

A/BDP/1992/033

PENGARUH SUMBER EKSPLAN DAN ZAT PENGATUR TUMBUH

PADA PERBANYAKAN TANAMAN SENGON

(*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen)

SECARA *IN VITRO*

oleh

JOKO PRAYITNO

A 24.1164



JURUSAN BUDI DAYA PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

- 1992

"Maha Suci Engkau Ya Allah, tak ada pengetahuan kami melainkan apa-apa yang Engkau ajarkan kepada kami." (Al Baqarah 32)

karya kecil ...
teruntuk ibu, kakak, abang dan adik
berkat doa, dorongan dan
nasihat yang diberikan selama ini



RINGKASAN

JOKO PRAYITNO. Pengaruh Sumber Eksplan dan Zat Pengatur Tumbuh pada Perbanyakkan Tanaman Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) secara *in vitro* (di bawah bimbingan **Livy Winata dan Sudirman Yahya**).

Tanaman sengon merupakan jenis legum pohon yang mempunyai nilai ekonomi sebagai bahan baku pulp, kertas, peti kemas, wolpleks, korek api dan tusuk gigi. Permintaan kayu sengon yang terus meningkat menuntut penyediaan kayu sengon dalam jumlah besar dan berkualitas baik. Upaya peningkatan kualitas kayu dilakukan melalui pemuliaan tanaman. Perbanyakkan tanaman sengon secara *in vitro* diperlukan untuk membantu pengembangan tanaman hasil pemuliaan secara cepat dan memperoleh jenis-jenis tanaman yang seragam pertumbuhannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari respon bagian tanaman sengon yang berbeda sebagai sumber eksplan terhadap berbagai taraf konsentrasi BAP dan NAA dalam perbanyakkan secara *in vitro*.

Penelitian dilakukan pada bulan Mei 1991 sampai Desember 1991 di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Budidaya Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian terdiri dari 2 percobaan terpisah yaitu dengan menggunakan eksplan pucuk dan eksplan hipokotil. Rancangan yang digunakan pada masing-masing percobaan adalah rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan 10 ulangan. Zat pengatur



tumbuh yang digunakan pada percobaan eksplan pucuk adalah BAP 0.1, 0.5, 1.0 dan 2.0 mg l⁻¹ dan NAA 0.1, 0.5 dan 1.0 mg l⁻¹. Percobaan eksplan pucuk dibagi lagi menjadi 2 percobaan terpisah pada tahap subkultur, yaitu dengan menggunakan eksplan tunas terminal dan aksilar. Percobaan eksplan hipokotil menggunakan zat pengatur tumbuh BAP 0.1 dan 1.0 mg l⁻¹ serta 2,4-D 0.1, 0.5 dan 1.0 mg l⁻¹. Setelah berumur 4 minggu, kalus yang terbentuk dipindahkan ke media yang mengandung BAP 0.1 dan 1.0 mg l⁻¹.

Konsentrasi BAP 2.0 mg l⁻¹ merupakan perlakuan terbaik pada eksplan pucuk tahap inisiasi awal, tahap subkultur I dan II eksplan tunas terminal dan aksilar, serta tahap subkultur III eksplan tunas aksilar. Pada tahap subkultur III eksplan tunas terminal, perlakuan BAP 1.6 mg l⁻¹ merupakan perlakuan terbaik. Konsentrasi NAA terbaik pada tahap inisiasi awal dan subkultur III adalah 0.1 mg l⁻¹. Kultur yang berasal dari perlakuan BAP dan NAA rendah lebih mudah diakarkan dalam media yang mengandung NAA 1.0 mg l⁻¹.

Kemampuan multiplikasi kultur semakin menurun sampai tahap subkultur III pada eksplan tunas terminal dan aksilar. Kemampuan multiplikasi tunas terminal lebih tinggi dibanding tunas aksilar. Total jumlah tunas yang dihasilkan sampai dengan subkultur III adalah 1 706 tunas dengan menggunakan BAP 2.0 dan NAA 1.0 mg l⁻¹.

Kombinasi perlakuan 2,4-D dan BAP pada percobaan eksplan hipokotil belum mampu menginduksi pembentukan tunas.

PENGARUH SUMBER EKSPLAN DAN KONSENTRASI
ZAT PENGATUR TUMBUH PADA PERBANYAKAN TANAMAN
SENGON (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen)
SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

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

oleh

JOKO PRAYITNO

A 24.1164



JURUSAN BUDI DAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
1992

Judul : PENGARUH SUMBER EKSPLAN DAN ZAT PENGATUR TUMBUH PADA PERBANYAKAN TANAMAN SENGON (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) SECARA IN VITRO

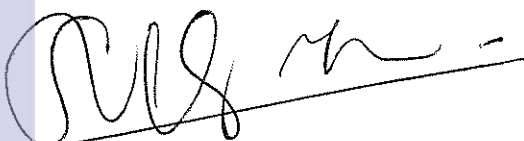
Nama Mahasiswa : JOKO PRAYITNO

Nomor Pokok : A 24.1164

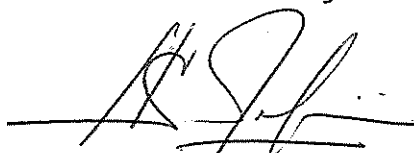
Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr Ir Livy Winata Gunawan
NIP 130516353



Dr Ir Sudirman Yahya
NIP 130516293

Mengetahui :



Ketua Jurusan Budi Daya Pertanian

A. Chozin MAgr.
NIP. 130536690

Tanggal Lulus : 21 AUG 1992

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 28 Desember 1968 di Medan, Sumatera Utara, sebagai anak kesembilan dari sepuluh bersaudara, dari keluarga Bapak M.Syarif dan Ibu T. Suratmi

Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Tunas Kartika I Medan Pada tahun 1981, SMP Negeri 2 Medan pada tahun 1984 dan SMA Negeri 2 Medan pada tahun 1987.

