih dari 0.1 mg/l menurunkan persentase pucuk yang berproliferasi.

Tabel 4. Pengaruh Perlakuan BA dan IBA Terhadap Persentase Kultur Berproliferasi, Rata-rata Jumlah Pucuk yang Dihasilkan, Persentase Kultur Berbunga dan Jumlah Bakal Tunas Bunga pada 10 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua

Perlakuan (mg/l)		Persentase Kultur yang Berproliferasi (%)	Rata-rata Jumlah pucuk dihasilkan	Persentase Kultur Berbunga (%)	Jumlah Bakal Tunas Bunga
BA	IBA				
0.5	0.0	33.3 (1/3)	7.0	33.3 (1/3)	2
	0.1	50.0 (2/4)	2.0	25.0 (1/4)	3
	1.0	50.0 (1/2)	3.0	-	-
Rata-rata		44.4	4.0		
1.0	0.0	20.0 (1/5)	2.0	20.0 (1/5)	4
	0.1	57.1 (4/7)	2.3	-	-
	1.0	0.0 (0/0)	0.0	-	-
Rata-rata		25.7	1.4		
2.0	0.0	75.0 (3/4)	3.0	-	-
	0.1	100.0 (1/1)	4.0	-	-
	1.0	0.0 (0/2)	0.0	-	-
Rata-rata		58.3	2.2		
3.0	0.0	0.0 (0/0)	0.0	-	-
	0.1	100.0 (2/2)	2.5	-	-
	1.0	0.0 (0/0)	0.0	-	-
Rata-rata		33.3	0.8		

Keterangan : (/) = Jumlah pucuk yang berproliferasi
Jumlah pucuk memanjang



Pemberian IBA sampai taraf 1.0 mg/l pada perlakuan BA 0.5 mg/l menurunkan rata-rata jumlah pucuk yang dihasilkan. Sebaliknya pada perlakuan BA 1.0 - 3.0 mg/l pemberian IBA sampai taraf 0.1 mg/l meningkatkan jumlah pucuk yang dihasilkan. Penurunan rata-rata jumlah pucuk yang dihasilkan baru terjadi pada pemberian IBA 1.0 mg/l.

Pengaruh pemberian BA terhadap jumlah pucuk yang berproliferasi dan jumlah pucuk yang dihasilkannya menunjukkan pengaruh yang serupa dengan pengaruh BA terhadap tinggi pucuk. Pemberian BA pada taraf 1.0 mg/l menurunkan nilai peubah yang diamati. Pemberian pada taraf 2.0 mg/l menaikkan nilai peubah yang diamati dan pada taraf 3.0 mg/l kembali menurunkan.

Salah satu kultur pada perlakuan BA 0.5 mg/l tanpa IBA dan perlakuan BA 0.5 mg/l + IBA 0.1 mg/l, selain menghasilkan satu tunas pucuk juga menghasilkan beberapa bakal tunas bunga. Sedangkan pada perlakuan BA 1.0 mg/l tanpa IBA, salah satu kulturnya menghasilkan bakal tunas bunga semua (Tabel 4). Bentuk bakal tunas bunga ini hampir semuanya kurang sempurna dan tidak dapat mekar, kecuali pada perlakuan BA 0.5 mg/l tanpa IBA. Pada perlakuan ini 1 dari 2 bakal tunas bunga yang dihasilkan mekar berwarna putih. Setelah bertahan kurang lebih selama 1 bulan bunga ini akhirnya mencoklat dan mati.

Munculnya tunas bunga disebabkan karena mata tunas yang digunakan pada percobaan berasal dari cabang yang

sudah berumur 5 - 6 bulan. Pada umur ini cabang sudah memasuki fase generatif dan membentuk primordia bunga. Hasil percobaan menunjukkan bahwa bunga hanya terbentuk pada perlakuan BA terendah tanpa disertai penambahan IBA. Peningkatan taraf BA dan penambahan IBA menyebabkan primordia bunga yang mungkin sudah terbentuk pada suatu mata tunas tidak berkembang lebih lanjut.

Pucuk normal berproliferasi membentuk pucuk berganda (multiple shoot). Pembentukan tunas aksilar tidak terjadi. Pucuk aksilar diperoleh pada beberapa kultur vitrus. Subkultur dari pucuk normal hanya memperlihatkan pertumbuhan memanjang tanpa disertai penambahan jumlah pucuk terutama pucuk aksilarnya. Pucuk aksilar terbentuk setelah dilakukan pemisahan pucuk dan pemotongan bagian apikalnya untuk menghilangkan dominansi apikal. Jumlah pucuk yang dihasilkan belum sebanyak pada tahap perbanyak pucuk hasil inisiasi pendahuluan. Rata-rata pucuk yang dihasilkan adalah 3 pucuk.

Kualitas Kultur

Warna Daun. Warna daun pada awal penanaman rata-rata mendekati skor warna hijau dan berangsur-angsur berubah menjadi hijau. Hasil sidik ragam pada 5 MST menunjukkan bahwa warna daun dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan BA dan IBA. Tanpa pemberian IBA, pemberian BA pada taraf 2.0 mg/l menyebabkan skor warna lebih rendah

oleh interaksi faktor perlakuan BA dan IBA. Pada perlakuan BA 2.0 mg/l tanpa IBA dan perlakuan BA 1.0 mg/l ditambah IBA 0.1 mg/l, bentuk daun mendekati skor normal. Daun normal adalah daun yang memiliki bentuk mirip daun tanaman apel di lapang walau dengan ukuran yang lebih kecil. Daun abnormal adalah daun yang memiliki bentuk seperti pita atau jarum dan seringkali menggulung. Daun yang berbentuk mirip daun normal tetapi memiliki helai daun dan tulang daun yang tebal, mengatup atau tepi daunnya bergerigi tajam digolongkan sebagai daun abnormal. Pada umumnya kultur berdaun abnormal juga menunjukkan gejala vitrus.

Tabel 6. Pengaruh Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Vitrus dan Persentase Kultur Berkalus pada 5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua

Peubah	BA (mg/l)	IBA (mg/l)			Rata-rata
		0.00	0.10	1.00	
Persentase Kultur Vitrus (%)	0.5	57.1 (8/14)	64.3 (9/14)	71.4 (10/14)	64.3
	1.0	35.7 (5/14)	50.0 (7/14)	57.1 (8/14)	47.6
	2.0	50.0 (7/14)	28.6 (4/14)	50.0 (7/14)	42.9
	3.0	78.6 (11/14)	50.0 (7/14)	57.1 (8/14)	61.9
Rata-rata		55.3	48.2	58.9	
Persentase Kultur Berkalus (%)	0.5	0.0 (0/14)	0.0 (0/14)	78.6 (11/14)	26.2
	1.0	0.0 (0/14)	14.3 (2/14)	64.3 (9/14)	26.2
	2.0	0.0 (0/14)	7.1 (1/14)	71.4 (10/14)	26.2
	3.0	0.0 (0/14)	21.4 (3/14)	92.9 (13/14)	38.1
Rata-rata		0.0	10.7	76.8	

Keterangan : (/) = Jumlah kultur vitrus atau berkalus/jumlah kultur yang ditanam

Vitrifikasi. Pada 1 MST kultur yang ditanam sudah menunjukkan terjadinya vitrifikasi, terutama pada

perlakuan BA tanpa penambahan IBA atau ditambah 1.0 mg/l IBA. Pada perlakuan BA ditambah IBA, persentase kultur vitrus meningkat secara pesat pada 3 MST (Tabel Lampiran 5). Persentase kultur vitrus pada 5 MST rata-rata sebesar 54.1 %. Pemberian BA di bawah 1.0 mg/l atau di atas 2.0 mg/l cenderung menyebabkan terjadinya peningkatan vitrifikasi sebesar 16.7 - 19 % (Tabel 6).

