



PERBANYAKAN TANAMAN NENAS
(Ananas comosus (L.) Merr.) VARIETAS QUEEN
ASAL KEPULAUAN BANGKA DENGAN KULTUR IN VITRO

© Hek cipta milik IPB University

Hasil Cipta Milik dan Karya Tulis Ilmiah

1. Dilarang melakukan pengkopian atau penyalahgunaan hasil cipta ini tanpa izin dan menggunakan sumber

2. Penggunaan hasil cipta ini dalam kegiatan penelitian, pendidikan, penulisannya wajib menyatakan sumbernya.

3. Dilarang menggunakan hasil cipta ini untuk kegiatan komersial.

Oleh:
Cynthia Lendria Magdalena Marbun
G 34101014



DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2006



ABSTRAK

CYNTHIA LENDRIA MAGDALENA MARBUN. Perbanyakan Tanaman Nenas (*Ananas comosus* (L). Merr) Varietas *Queen* Asal Kepulauan Bangka dengan Kultur *In Vitro*. Dibimbing oleh DIAH RATNADEWI dan THERESIA PRAWITASARI

Nenas Bangka termasuk varietas *Queen* dan merupakan tanaman lokal Kepulauan Bangka. Penelitian ini bertujuan untuk mencari jenis eksplan dan komposisi media tumbuh yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman nenas (*Ananas comosus* (L). Merr) varietas *Queen* asal Kepulauan Bangka dengan kultur *in vitro*. Ada tiga jenis eksplan, yaitu kuncup apikal dan aksilar mahkota, serta kuncup apikal anakan. Ada tiga tahap pengamatan, yaitu tahap inisiasi, tahap multiplikasi, dan tahap perakaran.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa eksplan anakan lebih baik digunakan dalam pertumbuhan dengan kultur *in vitro* daripada eksplan mahkota. Semua eksplan kuncup apikal aksilar mahkota tidak mengalami pertumbuhan. BAP 4 mg/l menghasilkan jumlah tunas terbanyak pada eksplan kuncup apikal anakan pada tahap inisiasi. Tahap multiplikasi menghasilkan jumlah tunas terbanyak pada perlakuan BAP 2 mg/l untuk eksplan kuncup apikal mahkota dan BAP 6 mg/l untuk eksplan kuncup apikal anakan. Tunas tertinggi dibasilkan pada perlakuan BAP 4 mg/l untuk eksplan kuncup apikal mahkota dan 2 mg/l untuk eksplan kuncup apikal anakan. Perlakuan NAA 2 mg/l pada planlet asal kuncup apikal mahkota dan perlakuan NAA 1 mg/l pada planlet asal kuncup apikal anakan memberikan hasil terbaik untuk jumlah akar, panjang akar, pertambahan jumlah tunas, dan pertambahan tinggi tunas.

ABSTRACT

CYNTHIA LENDRIA MAGDALENA MARBUN. Micropropagation of pineapple (*Ananas comosus* (L). Merr) *Queen* Variety Originated Bangka Island through *in vitro* culture. Supervised by DIAH RATNADEWI dan THERESIA PRAWITASARI.

A local pineapple in Bangka Island is of *Queen* variety. The aim of this research was to find the best explant and medium for *in vitro* propagation of this plant. Three types of explants were used: crown axillary bud, crown apical bud, and sucker apical bud. There were three levels of observation, i. e initiation phase, multiplication phase, and rooting phase.

The result showed that sucker derived explant was better than crown derived explant for *in vitro* propagation. All explants of crown axillary bud did not grow. Concentration of 4 mg/l BAP gave the maximum shoot number from crown apical bud during the initiation. The maximum shoot number in the multiplication phase was obtained from 2 mg/l BAP for crown apical bud and 6 mg/l BAP for sucker apical bud. The highest shoot was obtained from 4 mg/l BAP for crown apical bud and 2 mg/l BAP for sucker apical bud. In rooting phase, 2 mg/l NAA for planlet from crown apical bud and 1 mg/l NAA for planlet from sucker apical bud gave the best result in root number, root length, developed shoot number, and increasing shoot height.



**PERBANYAKAN TANAMAN NENAS
(*Ananas comosus* (L). Merr) VARIETAS *QUEEN*
ASAL KEPULAUAN BANGKA DENGAN KULTUR *IN VITRO***

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor**

Oleh:
Cynthia Lendria Magdalena Marbun
G 34101014

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2006**



Judul : PERBANYAKAN TANAMAN NENAS (*Ananas comosus* (L) Merr.)
 VARIETAS *Queen ASAL KEPULAUAN BANGKA DENGAN KULTUR In Vitro*
 Nama : Cynthia Lendria Magdalena Marbun
 NRP : G 34101014

Menyetujui,

Pembimbing I

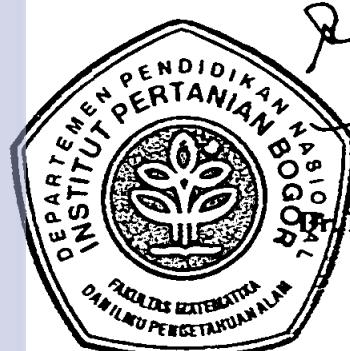
Dr. Ir. Diah Ratnadevi
 NIP: 130937090

Pembimbing II

Dr. Ir. Theresia Prawitasari, MS
 NIP: 132102848

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
 Institut Pertanian Bogor



Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS
 NIP: 131473999

Tanggal lulus: 06 MAR 2006

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 24 Maret 1983 dari bapak Ir. S. Marbun, MS dan ibu Enny Siahaan, BA dan merupakan anak pertama dari lima bersaudara.

Penulis lulus dari SMU Negeri 1 Medan tahun 2001 dan diterima di IPB melalui Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI) di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten praktikum untuk mata kuliah Biologi Dasar semester ganjil tahun ajaran 2003/2004, Biologi Alga dan Briophyta semester genap tahun ajaran 2004/2005, Fisiologi Tumbuhan semester genap tahun ajaran 2003/2004, 2004/2005, semester ganjil 2005/2006, dan Kultur Jaringan tahun ajaran 2005/2006. Selain itu, penulis aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Persekutuan Mahasiswa Kristen, Komisi Pelayanan Siswa sebagai koordinator dan pengajar Agama Krsiten di SMU Negeri 8 Bogor tahun ajaran 2002-2005, aktif dalam Divisi Embeding (Bioworld), pernah bekerja di Bimbingan Belajar KASTIA tahun 2003-2005 dan berprestasi di Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional XVIII di Padang, Sumatra Barat sebagai Penyaji Tingkat Nasional dan Poster Terbaik. Penulis juga pernah melakukan Praktik Lapang di Balai Penelitian Karet Sungai Putih, Sumatra Utara tahun 2003 dengan judul Perbanyak Vegetatif Pisang Barangan secara *In Vitro*.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilakukan mulai bulan Maret sampai November 2005 dan berjudul Perbanyakan Nenas (*Ananas comosus* (L.) Merr) Varietas Queen Asal Kepulauan Bangka dengan Kultur *In Vitro*.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Ir. Diah Ratnadewi dan Ibu Dr. Ir. Theresia Prawitasari, MS selaku pembimbing yang telah memberikan kritik dan saran selama penelitian dan penulisan laporan, kepada Ibu Dr. Utut Widayastuti Suharsono selaku penguji yang memberikan kritik dan saran dalam penulisan laporan, serta Ibu Dr. Fatimah Nursandi atas masukan dan literaturnya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak, Ibu, dan adik-adik (Cariny, Cyrma, Olny, dan Audy) atas cinta kasih dan doa-doanya, kepada Mba Lina yang telah membantu dalam pengambilan eksplan; Topan, Maria, Ihya dalam pengolahan data statistik; Mba Ucu, Mba Amel, Mba Iin, Kak Ewok yang telah mengajari dan membantu selama penelitian; Irma, Deris, Hijrah, kelompok Liken (Rusdi dan Novaliana), teman-teman Biologi 38, Pak Joni, Pak Edi, Pak Kus, Bu Anis, Bu Gleni, Mba Heni, Mba Lasi, Mba Liza, anggota KPS, khususnya KPS'38 (Luhut, Ardi, Doris, Ocha, Mariana, Winanda, Danang), asistensi kelompok 8 (Hendra, Monic, Yanti, Daniel, Linda), kelompok kecil SMUN 8 BGR (Rian, Sisca, Noni), teman-teman M-16 (Indri, Ika, Ervina, Riya, Maryati, dll) terima kasih atas kebersamaan, kasih dan doa-doanya.

Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat.

Bogor, Februari 2006

Cynthia Lendria Magdalena Marbun



	Halaman
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
BAHAN DAN METODE	2
Bahan dan Alat	2
Metode Penelitian	2
Pemilihan Eksplan	2
Sterilisasi Alat dan Eksplan	2
Penanaman Eksplan dalam Media Kultur	2
Pengamatan	2
Analisis Data	2
HASIL	3
Tahap Inisiasi	3
Eksplan Kuncup Aksilar dan Apikal Mahkota	3
Eksplan Kuncup Apikal Anakan	4
Tahap Multiplikasi	4
Jumlah Tunas	4
Tinggi Tunas	5
Tahap Perakaran	5
Jumlah Akar	5
Panjang Akar	6
Pertambahan Jumlah Tunas	7
Pertambahan Tinggi Tunas	7
PEMBAHASAN	7
Tahap Inisiasi	7
Tahap Multiplikasi	9
Tahap Perakaran	9
SIMPULAN	9
SARAN	10
DAFTAR PUSTAKA	10



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1 Kultur yang terkontaminasi oleh cendawan dan bakteri	4
2 Interaksi BAP dan NAA terhadap jumlah tunas tahap inisiasi	4
3 Tunas yang terbentuk pada perlakuan BAP 4 mg/l + NAA 0 mg/l	4
4 Pengaruh BAP terhadap jumlah tunas tahap multiplikasi	4
5 Tunas adventif dan aksilar hasil multiplikasi	5
6 Pengaruh BAP terhadap tinggi tunas tahap multiplikasi	5
7 Pengaruh NAA dan IBA pada eksplan apikal terhadap jumlah akar	5
8 Perakaran minggu ke-5 pada tunas yang berasal dari apikal mahkota dan apikal anakan	6
9 Pengaruh NAA dan IBA terhadap panjang akar	6
10 Pengaruh NAA dan IBA terhadap pertambahan jumlah tunas	7
11 Pengaruh NAA dan IBA terhadap pertambahan tinggi tunas	7

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Komposisi media Murashige & Skoog (MS)	13
2 Eksplan yang digunakan pada penelitian	13
3 Analisis Ragam pada interaksi BAP dan NAA pada eksplan apikal anakan terhadap jumlah tunas tahap inisiasi	14
4 Analisis ragam pada interaksi konsentrasi BAP dan jenis eksplan terhadap jumlah tunas tahap multiplikasi	14
5 Analisis ragam pada interaksi konsentrasi BAP dan jenis eksplan terhadap tinggi tunas tahap multiplikasi	14
6 Analisis ragam pada interaksi zat pengatur tumbuh dan jenis eksplan terhadap jumlah akar	14
7 Analisis ragam pada interaksi zat pengatur tumbuh dan jenis eksplan terhadap panjang akar	14
8 Analisis ragam pada interaksi zat pengatur tumbuh dan jenis eksplan terhadap pertambahan jumlah tunas tahap perakaran	15
9 Analisis ragam pada Interaksi zat pengatur tumbuh dan jenis eksplan terhadap pertambahan tinggi tunas tahap perakaran	15





PENDAHULUAN

Latar belakang

Nenas (*Ananas comosus* (L.) Merr) merupakan salah satu anggota famili Bromeliaceae. Tanaman ini diperkirakan berasal dari Amerika Selatan, tetapi kemudian menyebar ke segala penjuru dunia yang beriklim tropik (Collins 1968). Pada abad ke-15, tanaman nenas masuk ke Indonesia sebagai pengisi lahan pekarangan kemudian meluas sampai ke lahan tegal. Penyebaran nenas semakin meluas menjangkau seluruh propinsi di Indonesia, antara lain Sumatra Utara, Riau, Sumatra Selatan, Jawa Barat, dan Jawa Timur (Santoso 1998).

Hampir 80% ekspor nenas dunia berasal dari Thailand, Filipina, dan Indonesia (Economic Research Service USDA 2003). Produksi nenas Indonesia tahun 2003 mencapai 677089 ton dan merupakan terbesar keempat setelah pisang, jeruk, dan mangga (BPS 2003).

Tanaman nenas biasanya dibudidayakan di daerah yang mempunyai temperatur berkisar 20-30°C, kelembaban relatif yang cukup tinggi, dan curah hujan tahunan 1000-1500 mm. Tanaman ini juga dapat tumbuh di berbagai jenis tanah, namun harus memiliki drainase dan aerasi yang baik (Collins 1968).

Berdasarkan karakteristik tanaman dan buahnya, nenas dapat dikelompokkan ke dalam lima kelompok, yaitu *Queen*, *Cayenne*, *Spanish*, *Abacaxi*, dan *Manipure* (Nakasone dan Paull 1999 dalam Sari 2002). Kultivar nenas yang banyak dibudidayakan di Indonesia ialah *Cayenne* (nenas Subang) dan *Queen* (nenas Bogor dan nenas Blitar) (Atikaduri 2003).

Tanaman nenas biasanya diperbanyak secara aksual. Bagian tanaman nenas yang digunakan untuk perbanyakan, seperti tunas akar (*ratoon*), tunas batang (*sucker*), tunas buah (*slip*), dan mahkota buah (*crown*). Lamanya waktu mulai dari tanam sampai panen bergantung pada bahan perbanyakan yang digunakan. Apabila diperbanyak dengan mahkota (*crown*) diperlukan waktu 18-24 bulan, tunas buah (*slip*) perlu waktu 15-20 bulan, dan tunas batang (*sucker*) perlu waktu 14-17 bulan (Nakasone dan Paull 1998 dalam Agustina 2005).

Nenas Bangka termasuk varietas *Queen* dan merupakan tanaman lokal Kepulauan Bangka. Produksi nenas di Kepulauan Bangka-Belitung tahun 2003 mencapai 726 ton (BPS 2003). Tanaman nenas Bangka sulit dibudidayakan secara konvensional karena

bibitnya tidak seragam, jumlahnya terbatas, dan membutuhkan waktu yang lama. Kendala tersebut diharapkan dapat diatasi dengan kultur jaringan. Kultur jaringan tanaman merupakan alternatif baru dalam penyediaan bibit yang seragam, jumlahnya banyak, dan bebas penyakit dalam waktu yang relatif singkat (Yusnita 2003).

Salah satu faktor penentu keberhasilan kultur jaringan ialah zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh yang sering digunakan, yaitu sitokinin dan auksin. Sitokinin berfungsi untuk inisiasi dan perkembangan tunas, pembelahan sel dan formasi organ, serta perkembahan biji, sedangkan auksin berfungsi untuk inisiasi dan pemanjangan akar, produksi etilen, dan pertumbuhan buah (Arteca 1996).

Umumnya para peneliti nenas menggunakan zat pengatur tumbuh sitokinin jenis BAP (*Benzyladeninepurine*) untuk menginisiasi tunas (Prahardini *et al.* 1994; Firoozabady dan Gutterson 2001) dan zat pengatur tumbuh auksin jenis IBA (*Indole-3-butiric acid*) dan NAA (*Naphthalene acetic acid*) untuk menginisiasi akar (Sukawan 2000; Devilana 2005).

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mencari jenis eksplan dan komposisi media tumbuh yang sesuai untuk perbanyakan tanaman nenas (*Ananas comosus* (L.) Merr) varietas *Queen* asal Kepulauan Bangka dengan kultur *in vitro*.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Maret sampai November 2005, bertempat di Laboratorium Kultur Jaringan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.



BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan tanaman yang digunakan ialah mahkota nenas yang telah matang dan anakan nenas (umur \pm 6 bulan) varietas *Queen* yang diambil dari Desa Tua Tunu, Kecamatan Grunggang, Kotamadya Pangkalpinang, Kepulauan Bangka-Belitung.

Media yang digunakan ialah media MS (*Murashige dan Skoog*) (Lampiran 1) yang ditambah sukrosa 30g/l, agar 7g/l, zat pengatur tumbuh (BAP, NAA, IBA, GA₃), bahan untuk sterilisasi (deterjen, natrium hipoklorit 15% dan 5%, Tween 80, *Agrept* 2g/l, *Dithane M-45* 2g/l)

Alat-alat yang digunakan ialah *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), botol kultur, cawan Petri, gelas ukur, Bunsen, tisu gulung, alat semprot, korek api, alat-alat diseksi (pisau dan pinset), autoklaf, pHmeter digital, dan timbangan.

Metode Penelitian

Pemilihan Eksplan

Eksplan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 tipe eksplan, yaitu kuncup apikal dan kuncup aksilar mahkota (Gambar di lampiran 2), serta kuncup apikal anakan nenas.

Sterilisasi Alat dan Eksplan

Sterilisasi botol kultur, cawan Petri, alat-alat diseksi (pisau dan pinset) dilakukan dengan menggunakan autoklaf pada tekanan 15 psi dan suhu 121°C selama 30-60 menit.

Sterilisasi eksplan dibedakan berdasarkan tipe eksplan. Helaian-helaian daun yang melekat pada mahkota dan anakan nenas dipangkas satu-persatu. Lalu batang bermata tunas (Gambar di lampiran 2) dicuci di bawah air mengalir selama 30 menit, direndam dengan GA₃ selama 1 jam, lalu dibilai dengan air mengalir selama 15 menit, selanjutnya direndam di dalam deterjen selama 15 menit, kemudian dibilas dengan air mengalir. Lalu eksplan direndam dalam bakterisida (*Agrept* 2g/l) selama 30 menit, kemudian direndam dalam fungisida (*Dithane* 2 g/l) selama 15 menit, dibilas hingga bersih dengan air steril. Sterilisasi eksplan dilanjutkan di dalam *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC). Eksplan dipindahkan ke dalam botol kultur steril. Setelah itu dilakukan sterilisasi bertingkat dengan natrium hipoklorit 15% dan 5% yang ditambah Tween 80 sebanyak 2 tetes selama 15 menit, kemudian masing-masing eksplan

dibilas dengan air steril sebanyak tiga kali dan eksplan siap untuk ditanam.

Penanaman Eksplan dalam Media Kultur

Penanaman dilakukan secara aseptik di dalam *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC). Eksplan yang akan ditanam dipisahkan antara bagian kuncup apikal (mahkota dan anakan) dan kuncup lateral (mahkota). Kuncup apikal mahkota dipisahkan dari kuncup apikal anakan nenas, lalu dibagi 10 secara vertikal. Setiap botol ditanami 1 eksplan. Kuncup lateral mahkota nenas dipotong dengan ukuran 0,5 cm x 0,5 cm lalu satu potongan ditanam di satu botol kultur yang berisi media. Ada 3 tahap perlakuan, yaitu:

- Tahap inisiasi menggunakan zat pengatur tumbuh BAP (0.5; 1; 2; 4; 8 mg/l) yang dikombinasikan dengan NAA (0 dan 2 mg/l).
- Tahap multiplikasi menggunakan zat pengatur tumbuh BAP (2; 4; 6; dan 8 mg/l).
- Tahap perakaran menggunakan zat pengatur tumbuh NAA (1 dan 2 mg/l) dan IBA (1 dan 2 mg/l).

Pengamatan

Pengamatan dilakukan dalam 3 tahap, yaitu:

- Tahap inisiasi: pengamatan terhadap persentase kontaminasi sekali seminggu, saat muncul tunas, dan jumlah tunas yang diamati sekali seminggu selama 7 minggu.
- Tahap multiplikasi dilakukan pengamatan terhadap parameter jumlah tunas dan tinggi tunas yang diamati sekali seminggu selama 5 minggu.
- Tahap perakaran dilakukan pengamatan terhadap parameter saat muncul akar, jumlah akar, panjang akar, pertambahan tunas, dan pertambahan tinggi tunas yang diamati sekali seminggu selama 5 minggu.

Analisis Data

Analisis dilakukan dalam 3 tahap, yaitu:

- Tahap Inisiasi: menggunakan Rancangan Acak Lengkap Dua Faktor dalam 10 kombinasi perlakuan, yaitu pemberian BAP lima taraf dan NAA dua taraf. Setiap perlakuan diulang sebanyak lima kali dan dalam setiap ulangan terdapat satu eksplan. Jumlah satuan percobaan sebanyak 50 botol. Persamaan umum statistik (Matiijk dan Sumertajaya 2002) untuk rancangan ini sebagai berikut:

$$Y_{it} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan

- = 0,5, 1, 2, 4, 8 (taraf BAP)
- = 0, 2 (taraf NAA)
- = nilai pengamatan faktor BAP taraf ke-i, faktor NAA taraf ke-j ulangan ke-k
- = rataan umum
- = pengaruh faktor BAP taraf ke-i
- = pengaruh faktor NAA taraf ke-j
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh interaksi antara faktor BAP taraf ke-i, faktor NAA taraf ke-j
- ε_{ijk} = galat acak pada faktor BAP taraf ke-i, faktor NAA taraf ke-j, ulangan ke-k

b. Tahap multiplikasi: menggunakan Rancangan Acak Lengkap Dua Faktor dengan Pengamatan Berulang, yaitu konsektensi zat pengatur tumbuh (BAP 2; 4; 6; dan 8 mg/l) dan jenis eksplan (mahkota dan anakan) untuk data jumlah tunas. Setiap perlakuan diulang sepuluh kali dan dalam setiap ulangan terdapat satu eksplan. Jumlah satuan percobaan sebanyak 80 botol. Persamaan umum statistik (Mattyuk dan Sumertajaya 2002) untuk rancangan ini sebagai berikut:

$$Y_{it} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \delta_{ik} + \omega_1 + \gamma_k + \alpha\omega_k + \beta\omega_{ik} + \alpha\beta\omega_{ik} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan

- = 2, 4, 6, 8 (taraf konsentrasi zat pengatur tumbuh)
- = mahkota, anakan (taraf jenis eksplan)
- = nilai respon pada faktor konsentrasi ZPT taraf ke-i, faktor jenis eksplan taraf ke-j, ulangan ke-k, dan waktu pengamatan ke-l
- = rataan umum
- = pengaruh faktor konsentrasi ZPT taraf ke-i
- = pengaruh faktor jenis eksplan taraf ke-j
- = pengaruh interaksi faktor konsentrasi ZPT dan faktor jenis eksplan
- = komponen acak perlakuan
- = pengaruh waktu pengamatan ke-l
- = komponen acak waktu pengamatan
- = pengaruh interaksi waktu dan faktor konsentrasi ZPT
- = pengaruh interaksi waktu dan faktor jenis eksplan

$\alpha \beta \omega_{\beta}$ = pengaruh interaksi faktor konsentrasi ZPT, faktor jenis eksplan, dan waktu

ε_{jk} = komponen acak dari interaksi waktu dan perlakuan

Analisis untuk data tinggi tunas menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 2 faktor, yaitu konsentrasi zat pengatur tumbuh (BAP 2; 4; 6; dan 8 mg/l) dan jenis eksplan (mahkota dan anakan) dengan model linier seperti pada tahap inisiasi.