Pada tahun 1987 penulis diterima di Institut Pertanian Bogor melalui jalur Penelusuran Minat dan Kemampuan (PMDK). Setelah lulus di Tingkat Persiapan Bersama, penulis diterima di Jurusan Budi Daya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penulis pernah menjadi asisten luar biasa untuk mata kuliah Fisika Dasar di Institut Pertanian Bogor tahun 1989 dan 1990.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tulisan ini.

Tulisan ini merupakan Laporan Karya Ilmiah (Skripsi) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Laporan Karya Ilmiah ini berisi hasil penelitian mengenai kultur jaringan pada tanaman sengon.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr Ir Livy Winata Gunawan dan Bapak Dr Ir Sudirman Yahya selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran dan petunjuk kepada penulis sejak persiapan hingga laporan ini terwujud.
2. Ibu Ir Nurhayati Anshori, MS yang telah bersedia untuk menguji penulis
3. Rekan-rekan sejawat di Laboratorium Kultur Jaringan, BDP, IPB yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama melaksanakan penelitian.
4. Seluruh Karyawan di Laboratorium Kultur Jaringan, BDP, IPB.
5. Ir Surya, Ir Syaiful dan Ir Natal yang telah banyak memberi dorongan, saran dan bantuan kepada penulis.

6. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan dengan kebaikan yang berlipat ganda bagi kita semua. Penulis juga berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Bogor, Agustus 1992

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	ii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Percobaan	4
Hipotesis	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
Botani Tanaman Sengon	5
Metode Kultur Jaringan	6
Zat Pengatur Tumbuh	9
Eksplan	10
Kultur Jaringan Tanaman Legume Pohon	12
BAHAN DAN METODE	14
Waktu dan Tempat	14
Bahan dan Alat	14
Metode Percobaan	15
HASIL DAN PEMBAHASAN	19
Percobaan Eksplan Pucuk	19
1. Inisiasi awal	19
2. Subkultur I Eksplan Tunas Terminal	26
3. Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar ..	30
4. Subkultur II Eksplan Tunas Terminal	33
5. Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar	36
6. Subkultur III Eksplan Tunas Terminal ...	39

7. Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar	41
8. Pengakaran	54
9. Aklimatisasi	55
Percobaan Eksplan Hipokotil	56
KESIMPULAN DAN SARAN	59
Kesimpulan	59
Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Kultur Sengon yang Telah Berumur 4 MST pada Tahap Inisiasi Awal.....	20
2.	Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA terhadap Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Inisiasi Awal Umur 4 MST	21
3.	Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Inisiasi Awal pada 4 MST	22
4.	Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Pertumbuhan Tunas Terpanjang pada Tahap Inisiasi Awal pada 4 MST	23
5.	Kultur Sengon yang Berumur 6 MST pada Tahap Subkultur II yang Berasal dari Eksplan Tunas Terminal	26
6.	Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Tunas Terminal 6 MST	27
7.	Pengaruh Faktor Tunggal BAP terhadap Jumlah Daun pada Tahap Subkultur I Eksplan Tunas Terminal pada 6 MST	28
8.	Pengaruh Faktor Tunggal BAP terhadap Pertumbuhan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur I Eksplan Tunas Aksilar pada 4 MST	29
9.	Pengaruh Faktor Tunggal BAP terhadap Jumlah Tunas pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar 6 MST	30
10.	Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA terhadap Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 6 MST.....	31
11.	Pengaruh Interaksi antara BAP dengan NAA terhadap Pertumbuhan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 6 MST	32

12.	Pengaruh Faktor Tunggal BAP terhadap Jumlah Tunas pada Tahap Subkultur II Eksplan Tunas Terminal pada 4 MST	34
13.	Pengaruh Interaksi antara BAP dengan NAA terhadap Jumlah Daun pada Tahap Subkultur II Eksplan Tunas Terminal pada 4 MST	35
14.	Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA terhadap Jumlah Tunas Majemuk pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST	36
15.	Pengaruh Faktor Tunggal NAA terhadap Jumlah Daun pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST	37
16.	Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Pertumbuhan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST	38
17.	Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Jumlah Tunas pada Tahap Subkultur III Eksplan Tunas Terminal pada 4 MST	40
18.	Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Jumlah Daun pada Tahap Subkultur III Eksplan Tunas Terminal pada 4 MST	41
19.	Pengaruh Faktor Tunggal BAP terhadap Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST	42
20.	Pengaruh Faktor Tunggal NAA terhadap Jumlah Daun pada Tahap Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST	43
21.	Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA terhadap Pertumbuhan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST	44
22.	Kemampuan Multiplikasi Kultur dari Tahap Inisiasi Awal sampai Subkultur III Eksplan Tunas Terminal dan Tunas Aksilar	47
23.	Diagram Pohon untuk Menghitung Total Jumlah Tunas	54
24.	Kalus yang Tumbuh pada Media BAP 1.0 mg l ⁻¹ Umur 4 MST	56

DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Persentase Kultur yang Berakar dan Panjang Akar pada Tahap Inisiasi Awal 4 MST	24
2.	Persentase Kultur yang Multiplikasi pada Tahap Subkultur I, II dan III	45
3.	Persentase Berakar, Jumlah dan Panjang Akar pada Tahap Pengakaran 3 MST	55
<u>Lampiran</u>		
1.	Komposisi Unsur Media Murashige dan Skoog (Murashige dan Skoog, 1962)	65
2.	Rekapitulasi Hasil Sidik Ragam Semua Peubah yang yang Diamati	66
3.	Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang Pada Tahap Inisiasi Awal.....	67
4.	Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang Pada Tahap Subkultur I pada 6 MST ..	67
5.	Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang Pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar 6 MST	68
6.	Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang Pada Tahap Subkultur II Eksplan Tunas Terminal Pada 4 MST	68
7.	Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang Pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar Pada 4 MST	69
8.	Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang Pada Tahap Subkultur III Eksplan Tunas Terminal pada 4 MST	69
9.	Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang Pada Tahap Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar Pada 4 MST	70
10.	Jumlah Tunas yang Muncul pada Inisiasi Awal 4 MST Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA.	70



11. Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Inisiasi Awal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 4 MST	71
12. Tunas Terpanjang yang Muncul pada Tahap Inisiasi Awal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 4 MST	71
13. Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 6 MST	72
14. Jumlah Daun yang Muncul pada Subkultur I Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP pada 6 MST	72
15. Tunas Terpanjang yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP pada 6 MST	73
16. Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP 6 MST	73
17. Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA pada 6 MST	73
18. Tunas Terpanjang yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 6 MST	74
19. Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur II Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP pada 4 MST	74
20. Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Subkultur II Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 4 MST	75
21. Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA pada 4 MST	75
22. Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal NAA pada 4 MST	76
23. Tunas Terpanjang yang Muncul pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 4 MST	76

24.	Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur III Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 4 MST	77
25.	Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Subkultur III Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 4 MST.....	77
26.	Jumlah Tunas Yang Muncul Pada Tahap Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA Pada 4 MST	78
27.	Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal NAA pada 4 MST	78
28.	Tunas Terpanjang yang Muncul pada Tahap Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA pada 4 MST	79

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Paraserianthes falcataria (L) Nielsen yang disebut juga dengan sengon atau jeunjing merupakan salah satu jenis pohon berkayu yang sudah lama dikenal masyarakat di Indonesia. Tanaman ini termasuk ke dalam legum pohon dan memiliki sifat pertumbuhan yang cepat sehingga dapat mencapai ketinggian 30 m pada umur 9-10 tahun (Balfas, 1989). Tanaman ini juga dapat membantu menyuburkan tanah karena mengandung bintil akar sehingga banyak digunakan untuk merehabilitasi lahan-lahan kritis melalui program reboisasi dan penghijauan.

Pada mulanya sengon ditanam sebagai pohon pelindung di perkebunan (Pradjadinata, 1989) dan banyak digunakan oleh rakyat sebagai kayu bakar, bahan bangunan dan mebel sederhana. Kayu sengon cukup bernilai ekonomi terutama dalam bidang industri, karena merupakan bahan yang baik untuk peti kemas, tripleks, korek api, tusuk gigi, wolpleks papan partikel dan dewasa ini yang paling banyak digunakan adalah sebagai bahan baku pulp dan kertas. Kayu sengon juga diekspor ke Jepang yang harganya dapat mencapai lebih dari 220 dolar AS per m³ (Balfas, 1989). Oleh karena itu tanaman sengon mempunyai prospek yang cerah untuk dikembangkan.

Permintaan kayu sengon untuk industri pulp dan kertas serta industri peti kemas dari tahun ke tahun semakin

meningkat. Hal ini disebabkan karena meningkatnya konsumsi nasional akan kertas dan semakin banyak berkembang industri peti kemas. Diperkirakan pada tahun 2 000 kebutuhan pulp dan kertas di Indonesia adalah sekitar 2.66 juta ton dan 2.35 juta ton (Pasaribu dan Purba, 1988).

Permintaan kayu sengon yang semakin meningkat ini perlu diimbangi dengan penyediaan kayu sengon dalam jumlah besar dan berkualitas baik. Khusus untuk ekspor diperlukan kayu yang berdiameter lebih besar dari 20 cm, tidak ada mata dan tidak busuk¹. Tanaman sengon umumnya kurang tahan terhadap penyakit yang disebabkan oleh jamur akar merah, *Rosellina*, *Ustulina* dan *Diplodia* (Al Rasjid, 1973). Serangan penyakit ini tentunya akan menurunkan kualitas kayu yang dihasilkan, sehingga upaya pemuliaan tanaman yang tahan terhadap serangan penyakit dan tanaman yang berbatang besar perlu dilakukan (Pasaribu dan Purba, 1988).

Perbanyakan tanaman sengon secara *in vitro* diperlukan untuk membantu pengembangan tanaman hasil dari pemuliaan secara cepat dan mendapatkan jenis-jenis tanaman yang beragam pertumbuhannya.

Dalam kultur jaringan, berbagai organ dan bagian tanaman dapat dijadikan sebagai bahan perbanyakan. Pada tanaman legum pohon banyak digunakan hipokotil dan pucuk

1. Trubus, Oktober 1988

sebagai bahan perbanyakan. Berdasarkan keberhasilan pada tanaman legum pohon lain maka diadakan penelitian dengan menggunakan hipokotil dan pucuk. Kemampuan multiplikasi dari hipokotil berbeda dibanding dengan pucuk sehingga penelitian ini dilakukan untuk melihat kemampuan kultur yang berasal dari hipokotil dan pucuk untuk berdiferensiasi membentuk tunas.