Pada 10 MST pemberian 0.1 mg/l IBA cenderung meningkatkan persentase kultur vitrus pada kultur yang menunjukkan pemanjangan pucuk. Pemberian 1.0 mg/l IBA hanya sedikit meningkatkan vitrifikasi (Tabel 7).

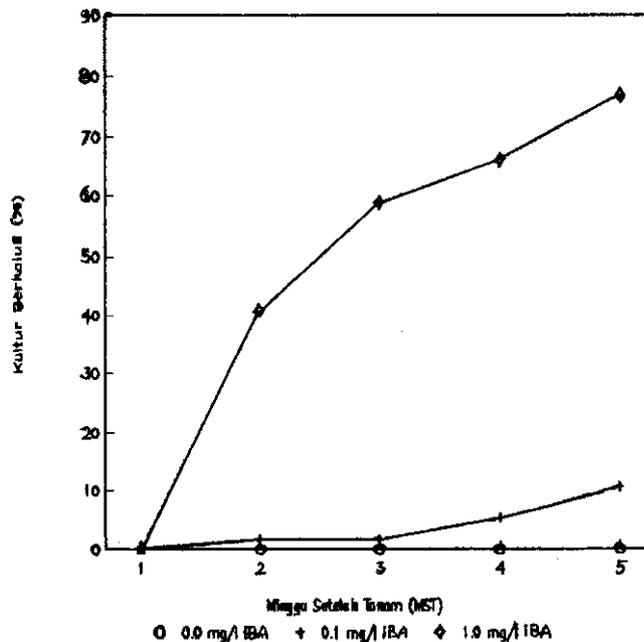
Tabel 7. Pengaruh Perlakuan BA dan IBA terhadap Persentase Kultur Vitrus pada 10 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua

BA (mg /l)	IBA (mg/l)			Rata-rata
	0.00	0.10	1.00	
	%			
0.5	70.0 (2/3)	50.0 (2/4)	100.0 (2/2)	73.3
1.0	20.0 (1/5)	28.0 (2/7)	0.0 (0/0)	16.0
2.0	75.0 (3/4)	100.0 (1/1)	100.0 (2/2)	91.7
3.0	0.0 (0/0)	100.0 (2/2)	0.0 (0/0)	33.3
Rata-rata	41.3	69.5	50.0	

Keterangan : (/) = Kultur vitrus/ jumlah kultur memanjang yang diamati

Pengaruh pemberian BA terhadap vitrifikasi cenderung seperti pengaruhnya terhadap peubah-peubah yang lain. Pemberian sampai taraf 1.0 mg/l menurunkan vitrifikasi, kemudian meningkat pesat pada pemberian 2.0 mg/l dan kembali menurun pada pemberian BA 3.0 mg/l.

Pembentukan Kalus. Dari Tabel 6 terlihat bahwa persentase kultur berkalus pada 5 MST sangat dipengaruhi oleh perlakuan IBA yang diberikan. Kultur tidak menunjukkan pembentukan kalus jika tidak diberi IBA. Pemberian 0.1 mg/l IBA hanya sedikit menghasilkan pembentukan kalus. Pembentukan kalus pada pemberian IBA 0.1 mg/l baru terlihat pada 4 MST, kecuali pada taraf BA yang tertinggi (3.0 mg/l). Pada taraf BA yang tertinggi, pada 2 MST sudah terjadi pembentukan kalus. Pada pemberian IBA 1.0 mg/l, sejak 2 MST kultur sudah memperlihatkan terjadinya pembentukan kalus (Tabel Lampiran 6 dan Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh Pemberian IBA terhadap Persentase Kultur Berkalus 1 - 5 MST pada Percobaan Inisiasi Kedua

Dari gambar tersebut terlihat bahwa peningkatan pembentukan kalus terjadi dengan cepat pada perlakuan IBA 1.0 mg/l. Pada 5 MST dari sejumlah kultur yang ditanam, 76.8 % kultur membentuk kalus pada bagian basal pucuk, daun, apikal pucuk atau pada seluruh pucuk sehingga kultur berubah menjadi kalus.

Percobaan Proliferasi

Pertumbuhan Kultur

Pada 2 MST mulai terlihat adanya pemanjangan pucuk disertai dengan munculnya daun-daun baru. Jumlah daun kultur tidak dipengaruhi oleh kedua perlakuan, begitu pula panjang daunnya (Tabel 8).

Tabel 8. Pengaruh Perlakuan BA dan IBA Terhadap Jumlah Daun, Panjang dan Lebar Daun serta Tinggi Pucuk pada 5 MST pada Percobaan Proliferasi

Perlakuan	Peubah			
	Jumlah Daun	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Tinggi Pucuk
BA (mg/l)				
0.25	23.81	1.15	0.31 a	2.08
0.50	22.24	1.09	0.21 b	1.90
1.00	25.76	1.20	0.26 ab	2.40
2.00	24.52	1.03	0.20 b	1.77
IBA(mg/l)				
0.00	22.29	1.19	0.24	2.10
0.05	24.00	1.14	0.28	1.85
0.10	25.96	1.02	0.21	2.17

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam peubah yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji DMRT pada taraf 5 %

Pada 5 MST jumlah daun kultur rata-rata sebesar 24.08 buah dengan panjang 1.12 Cm.

Lebar daun nyata dipengaruhi oleh perlakuan BA yang diberikan. Pemberian BA sampai taraf 0.5 mg/l menurunkan nilai lebar daun. Pada taraf selanjutnya (1.0 mg/l) lebar daun meningkat dan kembali menurun pada taraf 2.0 mg/l.

Dalam hal jumlah dan panjang daun serta tinggi pucuk terlihat adanya kecenderungan serupa. Pemberian BA sampai taraf 0.5 mg/l menurunkan nilai ketiga peubah yang diamati, kemudian meningkat pada taraf 1.0 mg/l dan kembali menurun pada taraf 2.0 mg/l.

Tinggi pucuk mengalami pertumbuhan relatif pesat pada 2 - 4 MST, setelah itu laju pertumbuhannya relatif menurun. Hal ini terjadi karena pada saat itu laju pertambahan jumlah pucuk relatif cepat (Tabel Lampiran 7 dan 8). Tinggi pucuk rata-rata pada 5 MST adalah 2.04 cm.

Proliferasi Pucuk

Pucuk mulai memperlihatkan terjadinya proliferasi pada 2 MST pada perlakuan BA yang ditambah 0.1 mg/l IBA. Pada 3 MST seluruh perlakuan menunjukkan proliferasi. Laju pertambahan pucuk terlihat pesat setelah 4 MST (Tabel Lampiran 8).

Hasil sidik ragam pada 5 MST menunjukkan bahwa jumlah pucuk nyata dipengaruhi oleh interaksi antara faktor perlakuan BA dan IBA. Nilai tengah tiap perlakuan dan hasil

uji bedanya disajikan dalam Tabel 9. Untuk mengetahui pengaruh peningkatan taraf BA pada setiap penambahan IBA (0.0, 0.05 dan 0.1 mg/l) terhadap jumlah pucuk, dilakukan analisa regresi linier dan kuadratik.