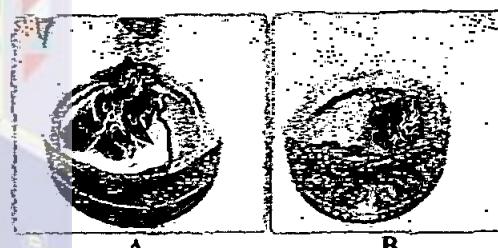
c. Tahap perakaran: menggunakan Rancangan Acak Lengkap Dua Faktor dengan Pengamatan Berulang, yaitu konsentrasi zat pengatur tumbuh (NAA 1; 2 mg/l dan IBA 1; 2 mg/l) dan jenis eksplan (mahkota dan anakan) untuk data jumlah akar dan pertambahan jumlah tunas, sedangkan untuk data panjang akar dan pertambahan tinggi tunas menggunakan Rancangan Acak Lengkap Dua Faktor. Setiap perlakuan diulang sepuluh kali dan dalam setiap ulangan terdapat satu eksplan. Jumlah satuan percobaan sebanyak 80 botol. Persamaan umum statistik (Mattyik dan Sumertajaya 2002) untuk kedua rancangan ini sama seperti pada tahap inisiasi dan tahap multiplikasi.

HASM

Tahap Inisiasi

Eksplan kuncup aksilar dan apikal mahkota

Tunas mahkota memiliki beberapa kuncup aksilar dan satu kuncup apikal. Tahap inisiasi pada kedua tunas tersebut diamati selama 7 minggu. Dalam perjalannya selama 7 minggu pengamatan, eksplan dari kuncup aksilar terkontaminasi oleh mikroorganisme (48.52%). Selain itu, semua eksplan dari kuncup aksilar tidak menunjukkan pertumbuhan sama sekali. Karena itu, untuk tahap selanjutnya jenis eksplan ini tidak diamati lagi. Kuncup apikal mengalami kontaminasi sekitar 44.00%, eksplan yang tersisa mulai tumbuh pada minggu ke-6. Kontaminan yang paling banyak ditemukan ialah bakteri dan cendawan (Gambar 1).

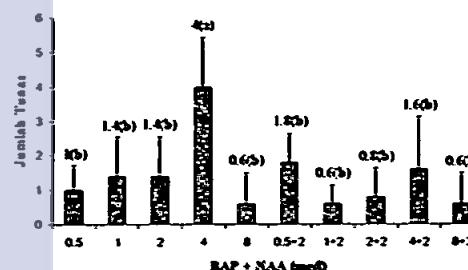


Gambar 1 Kultur yang terkontaminasi oleh (A) cendawan (B) bakteri.

Eksplan kuncup apikal anakan

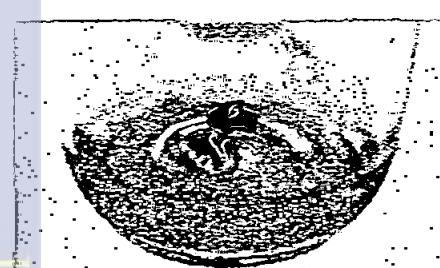
Eksplan anakan yang digunakan berupa kuncup apikal dan tahap inisiasinya diamati selama 7 minggu. Eksplan mulai membentuk tunas pada minggu ke-3; tingkat kontaminasinya sangat tinggi, sekitar 62.65%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara zat pengatur tumbuh BAP dan NAA berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas (Lampiran 3). Jumlah tunas terbanyak terdapat pada perlakuan BAP 4 mg/l tanpa NAA (Gambar 2). Morfologi tunas yang terbentuk tersaji pada Gambar 3.



Gambar 2 Interaksi BAP dan NAA terhadap jumlah tunas tahap inisiasi (7 Minggu Setelah Tanam).

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Duncen 5%.



Gambar 3 Tunas yang terbentuk pada perlakuan BAP 4 mg/l + NAA 0 mg/l (umur 7 minggu).

Tahap Multiplikasi

Jumlah Tunas

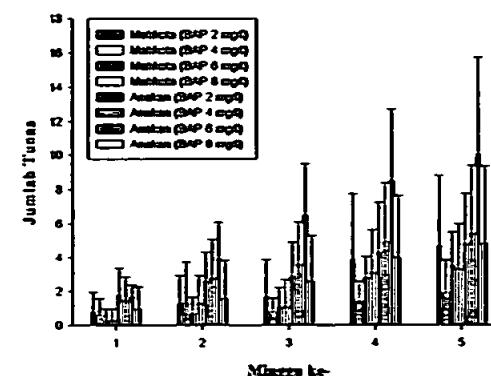
Tunas-tunas adventif dan aksilar yang terbentuk dari eksplan apikal mahkota dan eksplan apikal anakan pada tahap inisiasi dilanjutkan ke tahap multiplikasi. Tahap ini menggunakan zat pengatur tumbuh BAP dengan 4 taraf, yaitu 2, 4, 6, dan 8 mg/l.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi zat pengatur tumbuh BAP dan jenis eksplan berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas selama 5 minggu (Lampiran 4).

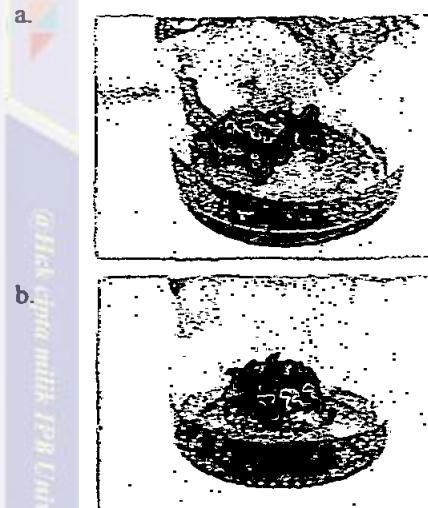
Eksplan apikal mahkota rata-rata menghasilkan tunas lebih sedikit daripada eksplan apikal anakan; yang terbanyak sebesar 4.7 tunas pada perlakuan BAP 2 mg/l, tetapi secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata satu sama lain (Gambar 4).

Pola pembentukan yang terlihat bersifat organogenesis langsung dan tak langsung. Organogenesis langsung menghasilkan tunas adventif, sedangkan organogenesis tak langsung menghasilkan kalus. Tunas adventif dan aksilar yang terbentuk pada perlakuan BAP 2 mg/l tersaji pada Gambar 5a.

Perlakuan BAP 6 mg/l memberikan jumlah tunas terbanyak mulai minggu ke-2 hingga minggu ke-5 pada eksplan apikal anakan (Gambar 4). Rataan jumlah tunas tertinggi diamati pada minggu ke-5, yaitu sebesar 10 tunas. Tunas adventif dan aksilar yang terbentuk dari eksplan apikal anakan pada perlakuan BAP 6 mg/l tersaji pada Gambar 5b.



Gambar 4 Pengaruh BAP pada eksplan apikal mahkota dan anakan terhadap jumlah tunas (minggu 1 s/d minggu V).

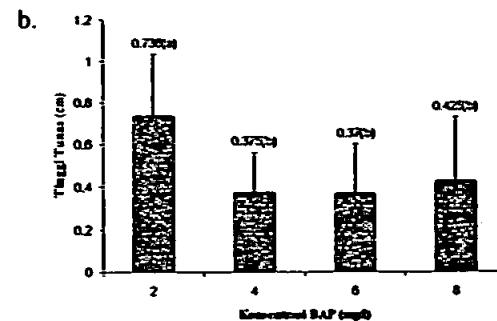
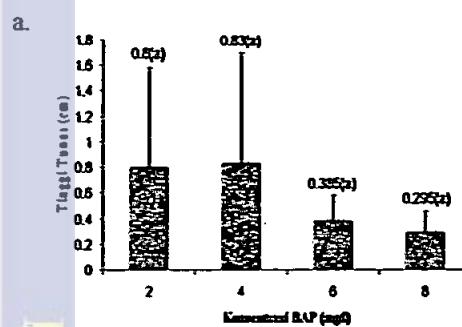


Gambar 5 Tunas adventif dan aksilar hasil multiplikasi (a) eksplan apikal mahkota pada BAP 2 mg/l (b) eksplan apikal anakan pada BAP 6 mg/l.