Kemampuan tanaman untuk tumbuh dan berkembang secara *in vitro* selain dipengaruhi oleh bahan tanaman, juga dipengaruhi oleh letak bahan tanaman tersebut pada tanaman. Umumnya tunas terminal tumbuh dan berkembang lebih baik daripada tunas aksilar. Oleh karena itu dilakukan pula percobaan pada tanaman sengon untuk melihat kemampuan kultur membentuk tunas pada kultur yang berasal dari tunas terminal dan tunas aksilar.

Untuk mendukung keberhasilan perbanyakan tanaman sengon melalui teknik kultur jaringan maka digunakan zat pengatur tumbuh yaitu 2,4-D, NAA dan BAP. Auksin 2,4-D merupakan auksin kuat sehingga dengan menggunakan 2,4-D diharapkan hipokotil dapat membentuk kalus dan selanjutnya kalus dapat berdiferensiasi membentuk tunas. Sedangkan auksin NAA digunakan pada eksplan pucuk karena lebih stabil, efektif dan umum digunakan. Penggunaan sitokinin BAP pada perbanyakan tanaman melalui teknik kultur jaringan sudah sering dilakukan dan telah terbukti efektif untuk pembentukan tunas.

Tujuan Percobaan

Percobaan yang dilakukan bertujuan untuk mempelajari respon bagian tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) yang berbeda sebagai sumber eksplan terhadap berbagai taraf konsentrasi BAP dan NAA dalam perbanyakan secara *in vitro*.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam percobaan ini adalah :

1. Pemberian 2,4-D, BAP dan NAA mempengaruhi perkembangan tunas pada eksplan hipokotil.
2. Konsentrasi BAP dan NAA tertentu merangsang pembentukan tunas dan akar pada eksplan pucuk.
3. Eksplan tunas terminal mempunyai kemampuan membentuk tunas dengan jumlah yang berbeda dengan eksplan tunas aksilar pada tahap subkultur.

TINJAUAN PUSTAKA

Botani Tanaman Sengon

Tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Niel-
sen) berasal dari Maluku dan termasuk dalam family Legumi-
nosae (Anonymous, 1989). Menurut Al Rasjid (1973) tanaman
sengon memiliki sifat pertumbuhan yang cepat. Tanaman se-
ngon yang hidup pada tanah yang kesuburannya baik rata-
rata tinggi mencapai 8.2 m pada umur 2 tahun, 23.6 m pada
umur 5 tahun dan 30.8 m pada umur 9 tahun (Panitia Pener-
bitan Vademecum, 1976). Tinggi tanaman dapat mencapai 45
m dengan diameter lebih dari 100 cm (Pradjadinata dan
Masano, 1989).

Tanaman sengon memiliki batang yang tidak berbanir,
kulit berwarna putih keabu-abuan, licin, batang lurus de-
ngan bagian bebas cabang dapat mencapai ketinggian 20 m.
Tajuk berbentuk perisai, agak jarang dan selalu hijau (Al
Rasjid, 1973). Kayu sengon berwarna putih, makin dekat ke
teras warnanya berubah menjadi kemerah-merahan atau kuning
kemerahan, berat jenis 0.33 (Anonymous, 1989).

Susunan perakaran tanaman sengon dalam dan meluas.
Bintil-bintil akar dapat dijumpai pada akar yang dapat
mengikat N_2 menjadi persenyawaan nitrogen (Pradjadinata
dan Masano, 1989).

Pohon sengon berbunga sekitar bulan Maret sampai bu-
lan Juni (Pradjadinata dan Masano, 1989), buah matang da-
lam bulan Juni-November, terutama pada akhir musim kemarau

(Al Rasjid, 1973). Bunga terdapat dalam bulir bertangkai, semua atau sebagian besar bercabang malai, berbilangan lima. Kelopak bunga bergigi, panjang 2 - 2.5 mm, daun mahkota 5 - 7 mm berwarna putih dan berbulu halus rapat (Anonymous, 1989). Benang sari banyak, muncul keluar dari mahkota. Polongan berbentuk pita, lurus, di atas biji sedikit menggembung, lebar 2 cm, membuka dengan 2 katup serta jumlah biji 16 atau kurang (van Steenis, 1975).

Biji sengon mempunyai kulit yang tebal, sehingga bila biji dikecambahkan tanpa mengalami perlakuan sebelumnya (direndam air panas atau asam sulfat) perkecambahannya terhambat dan hanya mencapai 20 %. Oleh karena itu permudaan alam pada tegakan hutan tanaman sengon jarang terjadi sehingga permudaan harus dilakukan dengan cara permudaan buatan (Pradjadinata dan Masano, 1989).

Metode Kultur Jaringan

Kultur jaringan merupakan suatu metode untuk menumbuhkan bagian tanaman dalam medium buatan pada lingkungan aseptik yang mengandung semua kebutuhan hara bagi eksplan agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik menjadi tanaman lengkap (Hartman dan Kester, 1983). Jaringan tanaman ini akan berdiferensiasi di dalam medium, dapat langsung membentuk tunas (Evans, Sharp dan Flick, 1981) atau terlebih dahulu membentuk kalus, yaitu kumpulan sel yang tidak terorganisir (Murashige, 1973). Selanjutnya kalus

yang terbentuk dapat berdiferensiasi membentuk tunas adventif.

Kultur jaringan pada tanaman berawal dari ide Haberland berdasarkan konsep totipotensi yang dikemukakan oleh Schleiden dan Schwann, yaitu setiap sel merupakan otonomi dan mempunyai kemampuan beregenerasi menjadi tanaman lengkap bila ditempatkan dalam lingkungan yang sesuai (Pierik, 1987). Sejalan dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, kultur jaringan tidak hanya ditujukan untuk memperbanyak vegetatif. Kultur jaringan dewasa ini telah berkembang luas sehingga dapat dibagi menjadi bermacam-macam kultur seperti kultur embrio, kultur kalus, kultur meristem, kultur anther dan kultur protoplasma (George dan Sherington, 1984).