Tabel 9. Pengaruh Interaksi Perlakuan BA dan IBA terhadap Jumlah Pucuk pada 5 MST pada percobaan Proliferasi

BA (mg/l)	IBA (mg/l)		
	0.0	0.05	0.10
0.25	1.71 d	2.43 cd	2.00 d
0.50	3.57 bcd	3.57 bcd	3.14 bcd
1.00	2.86 cd	6.57 a	5.14 ab
2.00	5.00 ab	4.29 bc	5.00 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji DMRT pada taraf 5 %

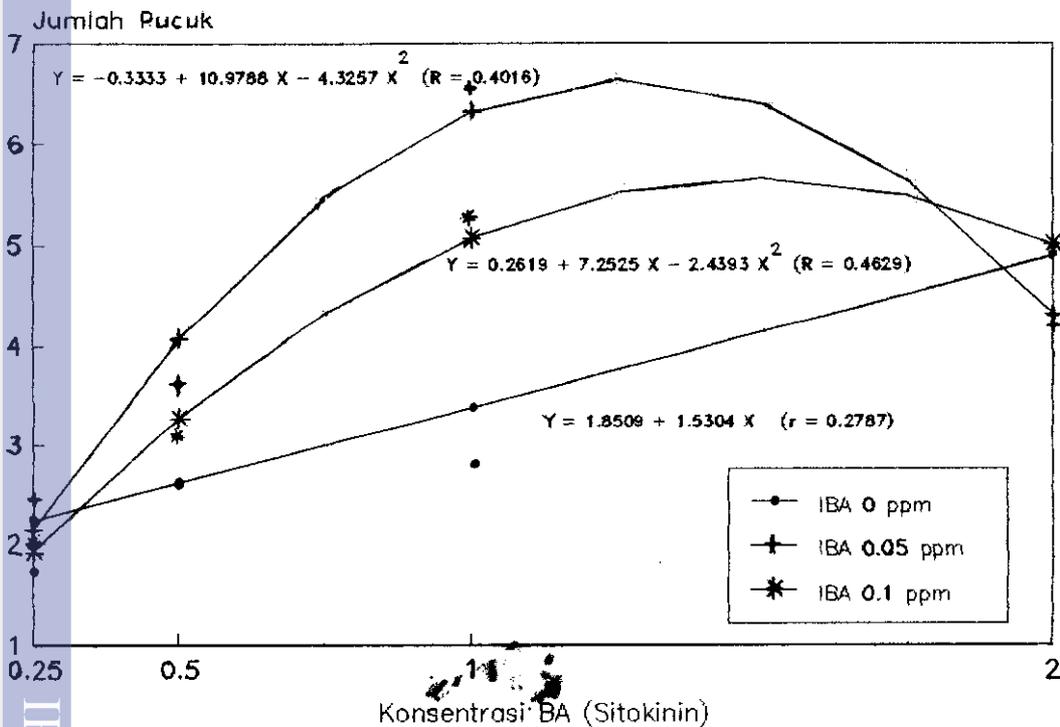
Hasil analisa regresi terhadap jumlah pucuk menunjukkan bahwa peningkatan taraf BA tanpa ditambah IBA nyata memberikan pengaruh linier. Peningkatan taraf BA disertai penambahan IBA memberikan pengaruh kuadratik. Secara umum sampai taraf tertentu, peningkatan taraf BA menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah pucuk. Jumlah anakan pucuk tertinggi sebesar 6.63 diperoleh pada taraf BA 1.27 mg/l + IBA 0.05 mg/l (Gambar 4).

Pada umumnya pucuk yang dihasilkan pada tahap ini berupa pucuk aksilar. Namun ada beberapa pucuk yang menghasilkan pucuk adventif yang berasal dari kalus basal, dan pucuk berganda (multiple shoot). Pucuk berganda adalah pucuk yang berproliferasi pada bagian apikal saja, sehingga

terdiri dari satu batang dengan beberapa bakal pucuk pada bagian ujungnya.

Jika dilihat dari pengaruh pemberian BA, pemberian BA lebih dari 0.25 mg/l pada mulanya menurunkan jumlah pucuk berganda tetapi pada pemberian lebih dari 0.5 mg/l cenderung semakin meningkatkan persentase jumlah pucuk berganda yang dihasilkan (Tabel 10)..

Pembentukan pucuk berganda di satu sisi menguntungkan jika digunakan sebagai bahan perbanyakan selanjutnya karena pada saat awal sudah memiliki banyak bakal pucuk. Namun jika digunakan sebagai bahan pengakaran akan menurunkan kualitas planlet yang dihasilkan.



Gambar 4. Kurva Pengaruh Peningkatan Taraf BA pada Tiap Penambahan IBA Terhadap Jumlah Pucuk pada 5 MST pada Percobaan Proliferasi

Perlakuan yang menghasilkan tunas adventif adalah perlakuan BA 0.25, 0.5 dan 2.0 mg/l ditambah 0.1 mg/l IBA serta perlakuan BA 0.5 mg/l tanpa penambahan IBA (Tabel 10). Ada kecenderungan bahwa pemberian IBA pada taraf 0.05 mg/l menghilangkan terjadinya pembentukan pucuk adventif, sedangkan pemberian pada taraf 0.10 mg/l semakin meningkatkan jumlah kultur yang menghasilkan pucuk adventif dibandingkan tanpa pemberian IBA.

Tabel 10. Pengaruh Perlakuan BA dan IBA Terhadap Pembentukan Pucuk Adventif dan Pucuk Berganda (Multiple Shoot) pada 10 MST pada Percobaan Proliferasi

Peubah	BA (mg / l)	IBA (mg/l)			Rata-rata
		0.00	0.05	0.10	
Persentase Pucuk Adventif ¹⁾ (%)	0.25	0.0	0.0	14.3 (1/7)	4.8
	0.50	14.3 (1/7)	0.0	14.3 (1/7)	9.5
	1.00	0.0	0.0	0.0 (0/7)	0.0
	2.00	0.0	0.0	28.6 (2/7)	9.5
Rata-rata		3.6	0.0	14.3	
Persentase Pucuk berganda ²⁾ (%)	0.25	0.0	42.9 (3/7)	14.3 (1/7)	19.1
	0.50	14.3 (1/7)	14.3 (1/7)	0.0	9.5
	1.00	14.3 (1/7)	0.0	14.3 (1/7)	9.5
	2.00	14.3 (1/7)	28.6 (2/7)	0.0	14.3
Rata-rata		10.7	21.5	7.2	

Keterangan : (/) = 1. Jumlah pucuk yang menghasilkan Pucuk Adventif / Jumlah ulangan
2. Jumlah pucuk yang menghasilkan Tunas Berganda / Jumlah Ulangan

Pembentukan pucuk adventif pada perbanyak tanaman buah-buahan yang memerlukan tanaman yang *true-to-type*

seringkali dihindari, karena kemungkinan terjadinya penyimpangan genetik relatif besar terutama jika berulang kali disubkultur (George dan Sherrington, 1984).

Terbentuknya pucuk adventif lebih ditentukan oleh faktor perbandingan sitokinin - auksin. Pada percobaan ini jika taraf auksin yang diberikan sebesar 0.1 mg/l, maka terjadi pembentukan tunas adventif. Sedangkan jika taraf IBA yang diberikan lebih rendah yakni sebesar 0.05 mg/l, maka lebih banyak kultur yang membentuk tunas aksilar.

Kualitas Kultur

Warna. Warna daun kultur pada awalnya menunjukkan skor warna mendekati warna hijau kuning. Daun-daun ini pada 5 MST skor warnanya berubah menjadi skor warna di atas hijau kuning (Tabel 11). Warna daun kultur pada tahap ini tidak dipengaruhi oleh kedua perlakuan yang diberikan. Rata-rata skor warna daun kultur adalah 2.47

Bentuk. Bentuk daun kultur pada awalnya agak normal. Bentuk mirip daun normal tetapi lebih tebal, tulang-tulang daun tampak jelas dan sedikit mengatup. Daun-daun berikutnya yang muncul bersamaan dengan pertumbuhan batang rata-rata berbentuk seperti pita, menjarum, mengatup, menggulung atau seperti daun pada fase kecambah. Bentuk daun tidak dipengaruhi oleh kedua perlakuan yang diberikan. Pada akhir pengamatan skor nilai menunjukkan skor antara daun abnormal dan normal (Tabel 11).