Tinggi Tunas

Selain jumlah tunas, zat pengatur tumbuh BAP juga berpengaruh pada tinggi tunas adventif dan aksilar yang terbentuk. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi zat pengatur tumbuh BAP dan jenis eksplan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tunas selama 4 minggu pengamatan (Lampiran 5).

Eksplan apikal mahkota menghasilkan tunas tertinggi yang didapat dari perlakuan BAP 4 mg/l (Gambar 6a), meskipun secara statistik keempat konsentrasi BAP tersebut tidak berbeda efeknya. Secara statistik, konsentrasi zat pengatur tumbuh BAP 2 mg/l memberikan tinggi tunas paling baik pada eksplan apikal anakan. (Gambar 6b).



Gambar 6 Pengaruh BAP terhadap tinggi tunas selama 4 minggu (a) eksplan apikal mahkota (b) eksplan apikal anakan.

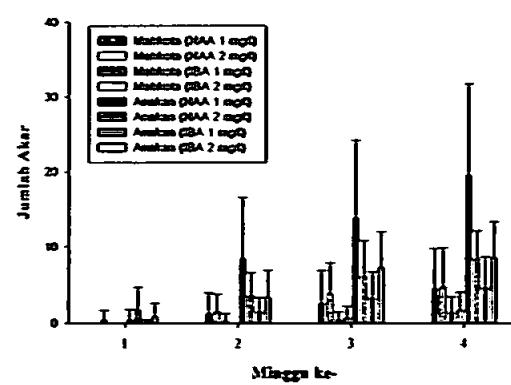
Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Duncan 5%.

Tahap Perakaran

Tunas-tunas adventif dan aksilar hasil multiplikasi dilanjutkan ke tahap perakaran. Pada umumnya akar mulai muncul pada minggu ke-2 setelah disubkultur ke media perakaran. Pengamatan dilakukan selama 5 minggu. Media perakaran diperkaya dengan zat pengatur tumbuh NAA (1 dan 2 mg/l) dan IBA (1 dan 2 mg/l).

Jumlah Akar

Akar yang terbentuk merupakan akar adventif. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara zat pengatur tumbuh (NAA atau IBA) dengan jenis eksplan (mahkota dan anakan) berpengaruh nyata terhadap jumlah akar (Lampiran 6). Pada tunas dari apikal mahkota, akar mulai muncul pada minggu ke-2. Rataan jumlah akar terbanyak sebesar 4.7 didapat dari perlakuan zat pengatur tumbuh NAA 2 mg/l (Gambar 7). NAA menghasilkan akar lebih banyak daripada IBA. Perakaran pada tunas yang berasal dari eksplan mahkota dari masing-



Gambar 7 Pengaruh NAA dan IBA pada eksplan apikal mahkota dan anakan terhadap jumlah akar.



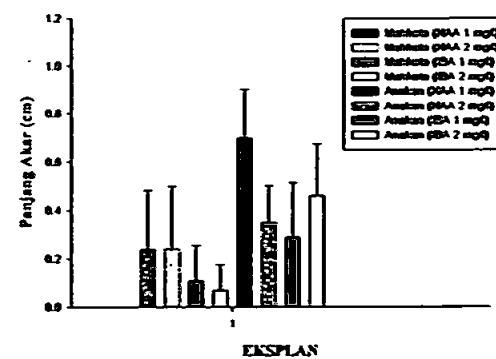
Gambar 8 Perakaran minggu ke-5 pada tunas yang berasal dari (a) apikal mahkota dan (b) apikal anakan, pada perlakuan NAA (1 dan 2 mg/l) dan IBA (1 dan 2 mg/l).

Tunas yang berasal dari eksplan anakan mulai membentuk akar adventif pada minggu ke-2 juga. Rataan jumlah akar terbanyak sebesar 19.6 didapat dari perlakuan NAA 1 mg/l (Gambar 7). NAA lebih banyak menghasilkan akar adventif dibandingkan dengan IBA. Tunas yang berasal dari eksplan apikal anakan menghasilkan akar adventif lebih banyak daripada apikal mahkota. Perakaran eksplan anakan pada masing-masing perlakuan tersaji pada Gambar 8b.

Panjang Akar

Selain jumlah akar, zat pengatur tumbuh juga menunjukkan hasil yang berbeda terhadap panjang akar pada minggu ke-5. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara zat pengatur tumbuh dan jenis eksplan berpengaruh nyata terhadap panjang akar (Lampiran 7). Akar terpanjang pada tunas yang berasal dari eksplan mahkota, yaitu 0.24 cm pada perlakuan NAA 1 dan 2 mg/L Tunas dari eksplan anakan menghasilkan akar terpanjang sebesar 0.7 cm pada perlakuan

NAA 1 mg/l (Gambar 9). NAA menghasilkan akar yang lebih panjang dibandingkan dengan zat pengatur tumbuh IBA. Tunas dari eksplan anakan menghasilkan akar lebih panjang daripada apikal mahkota.

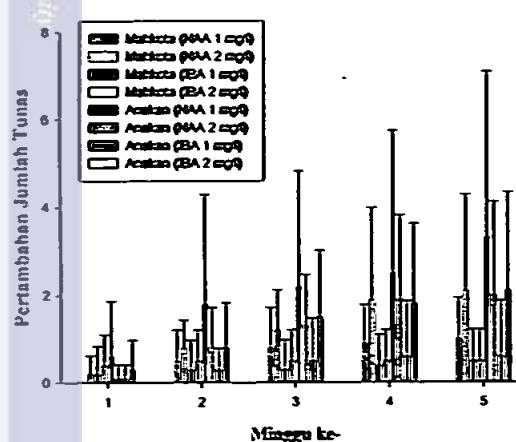


Gambar 9 Pengaruh NAA dan IBA pada eksplan apikal mahkota dan anakan terhadap panjang akar (minggu ke 5).



Pertambahan Jumlah Tunas

Untuk mengetahui pengaruh medium perakaran terhadap pertumbuhan planlet, maka tunas-tunas adventif dan aksilar (berjumlah 1-2 tunas) yang menjadi bahan awal dalam tahap perakaran diamati pertambahannya selama 5 minggu. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara zat pengatur tumbuh dan jenis eksplan berpengaruh nyata terhadap pertambahan jumlah tunas (Lampiran 8). Pertambahan jumlah tunas rata-rata tertinggi berturut-turut sebesar 2.1 tunas dan 3.3 tunas didapat dari perlakuan NAA 2 mg/l pada tunas asal kuncup apikal mahkota dan perlakuan NAA 1 mg/l pada tunas asal kuncup apikal anakan (Gambar 10).



Gambar 10 Pengaruh NAA dan IBA terhadap pertambahan jumlah tunas (minggu ke-1 s/d minggu ke-5).

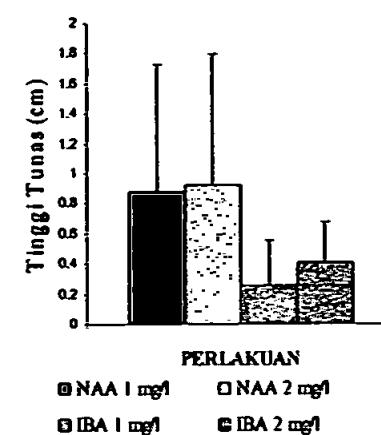
Planlet dari kuncup apikal mahkota dan anakan menghasilkan pertambahan jumlah tunas lebih tinggi dari perlakuan NAA daripada IBA.