Pembiakan tanaman dengan kultur jaringan mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan pembiakan klon secara konvensional yaitu : (1) bibit dihasilkan dalam jumlah banyak dari sedikit eksplan, (2) preservasi plasma nutfah dan memudahkan pertukaran plasma nutfah secara nasional maupun internasional, (3) stok *in vitro* dapat diperbanyak setiap waktu, tidak tergantung musim, (4) perbaikan genetik, (5) produksi senyawa kimia tertentu untuk industri dan obat, (6) tanaman bebas virus (Murashige, 1974).

Prosedur yang digunakan dalam kultur jaringan adalah sebagai berikut : (1) seleksi dari eksplan, sterilisasi

dan penanaman dalam medium tumbuh, (2) perkembangbiakan dari tunas pada medium perbanyak, (3) pemindahan tunas pada medium perakaran dan penanaman di lapang (Husey, 1978).

Keberhasilan eksplan untuk tumbuh tergantung dari medium yang digunakan, mengingat eksplan akan tumbuh baik bila lingkungan sesuai (Gamborg dan Shyluk, 1981). Medium kultur jaringan di samping menyediakan unsur yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangan eksplan, juga mengandung bahan pelengkap seperti vitamin dan zat pengatur tumbuh. Vitamin, sebagai gugus prostetik atau koenzim, dibutuhkan dalam sistem enzim (Harran, Tjondronegoro dan Prawiranata, 1981). Vitamin yang digunakan umumnya terdiri dari thiamin, asam nikotinat, piridoksin, myo inositol, biotin, kolin, asam folat, asam pantotenat dan riboflavin (Murashige, 1974).

Untuk memenuhi kebutuhan akan energi pada media juga ditambahkan sukrosa dan glukosa dengan konsentrasi 20-30 gl^{-1} (Murashige, 1974).

Komposisi medium secara umum berbeda bagi setiap tanaman (Murashige, 1974). Beberapa media yang sering digunakan antara lain Murashige dan Skoog (MS), Gamborg (B5), White, Nitsch dan Nitsch, Hildebrandt, Knudson, Vacin dan Went, serta Linsmaier dan Skoog (Raharja, 1988). Masing-masing medium berbeda pada konsentrasi ion penyusunnya. Medium MS adalah medium yang paling banyak

digunakan untuk banyak species tanaman karena mengandung garam yang terlengkap (Evans et al., 1981).

Medium kultur jaringan dapat berupa cair atau padat. Agar-agar digunakan untuk memadatkan media dan biasanya digunakan sekitar 0.8-1.0 % (Bhojwani dan Razdan, 1983), sedangkan Murashige dan Skoog (1962) menyatakan sekitar 0.6-1.0 % dengan konsentrasi terbaik 0.8 %.

Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh digunakan untuk mengatur pertumbuhan dan perkembangan jaringan tanaman yang dikulturkan (Gunawan, 1987). Zat pengatur tumbuh yang penting dalam kultur jaringan tanaman adalah auksin dan sitokinin.

Auksin mendorong pemanjangan sel, pembelahan sel, pembentukan akar, dominasi apikal dan menghambat senesen daun (Wattimena, 1989). Auksin sintetis yang banyak digunakan dalam kultur jaringan adalah 2,4-D, IBA dan NAA. 2,4-D merupakan auksin sintetis yang stabil. Penambahan NAA atau 2,4-D cenderung menyebabkan terjadinya pertumbuhan kalus dan menghambat regenerasi pucuk tanaman (Wetherell, 1982). Auksin 2,4-D sering digunakan untuk menginduksi pertumbuhan kalus pada tanaman yang berdaun lebar (George dan Sherington, 1984).

Sitokinin berperan dalam mendorong pembelahan sel dalam jaringan tanaman yang digunakan sebagai eksplan dan merangsang perkembangan pucuk-pucuk tunas (Wetherell,

1982). Golongan sitokinin yang banyak digunakan adalah BAP (6-benzylaminopurine), 2-iP (N_6 -2 isopenthyll adenine), kinetin dan zeatin (George dan Sherington, 1984). BAP merupakan sitokinin yang sering digunakan dalam percobaan kultur jaringan dan efektif untuk pembentukan tunas. Konsentrasi yang efektif berkisar antara 0.5-2.0 mg l⁻¹ (Bhojwani dan Razdan, 1983).

Pembentukan tunas akan dipengaruhi oleh komposisi auksin dan sitokinin. Bila kultur diarahkan untuk pengandaan tunas maka konsentrasi auksin yang diberikan lebih rendah daripada konsentrasi sitokinin (Murashige, 1974). Sitokinin bila dikombinasikan dengan auksin sangat efektif dalam merangsang inisiasi tunas (George dan Sherington, 1984).

Pada tanaman tahunan yang berkayu, selain zat pengatur tumbuh perlu juga diperhatikan faktor lain seperti sumber eksplan, fase perkembangan, medium yang dipakai, senyawa tambahan dan aerasi untuk mengarahkan perkembangan suatu kultur (Durzan, 1987).

Eksplan

Eksplan ialah bagian tanaman yang ditanam dalam medium tumbuh. Eksplan dapat diperoleh dari pucuk batang, pucuk lateral, irisan-irisan epidermis, ujung daun, helai daun, petiola, umbi, embrio (Wetherell, 1982), ujung akar, empulur, anther, kotiledon, hipokotil (Evans et al., 1981).