Tabel 11. Pengaruh Pemberian BA dan IBA Terhadap Warna dan Bentuk Daun pada 5 MST pada Percobaan Proliferasi

Peubah	BA (mg/l)				IBA (mg/l)		
	0.25	0.50	1.00	2.00	0.00	0.05	0.10
Warna ¹ Daun	2.67	2.19	2.48	2.33	2.39	2.50	2.36
Bentuk ² Daun	1.57	1.24	1.33	1.29	1.36	1.43	1.29

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam peubah yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf 5 %

1. Skor Warna Daun : 1 = kuning
2 = hijau kuning
3 = hijau
2. Skor Bentuk Daun: 1 = abnormal
2 = normal

Meskipun secara statistik belum nyata, ada kecenderungan skor nilai warna maupun bentuk daun pada perlakuan BA pada taraf 0.5 mg/l dan perlakuan IBA pada taraf 0.05 mg/l menunjukkan skor yang paling tinggi mendekati skor daun normal.

Vitrifikasi. Satu minggu setelah tanam, kultur sudah memperlihatkan gejala vitrifikasi. Persentase kultur vitrus pada minggu ini berkisar antara 28.0 - 100.0 % (Tabel Lampiran 9). Ada kecenderungan peningkatan taraf BA tanpa ditambah IBA ataupun ditambah IBA 0.05 mg/l menyebabkan peningkatan persentase kultur vitrus. Pada minggu berikutnya vitrifikasi semakin menurun dan pada 5 MST beberapa perlakuan menjadi normal kembali.

Tabel 12. Pengaruh Perlakuan BA dan IBA terhadap Persentase Kultur Vitrus dan Kultur Berkalus pada 5 MST pada Percobaan Proliferasi

Peubah	BA (mg /l)	IBA (mg/l)			Rata-rata
		0.00	0.05	0.10	
Persentase Kultur Vitrus (%)	0.25	0.0 (0/7)	28.6 (2/7)	0.0 (0/7)	9.5
	0.50	28.6 (2/7)	0.0 (0/7)	0.0 (0/7)	9.5
	1.00	28.6 (2/7)	0.0 (0/7)	57.1 (4/7)	28.6
	2.00	71.4 (5/7)	14.3 (1/7)	14.3 (1/7)	33.3
Rata-rata		32.2	10.7	17.9	
Persentase Kultur Berkalus (%)	0.25	0.0 (0/7)	28.6 (2/7)	100.0 (7/7)	42.9
	0.50	14.3 (1/7)	14.3 (1/7)	71.4 (5/7)	33.3
	1.00	14.3 (1/7)	85.7 (6/7)	85.7 (6/7)	61.9
	2.00	28.6 (2/7)	71.4 (5/7)	85.7 (6/7)	61.9
Rata-rata		14.3	50.0	85.7	

Keterangan : (/) = Jumlah kultur vitrus atau berkalus/jumlah ulangan

Pemberian BA di atas 0.5 mg/l cenderung semakin menyebabkan terjadinya peningkatan persentase kultur vitrus (Tabel 12). Persentase kultur vitrus yang semula 9.5 % menjadi 28.6 % dan 33.3 % atau meningkat sekitar 3 - 4 kalinya. Penambahan IBA dapat menurunkan persentase kultur vitrus sebesar 50 % - 67 %. Vitrifikasi terendah terjadi pada pemberian IBA 0.05 mg/l.

Kalus. Pada bagian basal pucuk bekas potongan yang dilakukan pada saat awal penanaman kultur menunjukkan pembentukan kalus. Pembentukan kalus diawali dengan membengkaknya bagian basal pucuk seminggu setelah tanam dan kemudian diikuti dengan terbentuknya kalus pada bagian

tersebut. Pembentukan kalus tidak menjadi masalah, karena tidak sepesat pada percobaan inisiasi. Pucuk tetap tumbuh dan mampu berproliferasi. Kalus hanya terbentuk pada bagian basal saja.

Pembentukan kalus dipengaruhi baik oleh faktor perlakuan Sitokinin maupun auksin yang diberikan. Kalus tetap terbentuk pada perlakuan tanpa IBA dan semakin meningkat dengan meningkatnya taraf IBA yang diberikan (Tabel 12). Pemberian BA di atas 0.5 mg/l menyebabkan terjadinya kenaikan persentase kultur berkalus.

Percobaan Pengakaran

Pertumbuhan Kultur

Jumlah daun tidak nyata dipengaruhi oleh perlakuan media MS maupun IBA, namun ada kecenderungan dengan meningkatnya taraf IBA jumlah daun akan semakin meningkat. Sebaliknya dengan menurunnya taraf kepekatan media MS, jumlah daun semakin berkurang (Tabel 13).

Perlakuan IBA tidak berpengaruh pada panjang dan lebar daun, sedangkan perlakuan media MS berpengaruh sangat nyata pada lebar daun. Penurunan taraf kepekatan media MS menyebabkan daun semakin sempit. Meskipun secara statistik tidak dipengaruhi oleh perlakuan, ada kecenderungan panjang daun semakin berkurang dengan menurunnya taraf kepekatan media MS.

Tabel 13. Pengaruh Kepekatan Media MS dan IBA terhadap Jumlah, Panjang dan Lebar Daun pada 4 MST pada Percobaan Pengakaran

Perlakuan	Daun		
	Jumlah	Panjang (Cm)	Lebar (Cm)
MS Penuh	16.11	1.47	0.42 a
MS 1/2	14.50	1.24	0.34 ab
MS 1/4	12.72	1.18	0.24 b
IBA 0.5 mg/l	13.56	1.29	0.31
IBA 1.0 mg/l	13.83	1.32	0.36
IBA 2.0 mg/l	15.94	1.28	0.33

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam peubah yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji DMRT pada taraf 5 %

Tinggi pucuk dipengaruhi oleh interaksi antara kepekatan media MS dan IBA. Secara statistik tidak ada perbedaan nyata antara penurunan kepekatan media MS dengan penambahan IBA pada berbagai taraf kecuali pada perlakuan MS ditambah 2.0 mg/l IBA.

Tabel 14. Pengaruh Interaksi Media MS dan IBA Terhadap Tinggi Pucuk pada 4 MST pada Percobaan Pengakaran

Media MS	IBA (mg/l)		
	0.5	1.0	2.0
MS Penuh	2.75 b	3.13 b	3.77 a
MS 1/2	2.75 b	3.05 b	2.85 b
MS 1/4	3.05 b	2.95 b	2.53 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji DMRT pada taraf 5 %

Semakin rendah kepekatan media MS, tinggi pucuk semakin berkurang. Pemberian berbagai taraf IBA pada media MS penuh menunjukkan bahwa semakin tinggi taraf IBA yang diberikan tinggi pucuk semakin meningkat (Tabel 14).

Pembentukan Akar

Pada 1 MST beberapa perlakuan sudah mulai menunjukkan pembentukan akar. Perlakuan MS 1/4 + IBA 0.5 mg/l, MS penuh + IBA 1.0 mg/l, MS penuh + IBA 2.0 mg/l dan MS 1/2 + IBA 2.0 mg/l baru menunjukkan pembentukan akar pada 2 MST. Setelah 2 MST tidak terjadi penambahan jumlah kultur berakar (Tabel Lampiran 11).

Penambahan jumlah akar pada kultur berakar masih terjadi sampai 4 MST, kecuali pada perlakuan MS penuh ditambah berbagai taraf IBA penambahan hanya berlangsung sampai pada 2 - 3 MST.