Pertambahan Tinggi Tunas

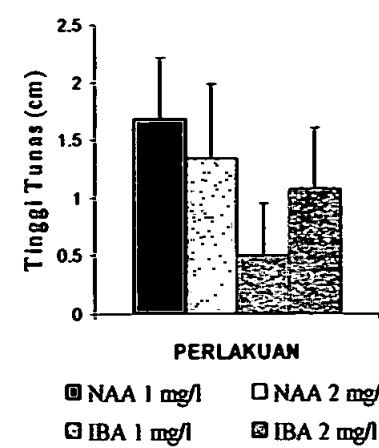
Media perakaran juga mendukung pertambahan tinggi tunas seiring dengan lamanya waktu pengamatan (5 minggu). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara zat pengatur tumbuh dan jenis eksplan tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi tunas (Lampiran 9). Tunas yang berasal dari kuncup apikal mahkota bertambah tinggi paling baik sebesar 0.92 cm, diperoleh dari NAA 2 mg/l (Gambar 11a), sedangkan tunas yang berasal dari kuncup apikal anakan bertambah tinggi 1.69 cm, diperoleh dari NAA 1 mg/l (Gambar 11b). NAA menghasilkan pertambahan tinggi tunas lebih baik daripada IBA. Tunas dari kuncup apikal anakan lebih pesat

pertambahan tingginya dibandingkan dengan tunas dari eksplan apikal mahkota, tetapi secara statistik tidak berbeda.

a.



b.



Gambar 11 Pengaruh NAA dan IBA terhadap pertambahan tinggi tunas (minggu ke-5) pada(a) apikal mahkota dan (b) apikal anakan.

PEMBAHASAN

Tahap Inisiasi

Hasil inisiasi eksplan dari tunas aksilar dan tunas apikal mahkota menunjukkan tingkat kontaminasi yang tinggi sehingga tidak dapat dianalisis secara statistik. Kontaminasi ini diduga karena metode sterilisasi yang masih kurang sesuai dan bahan tanaman yang sudah terkontaminasi secara internal.

Kontaminasi internal berasal dari mikroorganisme endofitik (mikroorganisme yang hidup di dalam sel atau ruang antarsel tumbuhan). Mikroorganisme ini merupakan biota dari tanaman sumber eksplan yang sulit diatasi dengan sterilisasi permukaan (Yusnita 2003). Kontaminan yang banyak ditemukan ialah cendawan dan bakteri (Gambar 1).



Bakteri sering tidak muncul pada saat eksplan baru dikulturkan, tetapi muncul beberapa minggu kemudian. Bakteri tersebut tetap ada walaupun dilakukan sterilisasi permukaan berkali-kali, karena hidupnya secara epifit di dalam jaringan tumbuhan.

Selain mengalami kontaminasi, tunas aksilar mahkota nenas mengalami dormansi. Tujuan pemberian GA_3 ialah untuk memecah dormansi. Hasilnya menunjukkan bahwa kuncup aksilar mahkota tetap dorman. Dormansi ialah keadaan eksplan/tanaman yang tidak mengalami pertumbuhan ataupun kematian. Dormansi dapat disebabkan oleh faktor genetik, kimia, dan lingkungan. Dormansi tunas yang disebabkan oleh faktor internal, seperti genetik dan kimia disebut *res*. Dormansi faktor genetik disebabkan faktor materi genetik yang dibawa oleh tanaman itu sendiri, seperti bagian kuncup apikal dan kuncup aksilar kebanyakan tanaman berkayu. Dormansi faktor kimia disebabkan adanya inhibitor perkembahan yang terakumulasi pada pelindung biji sedangkan dormansi faktor lingkungan disebabkan oleh suhu dan cahaya (Arteca 1996). Dormansi kuncup aksilar pada penelitian diduga karena eksplan mahkota yang digunakan berasal dari nenas yang telah matang dan telah dipanen. Diduga kuncup aksilar mahkota tersebut telah memasuki tahap senesensi (pemujaan) sehingga sifat meristematisnya berkurang dan potensi bertunas sangat kecil. Kuncup aksilar mahkota yang seperti bagiannya telah matang (berwarna kuning) dapat digunakan sebagai bahan tanaman dan dapat membentuk tunas (Nursandi 2005). Nakasone dan Paull *dalam* Amelia 2004 menyatakan bahwa pada mahkota nenas terdapat tunas-tunas dorman yaitu tunas aksilar.

Berdasarkan hasil analisis ragam, interaksi antara BAP dan NAA berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas hasil tahap inisiasi pada eksplan lateral mahkota (Lampiran 3). Jumlah tunas tertinggi terdapat pada perlakuan BAP 4 mg/l + NAA 0 mg/l. Pemberian BAP, secara statistik berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas dari anakan nenas pada pengamatan 7 Minggu Setelah Tanam (MST). Perlakuan NAA 2 mg/l berpengaruh buruk terhadap jumlah tunas, yakni justru memurunkan pertumbuhan (Gambar 2).

Tunas-tunas yang terbentuk ialah tunas aksilar (tunas yang tumbuh di ketiak calon primordia daun) dan tunas adventif (tunas yang tumbuh di tempat yang tidak semestinya atau dari bagian yang terluka). Pola perbanyak tunas yang terlihat bersifat

organogenesis langsung dan tak langsung. Organogenesis langsung merupakan suatu proses pembentukan tunas adventif yang berasal dari jaringan baru yang bersifat meristematis. Tunas-tunas aksilar yang terbentuk mempunyai morfologi yang lebih besar dari tunas adventif sedangkan jumlah tunas yang terbentuk lebih sedikit dari tunas adventif. Organogenesis tak langsung merupakan proses pembentukan tunas-tunas yang didahului dengan pembentukan kalus. Kalus pertama yang muncul dapat menginduksi munculnya kalus-kalus berikutnya. Kalus-kalus ini akan berdiferensiasi membentuk tunas adventif.

Sitokinin sering digunakan untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan. Sitokinin berfungsi dalam pembelahan sel, terutama bila digabung dengan auksin (Pierik 1987; Arteca 1996). Penelitian Prahardini *et al.* (1994) yang menggunakan mata tunas aksial dari anakan nenas *Queen* asal Blitar menunjukkan bahwa komposisi BA 2 mg/l + GA_3 2 mg/l menghasilkan saat inisiasi tunas tercepat sedangkan jumlah tunas terbanyak didapatkan dari BA 8 mg/l + GA_3 0.5 mg/l, BA 0.5 mg/l + GA_3 1 mg/l, dan BA 2 mg/l + GA_3 1 mg/l. Penelitian Devilana (2005) yang menggunakan bagian pangkal batang planter nenas varietas *Queen* menunjukkan bahwa perlakuan TDZ 1×10^{-6} M tanpa auksin menghasilkan persentase eksplan bertunas tertinggi sedangkan auksin (IAA dan NAA) tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah tunas.

Penelitian yang menggunakan eksplan apikal mahkota nenas varietas *Smooth Cayenne* menunjukkan bahwa jumlah tunas terbanyak diperoleh pada medium MS + BAP 3 mg/l (Firoozabady dan Moy 2004) dan kombinasi BAP 2 mg/l + NAA 2 mg/l (Firoozabady dan Guttersen 2003). Penelitian yang menggunakan daun nenas varietas *Variegata* menunjukkan bahwa media MS dengan penambahan 2 mg/l menghasilkan jumlah tunas terbanyak (Sukawan 2000) dan penambahan 1 mg/l BA + 1.2 mg/l NAA dapat menghasilkan kalus yang lebih banyak (Teng 1997).

Walaupun menggunakan varietas nenas yang sama, namun bahan tanaman yang ditanam pada lingkungan yang berbeda dapat menimbulkan keragaman dalam responnya terhadap zat pengatur tumbuh dan lingkungan tumbuh. Demikian juga halnya dengan penggunaan varietas dan eksplan yang berbeda tentu dapat menimbulkan respon yang berbeda juga.