Eksplan yang digunakan pada tanaman legum pohon dapat berasal dari hipokotil, kotiledon, akar atau pucuk lateral Khattar dan Mohan Ram (1983) menggunakan eksplan hipokotil dengan panjang 1 cm dan kotiledon yang dipotong 2 dengan panjang 0.5-0.7 cm pada kultur *Sesbania grandifolia*. Mukhopadhyay dan Mohan Ram (1981) menggunakan eksplan akar kecambah sepanjang 1 cm pada kultur *Dalbergia sissoo*. Pucuk lateral tanaman *Albizzia lebbek* digunakan sebagai sumber eksplan oleh Shudha Sharma dan Chandra (1987), demikian pula dengan Biotrop (1987) pada tanaman *Dalbergia latifolia*.

Umumnya untuk menginduksi kalus dapat digunakan eksplan dari berbagai jenis organ tanaman seperti akar, batang, daun dan bunga. Jika kalus sukar untuk diinduksi maka digunakan bagian tanaman yang berada dalam tahap juvenil karena lebih mudah beregenerasi (Pierik, 1987). Kecambah atau bagian kecambah seperti hipokotil sering digunakan untuk menginduksi kalus karena berada dalam fase juvenil.

Ukuran eksplan dan umur eksplan mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan dan proses morfogenesis (George dan Sherington, 1984). Ukuran eksplan yang besar akan meningkatkan daya tahan eksplan di dalam kultur, tetapi kontaminan yang terbawa dalam eksplan sulit dihilangkan. Jaringan tanaman yang muda dan belum berdiferensiasi

mempunyai tingkat keberhasilan yang tinggi pada banyak kultur jaringan tanaman (George dan Sherington, 1984).

Letak eksplan pada tanaman juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada kultur jaringan. Pucuk terminal tumbuh dan berkembang lebih baik daripada tunas aksilar (Pierik, 1987). Hal ini disebabkan karena pucuk terminal lebih juvenil dibandingkan dengan pucuk aksilar (George dan Sherington, 1984) dan adanya pengaruh dominansi apikal dari pucuk terminal (Pierik, 1987).

Kultur Jaringan Tanaman Legume Pohon

Perbanyakkan tanaman legume pohon melalui metode kultur jaringan telah banyak dilakukan. Pucuk yang dihasilkan dapat berasal dari kalus atau langsung dari eksplan, tetapi pembentukan embrioid atau pucuk langsung dari eksplan merupakan hal yang jarang dijumpai pada tanaman legum pohon (Khattar dan Mohan Ram, 1982).

Sudhardevi dan Nataraja (1987) menyatakan bahwa perlakuan auksin NAA atau 2,4-D dengan konsentrasi 1 mg l^{-1} , 2 mg l^{-1} dan 5 mg l^{-1} yang dikombinasikan dengan BAP 0.25 mg l^{-1} , 0.5 mg l^{-1} , 1 mg l^{-1} dan 2 mg l^{-1} dalam media MS dapat merangsang tunas yang muncul dari kalus potongan hipokotil tanaman *Dalbergia latifolia*. Khattar dan Mohan Ram (1983) menyatakan bahwa pemberian BAP $5 \times 10^{-6} \text{ M}$ dan 10^{-6} M akan menghasilkan pucuk sebanyak 5-25 pucuk pada medium B5 dari eksplan hipokotil dan kotiledon pada

tanaman *Sesbania grandifolia*. Pucuk yang terbentuk berasal dari tunas hasil perkembangan kalus pada medium B5 yang berisi NAA (10^{-7} M dan 10^{-6} M) dan BAP (10^{-7} M dan 10^{-6} M).



BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan selama 8 bulan, yaitu mulai bulan Mei 1991 sampai dengan Desember 1991, bertempat di Laboratorium Kultur Jaringan Jurusan Budi Daya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan tanaman yang digunakan adalah benih sengon. Eksplan yang digunakan dalam tahap inisiasi awal adalah hipokotil dan pucuk berikut kotiledon dari kecambah sengon. Media tumbuh yang digunakan adalah media Murashige dan Skoog (MS) yang dipadatkan dengan agar sebanyak 7 gl^{-1} . Komposisi bahan kimia dan bahan-bahan lain untuk pembuatan media MS dapat dilihat pada Tabel Lampiran 1. Zat pengatur tumbuh yang digunakan adalah 6-benzylaminopurine (BAP) dan Napthalene acetic acid (NAA) dengan konsentrasi sesuai perlakuan. Sterilisasi bahan tanaman dilakukan dengan menggunakan deterjen, campuran Dithane M-45 dan Agrimycin masing-masing 2 gl^{-1} , Clorox 20% dan 10%, air destilata steril, HgCl_2 0.1% dan Betadine. Alkohol 95% digunakan untuk merendam alat tanam. Bahan-bahan lainnya adalah aluminium foil kertas tissue, lap kain dan korek api.

Alat-alat yang digunakan adalah alat untuk membuat medium seperti oven, autoklaf, labu takar, erlenmeyer, gelas piala, laminar air flow cabinet, cawan petri, pipet,

pengaduk, neraca Sartorius dan neraca kasar. Alat-alat tanam yang digunakan adalah botol kultur, skalpel, pinset, gunting, pembakar bunsen dan rak penyimpanan.