Tabel 15. Pengaruh Kepekatan Media MS dan IBA terhadap Persentase Kultur Berakar, Jumlah dan Panjang Akar pada 4 MST pada Percobaan Pengakaran

Perlakuan	Persentase Kultur Berakar (%) ¹⁾	Rata-rata Jumlah Akar	Rata-rata Panjang Akar (Cm)
MS Penuh	38.9	2.8	1.82
MS 1/2	61.1	7.7	2.89
MS 1/4	33.3	6.9	1.40
IBA 0.5 mg/l	55.6	5.2	1.73
IBA 1.0 mg/l	33.3	3.4	2.13
IBA 2.0 mg/l	44.4	8.9	2.20

Keterangan : 1 = nilai rata-rata persentase kultur berakar pada Tabel Lampiran 11

Penurunan kepekatan media MS sampai 1/2-nya meningkatkan persentase kultur berakar, jumlah dan panjang akar kultur. Penurunan kepekatan hingga 1/4 menurunkan kembali nilai ketiga peubah tersebut. Persentase kultur berakar yang dihasilkan pada MS 1/2 sebesar 61.1 % sebanyak 7.7 buah dengan panjang 2.89 Cm (Tabel 15).

Gambar 5. Hasil Pengakaran pada Media MS 1/2
(M1= MS Penuh, M2= MS 1/2, M3 = MS 1/4
I1= IBA 0.5 mg/l, I2= IBA 1.0 mg/l,
I3= IBA 2.0 mg/l)

Peningkatan taraf IBA sampai 1.0 mg/l menurunkan persentase kultur berakar dan jumlah akar yang dihasilkan, namun peningkatan taraf selanjutnya kembali menaikkan nilai peubahnya. Persentase kultur berakar terbesar dihasilkan pada pemberian IBA 0.5 mg/l yaitu sebesar 55.6 %, tetapi jumlah dan panjang akar terbesar adalah pada taraf 2.0 mg/l dengan jumlah 8.9 buah dan panjang 2.20 Cm. Bila

kriteria planlet yang terbaik adalah planlet yang memiliki jumlah dan panjang akar terbesar maka kombinasi perlakuan Media MS 1/2 ditambah 2.0 mg/l cenderung menghasilkan perakaran terbaik (Gambar 5).

Pada percobaan pengakaran kepekatan Media MS yang terbaik adalah Media MS 1/2. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang banyak dilakukan terhadap pengakaran berbagai varietas tanaman apel (Hartman dan Kester, 1983). Menurut George dan Sherrington (1984) Media MS penuh, konsentrasi ionnya terlalu tinggi untuk pertumbuhan optimum sel tanaman berkayu. Penurunan kepekatannya akan meningkatkan pertumbuhan sel sehingga memberikan kondisi terbaik untuk pembentukan akar.

Kualitas Kultur

Warna Daun. Warna daun pucuk yang semula agak hijau kekuningan berangsur-angsur berubah mendekati warna hijau pada 4 MST (Tabel 16). Warna daun tidak dipengaruhi oleh kedua perlakuan yang diberikan.

Bentuk Daun. Bentuk daun pada awal pengakaran rata-rata berbentuk abnormal. Sampai 4 MST bentuk daun masih cenderung abnormal meskipun telah terjadi peningkatan skor bentuk daun. Bentuk daun tidak dipengaruhi oleh kedua perlakuan yang diberikan.



Tabel 16. Pengaruh Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Warna dan Bentuk Daun, Kualitas Kalus pada 4 MST pada Percobaan Pengakaran

Perlakuan	Warna ^{1>}	Bentuk ^{2>}	Kualitas Kalus ^{3>}
MS Penuh	2.56	1.22	0.17 b
MS 1/2	2.72	1.22	1.17 a
MS 1/4	2.50	1.06	1.72 a
IBA 0.5 mg/l	2.56	1.17	0.72
IBA 1.0 mg/l	2.56	1.11	1.06
IBA 2.0 mg/l	2.67	1.22	1.28

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam peubah yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf 5 %

1. Skor Warna Daun
 - 1 = kuning
 - 2 = hijau kuning
 - 3 = hijau
2. Skor Bentuk Daun
 - 1 = Abnormal
 - 2 = normal
3. Skor Kalus:
 - 0 = tidak berkalus
 - 1 = sedikit berkalus
 - 2 = berkalus sedang
 - 3 = berkalus banyak

Vitrifikasi. Tidak seperti pada percobaan inisiasi dan proliferasi, persentase kultur vitrus pada percobaan pengakaran relatif lebih rendah. Rata-rata persentase kultur vitrus adalah sebesar 5.6 %. Persentase kultur vitrus pada percobaan inisiasi adalah 53.6 %, sedangkan pada percobaan proliferasi adalah 20.2 %. Pemberian IBA pada taraf 1.0 mg/l menyebabkan terjadinya vitrifikasi pucuk sebesar 16 %. Penurunan kepekatan media MS sampai 1/2-nya menghilangkan terjadinya vitrifikasi, namun penurunan kepekatan lebih lanjut kembali menyebabkan timbulnya vitrifikasi (Tabel 17).

Tabel 17. Pengaruh Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Vitrus pada 4 MST pada Percobaan Pengakaran

Media MS	IBA (mg/l)			Rata ²
	0.5	1.0	2.0	
MS Penuh	0.0 (0/6)	33.3 (2/6)	0.0 (0/6)	11.1
MS 1/2	0.0 (0/6)	0.0 (0/6)	0.0 (0/6)	0.0
MS 1/4	0.0 (0/6)	16.7 (1/6)	0.0 (0/6)	5.6
Rata-rata	0.0	16.7	0.0	

Keterangan : (/) = Jumlah kultur vitrus/jumlah ulangan

Kualitas Kalus. Pada bagian basal pucuk bekas potongan pada saat penanaman seminggu setelah tanam mulai menunjukkan adanya pembentukan kalus dengan kualitas yang berbeda-beda tergantung perlakuan yang diberikan. Pembentukan kalus sampai skor 1 (sedikit berkalus) tidak tampak menghambat terjadinya pengakaran. Tetapi pembentukan kalus pada skor 2 (berkalus sedang) cenderung menghambat terjadinya pengakaran. Pembentukan kalus pada skor 3 (berkalus banyak) menyebabkan kultur tidak berakar, bahkan hampir seluruh batang yang terendam media berubah menjadi kalus. Kualitas kalus yang terbentuk ternyata hanya dipengaruhi oleh perlakuan kepekatan Media MS. Semakin rendah kepekatan Media MS kualitas kalus semakin meningkat. Hal ini membuktikan bahwa kepekatan Media MS yang lebih rendah menyebabkan pertumbuhan sel berlangsung lebih baik. Namun demikian pertumbuhan sel yang terlalu aktif akan mengakibatkan pembentukan kalus yang terlalu besar sehingga dapat

menghambat pembentukan akar (Tabel 16). Penurunan kepekatan Media MS sampai $1/4$ dari semula menyebabkan kualitas kalus semakin meningkat, tetapi menyebabkan rendahnya jumlah dan panjang akar yang terbentuk.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kultur dengan kualitas terbaik (kultur yang menunjukkan persentase kultur vitrus dan berkalus terkecil) pada tahap inisiasi, dihasilkan pada perlakuan BA 1.0 mg/l + IBA 0.1 mg/l.

Perlakuan 1.0 mg/l BA + 0.05 mg/l IBA adalah perlakuan terbaik pada percobaan Proliferasi, karena jumlah pucuk yang dihasilkan paling besar, sedikit menghasilkan pucuk adventif dan memiliki kualitas kultur terbaik.

Pada percobaan pengakaran pemberian 0.5 - 2.0 mg/l IBA dapat menghasilkan pembentukan akar. Kepekatan media MS terbaik untuk mendapatkan kultur dengan jumlah dan panjang akar terbesar adalah MS 1/2.

Saran

Perlu penelitian tentang aklimatisasi pucuk yang telah berakar sampai dapat ditanam di lapang dan evaluasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman di lapang.