Tabap Multiplikasi

Multiplikasi tunas dapat dicapai melalui perbanyak tunas aksilar dan tunas apikal (Roostika dan Mariska 2003). Tunas aksilar mahkota nenas varietas *Queen* dapat dimultiplikasi dengan BAP 2 mg/l (Nursandi 2005) dan perlakuan 2,4-D 0.01 mg/l tanpa BAP (Zulkarnain dan Hadiyono 1993). Penelitian yang menggunakan anakan nenas varietas *Queen* Blitar menunjukkan bahwa jumlah daun terbanyak diperoleh pada media MS + BAP 0.5 mg/l + GA₃ 0.5 mg/l; MS + BAP 0.5 mg/l + GA₃ 1 mg/l; MS + BAP 2 mg/l + GA₃ 4 mg/l (Prahardini *et al.* 1994). BAP termasuk golongan sitokinin; berfungsi untuk menginduksi tunas aksilar dan merangsang pembelahan sel bila dikombinasikan dengan auksin (Pierik 1987).

Penelitian yang menggunakan kuncup apikal mahkota varietas *Smooth Cayenne* menunjukkan bahwa jumlah tunas terbanyak terdapat pada perlakuan MS + BAP 1.5 mg/l + NAA 0.5 mg/l dan pertumbuhan eksplan di media cair lebih baik dari media padat (Firoozabady dan Gutterson 2003), sedangkan kuncup aksilar mahkota menghasilkan tunas terbanyak pada media MS dengan penambahan BAP 2 mg/l + NAA 2 mg/l (Barboza *et al.* 2004). Penelitian yang menggunakan daun nenas varietas *Variegata* menunjukkan bahwa media MS dengan penambahan 0.1 mg/l BAP + 0.2 mg/l NAA menghasilkan jumlah tunas terbanyak (Sukawan 2000).

Selain menggunakan media Murashige dan Skoog, jumlah tunas terbanyak juga didapat dari media dasar kaya mineral, seperti media B₅ + BAP 2 mg/l (Bhatia dan Ashwath 2002), Murashige dan Tucker (MT) + BAP 2 mg/l (Sripaoraya *et al.* 2003); media N₆ + Kinetin 5 mg/l dan N₆ + BAP 4 mg/l (Kiss *et al.* 1995).

BAP juga berbeda nyata terhadap tinggi tunas dari eksplan anakan. Tunas tertinggi terdapat pada perlakuan 2 mg/l. Jumlah tunas dapat mempengaruhi tinggi tunas. Tunas tunggal (1 tunas) yang ditanam akan menghasilkan tunas lebih tinggi daripada rumpun tunas. Hal ini disebabkan pada tunas tunggal tidak ada persaingan untuk mendapatkan nutrisi sedangkan tunas majemuk sebaliknya. Sitokinin dapat membentuk tunas adventif pada rentang konsentrasi 1-10 mg/l (Pierik 1987). Penelitian yang menggunakan anakan nenas varietas *Queen* Blitar menunjukkan bahwa pemanjangan tinggi terjadi pada BAP yang dikombinasikan dengan GA₃ (Prahardini *et al.*

1994). Pemanjangan tunas juga dapat dipacu dengan BAP 1 mg/l (Sukawan 2001).

Tabap Perakaran

Penelitian yang menggunakan kuncup apikal mahkota nenas varietas *Smooth Cayenne* menunjukkan bahwa interaksi antara NAA dan IBA dengan konsentrasi yang rendah dapat menghasilkan jumlah akar terbanyak, yaitu MS + NAA 0.5 mg/l + IBA 0.5 mg/l (Firoozabady dan Gutterson 2003) juga pada media MS tanpa ZPT (Kiss *et al.* 1995). Penelitian Sukawan (2000) menyatakan bahwa media MS + IBA 5 mg/l dapat menghasilkan jumlah akar terbanyak pada nenas varietas *Variegata*.

Selain jumlah akar, zat pengatur tumbuh juga menunjukkan hasil yang berbeda terhadap panjang akar pada minggu ke-5. Planlet asal eksplan apikal mahkota menghasilkan akar terpanjang pada perlakuan NAA 1 dan 2 mg/l, sedangkan planlet asal eksplan apikal anakan menghasilkan akar terpanjang pada perlakuan NAA 1 mg/l. Perlakuan NAA menghasilkan akar yang lebih panjang dibandingkan dengan IBA.

Secara umum auksin berfungsi dalam pemanjangan sel, pembentukan akar adventif, dan menghambat pembentukan tunas adventif. Jenis auksin yang sering digunakan di dalam media perakaran ialah NAA dan IBA (Pierik 1987).

Pertambahan jumlah tunas terbanyak dan pertambahan tinggi tunas terbaik didapat dari perlakuan NAA 2 mg/l pada planlet asal kuncup apikal mahkota dan perlakuan NAA 1 mg/l pada planlet asal kuncup apikal anakan. Planlet masih dapat bermultiplikasi diduga karena planlet masih membawa pengaruh sitokinin dari tahap multiplikasi atau adanya auksin endogen yang disintesis di akar. Penggunaan auksin juga dapat berfungsi untuk pemanjangan sel (Pierik 1987).

SIMPULAN

Eksplan anakan lebih baik digunakan dalam perbanyak dengan kultur in vitro daripada eksplan mahkota pada nenas varietas *Queen* (*Ananas comosus* (L). Merr) asal Kepulauan Bangka.

Persentase kontaminasi untuk aksilar mahkota, apikal mahkota, dan apikal anakan berturut-turut, yaitu 48.52%, 44%, dan 62.65%. Semua eksplan aksilar mahkota tidak mengalami pertumbuhan. Jumlah tunas terbanyak dari tahap insiasi didapat dari eksplan apikal anakan pada perlakuan BAP 4



mg/l tanpa NAA. Tahap multiplikasi menghasilkan jumlah tunas terbanyak pada perlakuan BAP 2 mg/l (eksplan apikal mahkota) dan BAP 6 mg/l (eksplan apikal anakan). Tunas tertinggi pada perlakuan BAP 4 mg/l (eksplan apikal mahkota) dan 2 mg/l (eksplan apikal anakan).

Perlakuan NAA 2 mg/l pada planlet asal apikal mahkota dan perlakuan NAA 1 mg/l pada planlet asal apikal anakan memberikan hasil terbaik untuk jumlah akar, panjang akar, pertambahan jumlah tunas, dan pertambahan tinggi tunas.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian dengan rentang konsentrasi BAP, NAA, dan IBA yang lebih sempit serta kombinasinya.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan jenis zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin lainnya.
3. Pengamatan sebaiknya dilakukan sampai tahap aklimatisasi untuk mengetahui kelangsungan hidup planlet.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina GGR. 2005. Studi pertumbuhan vegetatif tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr) kultivar *Queen* hasil kultur *in vitro* [skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Amelia. 2004. Analisis keragaman perbanyakan stek nanas (*Ananas comosus* (L.) Merril) var. *Queen* [skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Arteca RN. 1996. *Plant Growth Substances Principles and Application*. New York: Chapman and Hall.

Atikaduri T. 2003. Karakterisasi sifat fisik dan kimia buah serta perubahannya selama penyimpanan dari empat populasi nanas (*Ananas comosus* L. Merr) [skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Barboza SBSC, Caldas LS, Souza LAC. 2004. Micropropagation of pineapple hybrid PexSC and cultivar Smooth Cayenne. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(8):725-733.

Bhatia P, Ashwath N. 2002. Development of a rapid method for micropropagation of a new pineapple [*Ananas comosus* (L.) Merr] clone 'Yeppoon Gold'. *Acta Hortic* 575.

[BPS] Biro Pusat Statistika. 2003. Produksi Buah-buahan di Indonesia. <http://www.bps.go.id> [20 Desember 2003].

Collins JL. 1968. *The Pineapple Botany, Cultivation, and Utilization*. London: Leonard Hill.

Devilana MR. 2005. Pengaruh sitokinin (TDZ) dan auksin (IAA dan NAA) terhadap multiplikasi nenas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cv. Queen dalam perbanyakan kultur jaringan [skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Economic Research Service USDA. 2003. Pineapple production concentrated in tropical regions of the world. [terhubung berkala]. <http://www.ers.usda.gov> [21 Nov 2003].