Metode Percobaan

Percobaan ini terdiri dari dua percobaan terpisah yaitu dengan menggunakan eksplan pucuk berikut kotiledon dan hipokotil. Rancangan percobaan yang digunakan untuk percobaan eksplan pucuk adalah rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor yaitu faktor BAP dengan 4 taraf konsentrasi yaitu 0.1 mg l^{-1} , 0.5 mg l^{-1} , 1.0 mg l^{-1} dan 2.0 mg l^{-1} , serta faktor NAA dengan 3 taraf konsentrasi yaitu 0.1 mg l^{-1} , 0.5 mg l^{-1} dan 1.0 mg l^{-1} . Pada tahap subkultur, percobaan eksplan pucuk dibagi menjadi 2 percobaan terpisah, yaitu dengan menggunakan eksplan tunas terminal dan eksplan mata tunas aksilar. Masing-masing perlakuan dilakukan dalam 10 ulangan.

Rancangan percobaan yang digunakan untuk eksplan hipokotil adalah rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor yaitu 2,4-D dengan 3 taraf konsentrasi yaitu 0.1 mg l^{-1} , 0.5 mg l^{-1} dan 1.0 mg l^{-1} , serta BAP dengan 2 taraf konsentrasi yaitu 0.1 mg l^{-1} dan 1.0 mg l^{-1} . Setelah berada dalam media BAP dan 2,4-D selama 4 minggu, kultur dipindahkan ke dalam media yang mengandung sitokinin, yaitu BAP 0.1 mg l^{-1} dan 1.0 mg l^{-1} . Masing-masing perlakuan dilakukan dalam 10 ulangan.

Model aditif yang digunakan dalam percobaan ini adalah :

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

dimana :

- Y_{ijk} : pengamatan pada perlakuan ke-i, ke-j, ulangan ke-k
- μ : rata-rata populasi
- α_i : pengaruh perlakuan BAP pada taraf ke-i
- β_j : pengaruh perlakuan NAA pada taraf ke-j
- $(\alpha\beta_{ij})$: pengaruh interaksi antara BAP pada taraf ke-i dengan perlakuan NAA pada taraf ke-j
- ϵ_{ijk} : galat pada perlakuan BAP ke-i, perlakuan NAA ke-j dan ulangan ke-k

Sidik ragam dilakukan untuk menguji apakah faktor perlakuan berpengaruh nyata. Jika sidik ragam (uji F) nyata dilanjutkan dengan uji Polinomial Ortogonal untuk melihat bentuk respon perlakuan pada selang taraf konsentrasi yang dilakukan.

Persiapan Medium

Bahan-bahan penyusun medium MS dicampur dalam labu takar sesuai kebutuhan ditambah dengan zat pengatur tumbuh sesuai perlakuan. Selanjutnya pH medium diatur hingga mencapai 5.8. Agar ditambahkan ke dalam medium sebanyak 7 $g l^{-1}$ dan dimasak hingga semua agar larut dan mendidih. Medium dimasukkan ke dalam botol kultur sebanyak 25 ml per botol, kemudian botol ditutup dengan aluminium foil dan

diautoklaf pada tekanan 1.22 kg cm^{-2} (17.5 psi) dan suhu 120°C selama 30 menit.

Persiapan Alat dan Bahan Tanaman

Alat-alat tanam, botol kultur dan alat-alat untuk membuat media disterilkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Alat-alat tanam dan botol kultur setelah dicuci bersih dengan deterjen, dibilas, dikeringkan dan dimasukkan ke dalam autoklaf pada tekanan 1.22 kg cm^{-2} (17.5 psi) dan suhu 120°C selama 1 jam. Lampu ultra violet digunakan untuk mensterilisasi laminar air flow cabinet selama 2 jam, kemudian laminar disemprot dengan alkohol 70% sebelum digunakan.

Sterilisasi bahan tanaman dilakukan dengan cara mencuci benih dengan deterjen, lalu direndam dalam larutan yang telah diberi Dithane M-45 dan Agrimycin (masing-masing 2 gl^{-1}) selama 1 jam. Setelah itu benih dibawa ke dalam laminar air flow cabinet dan direndam dalam larutan Clorox 20% dan 10%, masing-masing selama 15 menit dan 10 menit. Selanjutnya benih direndam dalam larutan HgCl_2 0.1% selama 10 menit. Sebelum dipindah dari masing-masing larutan, benih terlebih dahulu dibilas dengan air destilata steril. Setelah pembilasan terakhir dari larutan HgCl_2 benih direndam dalam air destilata steril selama 1 malam untuk meningkatkan daya kecambahnya.

Penanaman

Benih yang telah disterilisasi ditanam dalam botol yang berisi medium MS sebanyak 5 benih per botol. Botol disimpan dalam rak dan setelah berumur 10 hari, kecambah steril yang tumbuh dipakai sebagai sumber eksplan pada tahap inisiasi awal. Bagian yang diambil yaitu hipokotil dengan panjang 1.0 cm dan pucuk berikut kotiledon, selanjutnya ditanam sesuai perlakuan.

Subkultur I dilakukan setelah kultur dalam inisiasi awal berumur 4 MST. Subkultur II dilakukan setelah kultur dalam subkultur I berumur 6 MST. Subkultur III dilakukan setelah kultur dalam subkultur II berumur 4 MST. Subkultur dilakukan dengan cara memotong bagian pucuk terminal dan tunas aksilar, kemudian ditanam dalam medium yang sama sesuai dengan perlakuan sebelumnya.