DAFTAR PUSTAKA

- Belding, R.D. and E. Young. 1989. Shoot and root temperature effects on xylary cytokinin levels during bud-break in young apple trees. HortSci 24 (1): 115-117.
- Borkowska, B. and L.E. Powell. 1979. The Dormancy status of apple buds as determined by an in vitro culture system. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104 (6): 796-799.
- Gamborg, O.L. and J.P. Shyluk. 1981. Nutrition, media and characteristic of plant cell and tissue culture. p. 21 - 43. In T.A. Thorpe (ed). Plant tissue Culture. Methods and applications in agriculture. Academic Press. New York.
- George, E.F. and P.D. Sherrington. 1984. Plant propagation by tissue culture. Handbook and directory of commercial laboratories. Exegetic Ltd. England. 709 p.
- Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1983. Plant propagation. Principles and practices. 4 th Ed. Prentice- Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey. 726 p.
- Hicks, G.S. and A. Nair. 1987. Growth and morphogenesis in short-term nodal culture of an apple Rootstock in vitro (abstract). Crop Physiology Abstract 13 (2): 7
- Jones, O.P., M.E. Hopgood and D. O'Farrell. 1977. Propagation in vitro of M.26 apple rootstocks. J. HortSci. 52: 235-238.
- Jones, O.P. and S.G.S. Hatfield. 1976. Root initiation in apple shoots cultured in vitro with auxins and phenolic compounds. J. HortSci. 51 : 495-499.
- Kusumo. 1974. Budidaya Apel (*Malus sylvestris* Mill). Lembaga Penelitian Hortikultura Pasar Minggu. Jakarta. 113 hal.
- Kyte, L. 1983. Plants from test tubes. An introduction to micropropagation. Timber Press. Portland. 132 p.
- Nichols, M.A. and C.B. Christie. 1987. Plant tissue culture : from theory to tool for today's agriculture. Agribusiness Worldwide. p. 35 - 37.
- Pierik, R.L.M. 1987. In vitro culture of higher plants. Martinus Nijhoff Publ. Dorddricht. Netherlands. 344 p

Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Prawiranata, W., S. Harran dan P. Tjondronegoro. 1981. Dasar-dasar fisiologi Tumbuhan Departemen Botani, Fakultas Pertanian. IPB. Bogor. 224 hal.

Pua, E.C., C. Calvin and G.L. Roussele. 1983. In vitro propagation of Ottawa 3 apple rootstock. Can. J. Plant Sci. 63 : 183-188.

Snir, I. and A. Erez. 1980. In vitro propagation of Malling Merton apple rootstocks. HortSci. 15 (4) : 597-598.

Sriskandarajah, S. and M.G. Mullins. 1981. Micropropagation of Granny Smith apple : factors affecting root formation in vitro. J. HortSci. 56: 597-598.

Travers, J.N., C.J. Starbuck and N.J. Natarella. 1985. Effects of culture medium on in vitro rooting of Antonovka 313 apple. HortSci. 20 (6) : 1051-1052.

Wareing, P.F. and I.D.J. Phillips. 1970. The control of growth and differentiation in plants. Pergamon Press Oxford. 303 p.

Wattimena, G.A. 1987. Diktat zat pengatur tumbuh tanaman. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. PAU Bioteknologi IPB. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Bogor. 247 hal.

Winata, Livy. 1987. Teknik kultur jaringan. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. PAU Bioteknologi IPB. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Bogor. 252 hal.

Wilkin, C.P. and J.H. Dodds. 1981. Tissue culture propagation of temperate fruit trees. In. J.H. Dodds (ed). Tissue culture of trees. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.

Zimmerman, R.H. and I. Fordham. 1985. Simplified method for rooting apple cultivars in vitro. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110 (1) : 34-38.

Zimmerman, R. H. and O.C. Broome. 1981. Phloroglucinol and in vitro rooting of apple cultivar cuttings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 (5) : 648-652.

Zimmerman, R.H. 1984. Apple. In. W.R. Sharp, D.A. Evans, P.V. Ammerato, and Y. Yamada (ed.). Handbook of Plant Cell Culture, Vol. 2. Crop Species. Macmillan, New York



L A M P I R A N

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel Lampiran 1. Komposisi Medium Murashige dan Skoog (MS)

Kelompok	Komponen	Larutan Stok (g/l)	Vol. yang Dipipet (ml)	Konsentrasi Akhir (mg/l)
A	NH ₄ NO ₃	82.5	20	1650
B	KNO ₃	95.0	20	1900
C	H ₃ BO ₃	1.24	5	6.2
	KH ₂ PO ₄	34.00		170
	KI	0.166		0.83
	Na ₂ MoO ₄ . 2 H ₂ O	0.05		0.25
	CoCl ₂ . 6 H ₂ O	0.005		0.025
D	CaCl ₂ . 2 H ₂ O	88.0	5	440
E	MgSO ₄ . 7 H ₂ O	74.0	5	370
	MnSO ₄ . 4 H ₂ O	3.38		22.3
	ZnSO ₄ . 7 H ₂ O	1.72		8.6
	CuSO ₄ . 5 H ₂ O	0.005		0.025
F	Na ₂ EDTA	3.72	10	37.25
	FeSO ₄ . 7 H ₂ O	2.78		27.85
G	Thiamine HCl	0.4	1	0.4
H	Myo-inositol	20	5	100

Agar 7 mg/l media

Sukrosa 30 g/l media

pH 5.7 - 5.9

Tabel Lampiran 2. Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA Terhadap Persentase Mata Tunas Merekah (*Bud-break*) pada 1-5 MST pada Percobaan Inisiasi

Perlakuan (mg/l)	Persentase Mata Tunas Merekah (%)				
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
BA 0.5 + IBA 0.0	21.4	35.7	64.3	64.3	78.6
1.0	7.1	21.4	28.6	50.0	50.0
2.0	7.1	28.6	64.3	64.3	64.3
3.0	71.4	92.9	92.9	92.9	92.9
BA 0.5 + IBA 0.1	14.3	21.4	71.4	85.7	92.9
1.0	0.0	42.9	50.0	57.1	71.4
2.0	7.1	14.3	42.9	64.3	71.4
3.0	0.0	28.6	35.7	42.9	64.3
BA 0.5 + IBA 1.0	0.0	71.4	78.6	78.6	92.9
1.0	0.0	28.6	42.9	64.3	64.3
2.0	14.3	50.0	50.0	50.0	50.0
3.0	35.7	57.1	64.3	64.3	64.3

Tabel lampiran 3. Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA Terhadap Persentase Kultur yang Tumbuh (%) pada 1 - 5 MST pada Percobaan Inisiasi

Perlakuan (mg/l)	Persentase Kultur yang Tumbuh (%)				
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
BA 0.5 + IBA 0.0	92.9	92.9	92.9	85.7	50.0
1.0	100.0	92.9	85.7	64.3	57.1
2.0	100.0	100.0	78.6	64.3	57.1
3.0	92.9	92.9	92.9	85.7	21.4
Rata-rata	96.4	94.6	87.5	75.0	46.4
BA 0.5 + IBA 0.1	100.0	100.0	100.0	92.9	71.4
1.0	100.0	100.0	100.0	78.6	50.0
2.0	100.0	92.9	85.7	78.6	71.4
3.0	100.0	85.7	85.7	71.4	64.3
Rata-rata	100.0	94.6	92.9	80.4	64.3
BA 0.5 + IBA 1.0	100.0	100.0	92.9	85.7	85.7
1.0	100.0	100.0	100.0	85.7	71.4
2.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Rata-rata	100.0	100.0	98.2	92.9	89.3



Tabel lampiran 4. Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA Terhadap Jumlah Daun pada 1 - 5 MST pada Percobaan Inisiasi