Firoozabady E, Gutterson N. 2003. Cost-effective *in vitro* propagation methods for pineapple. *Plant Cell Rep* 21:844-850.

Firoozabady E, Moy Y. 2004. Regeneration of pineapple plants via somatic embryogenesis and organogenesis. *In vitro Cellular and Development Biology* 40:67-74.

Kiss E, Kiss J, Gyulai G, Heszky LE. 1995. A novel method for rapid micropropagation of pineapple. *Hort Science* 30(1):127-129.

Mattijk AA, Sumertajaya IM. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid I*. Bogor: IPB Press.

Nursandi F. 2005. Perbanyakan *in vitro* tanaman nanas dan analisis kestabilan genetik berdasarkan karakter morfologi, isozim, dan RAPD [disertasi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.



Pierik RLM. 1987. *In Vitro Culture of Higher Plants*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.

Prahardini PER, Sudaryono T, Soertini S, Sami A. 1994. Pengaruh benzyl adenine dan asam giberelat terhadap pertunasan *in vitro* nenas. Di dalam: Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi; Bogor, 6-7 September. Bogor: Puslitbang. Hlm 208-218.

Roostika I, Mariska I. 2003. In vitro culture of pineapple by organogenesis and somatic embryogenesis: its utilization and prospect. *Buletin AgroBio* 6(1): 34-40.

Santoso HB. 1998. *Nanas Kering*. Yogyakarta: Kanisius.

Sukawan IKC. 2000. Perbanyakan tanaman nenas varietas variegata (*Ananas comosus* "Variegatus") secara *in vitro* [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Fakultas Pertanian, Jurusan Budidaya Pertanian.

Teng WL. 1997. An alternative propagation method of *Ananas* through nodule cultura. *Plant Cell Report* 16:454-457.

Yusnita. 2003. *Kultur Jaringan Cara Memperbanyak Tanaman secara Efisien*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.

Zulkarnain I, Hadiyono. 1993. Pengaruh 2,4-D dan BAP terhadap regenerasi eksplan tunas mahkota tanaman nenas (*Ananas comosus* (L) Merr.) [skripsi]. Jambi: Fakultas Pertanian.



LAMPIRAN

Hasil Cipta (Inovasi) (Bahan Pengajuan)
1. Diketahui metode pengolahan data historis kognitif dan memprediksi kognitif
a. Pengolahan data kognitif menggunakan pendekatan aritmatik, pendekatan logika empirik, pendekatan logika kognitif, pendekatan kognitif klasik
b. Pengolahan data historis kognitif dengan teknik kognitif
2. Diketahui metode pengolahan data memprediksi kognitif dengan teknik kognitif klasik
3. Diketahui metode pengolahan data memprediksi kognitif dengan teknik kognitif empirik



Lampiran 1 Komposisi media Murashige & Skoog (MS)

NAMA STOK	Senyawa dalam Larutan Stok	Konsentrasi dalam Media MS (mg/l)	Konsentrasi dalam Larutan Stok	Volume Larutan Stok yang Dibutuhkan per Liter Media (ml)
Makro (10 X)	NH_4NO_3	1 650	16 500	100
	KNO_3	1 900	19 000	
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370	3 700	
	KH_2PO_4	170	1 700	
Ca (100 X)	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	440	44 000	10
Mikro A (100 X)	H_3BO_3	6.2	620	10
	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	16.9	1 690	
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8.6	860	
Mikro B (100 X)	KI	0.83	830	1
	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.25	250	
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.025	25	
	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.025	25	
Fe (100 X)	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27.8	2 780	10
	Na_2EDTA	37.3	3 730	
Vitamin (1000 X)	Thiamin HCl	0.1	100	1
	Piridoksin HCl	0.5	500	
	Asam Nikotinat	0.5	500	
	Glisin	2	2 000	
Mio-inositol (50 X)	Mio-inositol	100	5 000	20

Sumber: Yusnita 2003

Lampiran 2 Eksplan yang Digunakan pada Penelitian



Mahkota nenas



(A) Tunas apikal (B) tunas aksilar mahkota



Lampiran 3 Analisis Ragam pada Interaksi BAP dan NAA pada Eksplan Apikal Anakan terhadap Jumlah Tunas Tahap Inisiasi

Sumber Keragaman	F-hitung	Koefisien Keragaman
BAP	6.65	0.03% *
NAA	4.21	4.69% *
BAP * NAA	3.27	2.07% *

Keterangan: * =berbeda nyata dengan uji Duncan 5%.

Lampiran 4 Analisis Ragam pada Interaksi Konsentrasi BAP dan Jenis Eksplan terhadap Jumlah Tunas Tahap Multiplikasi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Konsentrasi BAP (A)	3	157.6875	52.5625	21.72	<0.0001*
Jenis eksplan (B)	1	468.7225	468.7225	193.69	<0.0001*
A x B	3	212.9675	70.9892	29.34	<0.0001*
Galat	252	609.815	2.4199		
Total	399	4154.9975			

Keterangan: * Berbeda nyata pada selang kepercayaan 95 %.

Lampiran 5 Analisis Ragam pada Interaksi Konsentrasi BAP dan Jenis Eksplan terhadap Tinggi Tunas Tahap Multiplikasi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Konsentrasi BAP (A)	3	1.8326	0.6109	4.11	0.0099*
Jenis eksplan (B)	1	2.6781	2.6781	18.03	<0.0001*
A x B	3	0.7923	0.2641	1.78	0.1604
Galat	63	9.3568	0.1485		
Total	159	44.0388			

Keterangan: * Berbeda nyata pada selang kepercayaan 95 %.

Lampiran 6 Analisis Ragam pada Interaksi Zat Pengatur Tumbuh dan Jenis Eksplan terhadap Jumlah Akar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Zat Pengatur Tumbuh (A)	3	822.75	274.25	34.08	<0.001*
Jenis eksplan (B)	1	1169.64	1169.64	145.34	<0.0001*
A x B	3	446.24	148.7467	18.48	<0.001*
Galat	252	2027.955	8.0474		
Total	399	12084.71			

Keterangan: * Berbeda nyata pada selang kepercayaan 95 %.

Lampiran 7 Analisis Ragam pada Interaksi Zat Pengatur Tumbuh dan Jenis Eksplan terhadap Panjang Akar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Zat pengatur tumbuh (A)	3	0.7985	0.2662	6.76	0.0004*
Jenis eksplan (B)	1	1.6245	1.6245	41.24	<0.0001*
A x B	3	0.4165	0.1388	3.52	0.0191*
Galat	72	2.836	0.0394		
Total	79	5.6755			

Keterangan: * Berbeda nyata pada selang kepercayaan 95 %.

Lampiran 8 Analisis Ragam pada Interaksi Zat Pengatur Tumbuh dan Jenis Eksplan terhadap Pertambahan Jumlah Tunas Tahap Perakaran

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Zat Pengatur Tumbuh (A)	3	57.41	19.1367	35.66	<0.001*
Jenis eksplan (B)	1	33.64	33.64	62.69	<0.0001*
A x B	3	35.18	11.7267	21.85	<0.001*
Galat	252	135.23	0.5366		
Total	399	1007.51			

Keterangan: * Berbeda nyata pada selang kepercayaan 95 %.

Lampiran 9 Analisis Ragam pada Interaksi Zat Pengatur Tumbuh dan Jenis Eksplan terhadap Pertambahan Tinggi Tunas Tahap Perakaran

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	Pr>F
Zat Pengatur Tumbuh (A)	3	5.0175	1.6725	7.9	0.0001*
Jenis eksplan (B)	1	0.3063	0.3063	1.45	0.2335
A x B	3	0.4593	0.1531	0.72	0.5418
Galat	63	13.3313	0.2116		
Total	159	108.556			

Keterangan: * Berbeda nyata pada selang kepercayaan 95 %.