Perlakuan (mg/l)	Jumlah Daun				
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
BA 0.5 + IBA 0.0	1.21	1.57	2.57	2.73	4.21
1.0	1.07	1.21	1.50	2.07	2.43
2.0	1.07	1.50	2.50	3.07	3.71
3.0	2.14	2.43	3.79	3.79	2.73
BA 0.5 + IBA 0.1	1.14	1.43	2.43	3.29	3.50
1.0	1.00	1.57	2.00	3.00	3.79
2.0	1.07	1.36	2.07	2.50	2.64
3.0	1.00	1.23	1.36	1.64	2.29
BA 0.5 + IBA 1.0	1.00	2.21	2.57	2.79	3.00
1.0	1.00	1.29	1.71	1.79	1.79
2.0	1.14	1.50	1.71	1.71	1.93
3.0	1.57	2.21	2.21	1.79	1.79

Tabel Lampiran 5. Pengaruh perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA terhadap Persentase Kultur Vitrus pada 1 - 5 MST pada Percobaan Inisiasi

Perlakuan (mg/l)	Persentase Kultur Vitrus (%)				
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
BA 0.5 + IBA 0.0	21.4	28.6	42.9	50.0	57.1
1.0	0.0	0.0	21.4	35.7	35.7
2.0	7.0	21.4	35.6	50.0	50.0
3.0	64.3	78.6	71.4	78.6	78.8
BA 0.5 + IBA 0.1	0.0	0.0	28.6	50.0	64.3
1.0	0.0	0.0	7.1	35.7	50.0
2.0	0.0	7.1	14.3	28.6	28.6
3.0	0.0	7.1	28.6	50.0	50.0
BA 0.5 + IBA 1.0	0.0	0.0	35.7	35.7	71.4
1.0	7.1	7.1	14.3	28.6	57.1
2.0	0.0	0.0	14.3	42.9	50.0
3.0	21.4	21.4	57.1	50.0	57.1

Tabel Lampiran 6. Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA Terhadap Persentase Kultur Berkalus pada 1 - 5 MST pada Percobaan Inisiasi

Perlakuan (mg/l)	Persentase Kultur Berkalus (%)				
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
BA 0.5 + IBA 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rata-rata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BA 0.5 + IBA 0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	14.3	14.3
2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
3.0	0.0	7.1	7.1	7.1	21.4
Rata-rata	0.0	1.8	1.8	5.4	10.7
BA 0.5 + IBA 1.0	0.0	57.1	64.3	71.4	78.6
1.0	0.0	21.4	57.1	57.1	64.3
2.0	0.0	50.0	64.3	64.3	71.4
3.0	0.0	35.7	50.0	71.4	92.9
Rata-rata	0.0	41.1	58.9	66.1	76.8

Tabel lampiran 7. Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA Terhadap Tinggi Pucuk 1 - 5 MST pada Percobaan Proliferasi

Perlakuan (mg/l)	Tinggi Pucuk (Cm)				
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
BA 0.25 + IBA 0.00	0.26	0.65	1.23	1.68	1.81
0.50	0.32	0.67	1.00	1.31	1.75
1.00	0.33	0.69	1.46	2.37	2.86
2.00	0.21	0.44	0.87	1.51	1.97
BA 0.25 + IBA 0.05	0.28	0.60	1.13	1.86	2.03
0.50	0.31	0.63	1.26	1.54	1.63
1.00	0.25	0.45	1.03	1.51	1.81
2.00	0.29	0.56	1.01	1.46	1.93
BA 0.25 + IBA 0.10	0.32	0.81	1.81	2.07	2.40
0.50	0.31	0.71	1.27	2.07	2.33
1.00	0.24	0.52	1.13	1.77	2.53
2.00	0.19	0.40	0.81	1.21	1.41

Tabel lampiran 8. Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA Terhadap Jumlah Pucuk 1 - 5 MST pada Percobaan Proliferasi

Perlakuan (mg/l)	Jumlah Pucuk				
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
BA 0.25 + IBA 0.00	1	1	1.29	1.43	1.31
0.50	1	1	1.86	2.00	3.57
1.00	1	1	1.14	1.57	2.86
2.00	1	1	1.86	3.29	5.00
BA 0.25 + IBA 0.05	1	1	1.00	2.00	2.43
0.50	1	1	1.29	1.86	3.57
1.00	1	1	1.57	4.43	6.57
2.00	1	1	1.57	2.86	4.29
BA 0.25 + IBA 0.10	1	1.43	1.29	2.00	2.00
0.50	1	1.43	1.57	2.71	3.14
1.00	1	1.43	2.00	3.29	5.14
2.00	1	1.43	1.29	3.43	5.00

Tabel lampiran 9. Pengaruh Perlakuan Sitokinin BA dan Auksin IBA Terhadap Persentase Kultur Vitrus 1 - 5 MST pada Percobaan Proliferasi

Perlakuan (mg/l)	Persentase Kultur Vitrus (%)				
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
BA 0.25 + IBA 0.00	28.0	14.3	14.3	00.0	00.0
0.50	42.9	28.6	28.6	28.6	28.6
1.00	85.7	71.4	71.4	71.4	28.6
2.00	88.7	85.7	85.7	85.7	71.4
BA 0.25 + IBA 0.05	28.6	14.3	14.3	14.3	28.6
0.50	42.9	42.9	42.9	28.6	00.0
1.00	57.1	28.6	28.6	00.0	00.0
2.00	100.0	100.0	28.6	28.6	14.3
BA 0.25 + IBA 0.10	85.7	57.1	00.0	00.0	00.0
0.50	57.1	14.3	14.3	14.3	00.0
1.00	85.7	85.7	71.4	57.1	57.1
2.00	42.9	42.9	28.6	14.3	14.3

Tabel Lampiran 10. Pengaruh Perlakuan Kepekatan Media MS dan Auksin IBA Terhadap Tinggi Pucuk pada 1 - 4 MST pada Percobaan Pengakaran

Perlakuan	Tinggi Pucuk (Cm)			
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST
MS Penuh + IBA 0.5 mg/l	2.43	2.65	2.70	2.70
MS 1/2	2.00	2.25	2.45	2.75
MS 1/4	2.63	2.77	2.90	3.05
MS Penuh + IBA 1.0 mg/l	2.52	2.65	2.87	3.13
MS 1/2	2.55	2.75	2.87	3.05
MS 1/4	2.60	2.67	2.80	2.95
MS Penuh + IBA 2.0 mg/l	2.83	3.23	3.62	3.77
MS 1/2	2.17	2.58	2.67	2.85
MS 1/4	2.35	2.45	2.48	2.53

Tabel Lampiran 11. Pengaruh Perlakuan Kepekatan Media MS dan Auksin IBA terhadap Persentase Pucuk Berakar pada 1 - 4 MST pada Percobaan Pengakaran

Perlakuan	Persentase Pucuk Berakar (%)			
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST
MS Penuh + IBA 0.5	16.7 (1/6)	50.0 (3/6)	50.0 (3/6)	50.0 (3/6)
1.0	00.0 (0/6)	16.7 (1/6)	16.7 (1/6)	16.7 (1/6)
2.0	00.0 (0/6)	50.0 (3/6)	50.0 (3/6)	50.0 (3/6)
MS 1/2 + IBA 0.5	16.7 (1/6)	66.7 (4/6)	66.7 (4/6)	66.7 (4/6)
1.0	16.7 (1/6)	50.0 (3/6)	50.0 (3/6)	50.0 (3/6)
2.0	00.0 (0/6)	66.7 (4/6)	66.7 (4/6)	66.7 (4/6)
MS 1/4 + IBA 0.5	00.0 (0/6)	33.3 (2/6)	33.3 (2/6)	50.0 (3/6)
1.0	16.7 (1/6)	50.0 (3/6)	33.3 (2/6)	33.3 (2/6)
2.0	16.7 (1/6)	16.7 (1/6)	16.7 (1/6)	16.7 (1/6)

Keterangan : (/) = Jumlah kultur berakar/jumlah ulangan

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

Tabel Lampiran 12. Pengaruh Perlakuan Kepekatan Media MS dan Auksin IBA Terhadap Jumlah Akar pada 1 - 4 MST pada Percobaan Pengakaran

Perlakuan	Jumlah Akar			
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST
MS Penuh + IBA	0.5 mg/l	1.0	2.7	2.7
	1.0	0.0	2.0	2.0
	2.0	0.0	3.3	3.7
MS 1/2 + IBA	0.5 mg/l	3.0	5.3	5.8
	1.0	2.0	4.0	5.3
	2.0	0.0	6.5	8.3
MS 1/4 + IBA	0.5 mg/l	0.0	3.5	3.5
	1.0	2.0	1.7	2.0
	2.0	3.0	10.0	11.0

Tabel Lampiran 13. Pengaruh Perlakuan Konsentrasi Media MS dan Auksin IBA Terhadap Panjang Akar pada 1 - 4 MST pada Percobaan Pengakaran

Perlakuan	Panjang Akar (Cm)			
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST
MS Penuh + IBA	0.5 mg/l	0.05	0.40	1.20
	1.0	0.00	0.20	0.50
	2.0	0.00	0.23	0.92
MS 1/2 + IBA	0.5 mg/l	0.10	0.20	0.82
	1.0	0.20	0.75	2.05
	2.0	0.00	0.50	1.65
MS 1/4 + IBA	0.5 mg/l	0.00	0.50	1.00
	1.0	0.20	0.15	0.25
	2.0	0.10	0.50	1.00

Tabel Lampiran 14. Sidik Ragam Perlakuan Sitokinin BA (B) dan Perlakuan Auksin IBA (I) pada Percobaan Inisiasi pada 5 MST

Peubah	Sumber Kergmn.	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hit.	Koefisien Kergmn(%)
Pertmbhn. Kultur ¹	B	3	0.19	0.062	1.25	21.20 (65.47)
	I	2	1.35	0.675	13.63**	
	B x I	6	0.45	0.074	1.50	
	Galat	156	7.73	0.050		
Jumlah Daun ¹	B	3	1.97	0.656	2.03	32.56 (75.83)
	I	2	5.04	2.518	7.78**	
	B x I	6	2.89	0.481	1.49	
	Galat	156	50.52	0.324		
Panjang Daun	B	3	0.56	0.188	0.25	98.64
	I	2	2.12	1.058	1.39	
	B x I	6	5.22	0.870	1.14	
	Galat	156	118.59	0.760		
Warna Daun ¹	B	3	0.18	0.061	1.73	15.65 (42.47)
	I	2	0.18	0.089	2.50	
	B x I	6	0.84	0.140	3.95**	
	Galat	156	5.54	0.036		
Bentuk Daun ¹	B	3	0.07	0.022	1.64	9.33 (35.29)
	I	2	0.06	0.029	2.15	
	B x I	6	0.29	0.049	3.56**	
	Galat	156	2.13	0.014		

Keterangan : * = berpengaruh nyata pada taraf 5 %
 ** = berpengaruh nyata pada taraf 1 %
 1 = data ditransformasi dengan $V X + 0.5$
 () = koefisien keragaman sidik ragam data sebelum ditransformasi

Tabel Lampiran 15. Sidik Ragam Perlakuan Sitokinin BA (B) dan Auksin IBA (I) pada Percobaan Proliferasi pada 5 MST

Peubah	Sumber Kergmn.	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hit.	Koefisien Kergmn(%)
Jumlah Daun	B	3	136.32	45.440	0.84	30.61
	I	2	189.74	94.869	1.75	
	B x I	6	70.36	11.726	0.22	
	Galat	72	3914.00			
Tinggi Pucuk	B	3	4.63	1.544	1.51	49.62
	I	2	1.58	0.791	0.77	
	B x I	6	6.99	1.165	1.14	
	Galat	72	73.64	1.023		
Jumlah Pucuk ¹	B	3	6.87	2.290	12.35**	21.60 (45.29)
	I	2	0.71	0.354	1.91	
	B x I	6	2.47	0.412	2.22*	
	Galat	72	13.35	0.185		
Panjang Daun	B	3	0.35	0.116	1.33	26.49
	I	2	0.42	0.208	2.38	
	B x I	6	0.69	0.116	1.32	
	Galat	72	6.29	0.087		
Lebar Daun ¹	B	3	0.05	0.015	3.75*	7.40 (45.83)
	I	2	0.02	0.011	2.66	
	B x I	6	0.03	0.005	1.12	
	Galat	72	0.29	0.004		
Warna Daun	B	3	2.61	0.869	1.86	28.32
	I	2	0.31	0.155	0.33	
	B x I	6	1.79	0.298	0.64	
	Galat	72	33.71	0.468		
Bentuk Daun	B	3	1.38	0.460	1.78	37.42
	I	2	0.29	0.143	0.55	
	B x I	6	1.05	0.175	0.68	
	Galat	72	18.57	0.258		

Keterangan : * = berpengaruh nyata pada taraf 5 %
 ** = berpengaruh nyata pada taraf 1 %
 1 = data ditransformasi dengan $V X + 0.5$
 () = koefisien keragaman sidik ragam data sebelum ditransformasi

Tabel Lampiran 16. Sidik Ragam Perlakuan Media MS (M) dan Auksin IBA (I) pada Percobaan Pengakaran pada 4 MST

Peubah	Sumber Kergmn.	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hit.	Koefisien Kergmn(%)
Jumlah Daun	M	2	103.44	51.722	2.14	11.74
	I	2	61.44	30.722	1.27	
	M x I	4	65.11	16.278	0.67	
	Galat	45	1087.33	24.163		
Tinggi Pucuk	M	2	1.51	0.754	3.08	16.59
	I	2	0.47	0.234	0.95	
	M x I	4	3.88	0.969	3.96**	
	Galat	45	11.01	0.245		
Panjang Daun	M	2	0.85	0.426	3.18	28.20
	I	2	0.02	0.008	0.06	
	M x I	4	0.45	0.112	0.83	
	Galat	45	6.03	0.134		
Lebar Daun ¹	M	2	0.08	0.042	7.83**	8.07 (40.97)
	I	2	0.01	0.003	0.55	
	M x I	4	0.04	0.009	1.64	
	Galat	45	0.24	0.005		
Warna Daun	M	2	0.48	0.241	0.76	21.77
	I	2	0.15	0.074	0.23	
	M x I	4	0.07	0.019	0.06	
	Galat	45	14.33	0.319		
Bentuk Daun	M	2	0.33	0.167	1.15	32.58
	I	2	0.11	0.056	0.38	
	M x I	4	0.56	0.139	0.96	
	Galat	45	6.50	0.144		
Kultur Berkalus ¹	M	2	3.81	1.906	15.47**	30.46 (82.14)
	I	2	0.38	0.191	1.55	
	M x I	4	0.48	0.120	0.97	
	Galat	45	5.54	0.123		

Keterangan : * = berpengaruh nyata pada taraf 1 %

** = berpengaruh nyata pada taraf 5 %

1 = data ditransformasi dengan $V X + 0.5$



Karya kecilku ini kupersembahkan
buat Ibu, Bapak, Eyang, Paman,
saudara-saudaraku dan dia yang ku-
sayangi serta kepada tanah airku
tercinta Indonesia

" Sesungguhnya manusia itu benar-benar berada dalam kerugi-
an, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal-
saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan
nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran " (Q.S. Al 'Ashr 2 - 3)



Hai jiwa yang tenang,

**Kembalilah kepada Robbmu dengan hati yang puas
lagi diridhai-Nya.**

**Maka masuklah ke dalam jama'ah hamba-hamba-Ku,
dan ... masuklah ke dalam surga-Ku"**

(QS. Al-Fajr 27 - 30)

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Karya kecil untuk orang-orang yang
kucintai :

**Bapak, Ibu (almarhumah), Mana,
mbak Yanti, Dhik Danik**

dan

adikku Ida Duryat

**Terima kasih atas doa dan dorongan
semangatnya**