Pengakaran dilakukan dengan jalan mengkulturkan tunas yang terbentuk pada subkultur III yang telah berumur 4 MST dalam medium MS dengan NAA 1 mg l^{-1} selama 3 minggu.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan tiap minggu, mulai dari 1 minggu setelah tanam. Peubah yang diamati adalah jumlah tunas, persentase kultur membentuk tunas, tunas terpanjang (diukur dari tempat keluarnya tunas sampai titik tumbuh), jumlah daun per kultur, persentase kultur yang berakar dan jumlah akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan bahan tanaman untuk mendapatkan bahan tanaman yang steril tidak mengalami hambatan. Persentase benih yang tumbuh adalah 87 %, sedangkan persentase benih yang terkontaminasi mencapai 5 %.

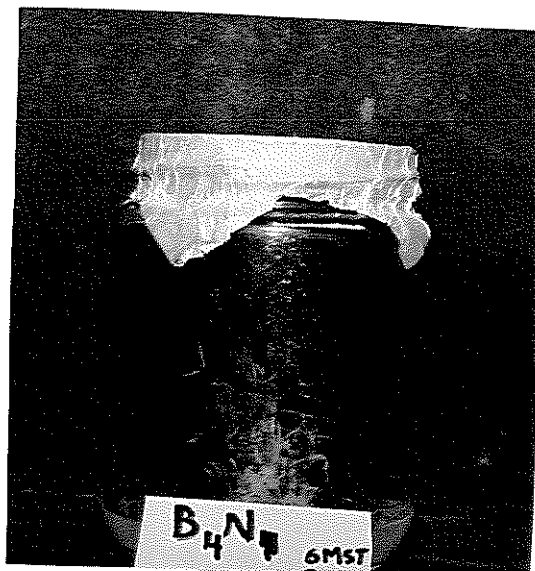
Pada umur 10 hari, benih yang berkecambah sudah dapat digunakan sebagai eksplan untuk tahap inisiasi awal karena kotiledon sudah membuka dan umumnya telah muncul 1 daun. Panjang hipokotil juga telah mencapai lebih dari 2 cm.

Percobaan Eksplan pucuk

1. Inisiasi awal

Setelah berumur 1 MST, kalus mulai terbentuk pada pangkal kotiledon pada masing-masing kultur. Kalus yang terbentuk berwarna putih dan memiliki struktur yang kompak di bagian dalam, sedangkan bagian luar strukturnya lepas. Ukuran kalus terus bertambah sampai umur 4 MST.

Pada mulanya tunas majemuk muncul dari pangkal kotiledon, kemudian setelah kalus tumbuh semakin besar tunas majemuk muncul dari kalus. Tunas majemuk yang muncul dari kalus dimulai dengan adanya tonjolan kecil berwarna hijau pada permukaan kalus. Minggu selanjutnya tonjolan kecil tersebut mulai memanjang dan membentuk daun. Akar mulai muncul dari kalus pada umur 2 MST. Kultur sengon yang telah berumur 4 minggu dapat dilihat pada Gambar 1.

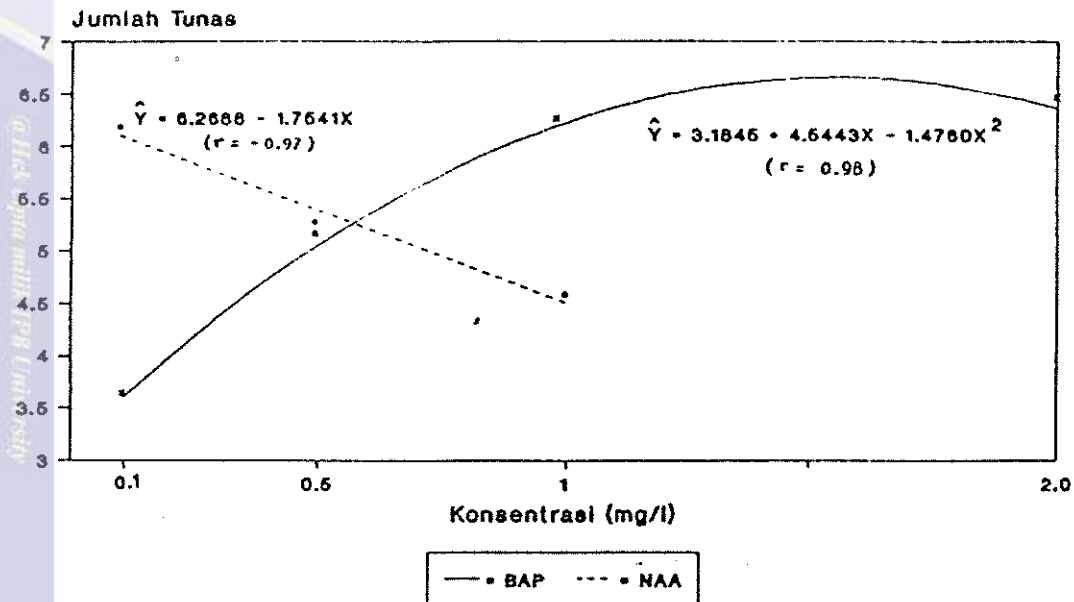


Gambar 1. Kultur Sengon yang Telah Berumur 4 MST pada Tahap Inisiasi Awal.

Jumlah Tunas

Jumlah tunas yang muncul sangat nyata dipengaruhi oleh konsentrasi BAP dan NAA, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata (Tabel Lampiran 2). Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa BAP mempengaruhi jumlah tunas secara kuadratik. Peningkatan konsentrasi BAP sampai dengan 1.5 mg l^{-1} meningkatkan jumlah tunas sampai nilai maksimum 6.7 tunas, kemudian jumlah tunas menurun pada konsentrasi BAP yang lebih besar dari 1.5 mg l^{-1} .

NAA mempengaruhi jumlah tunas secara linier, yaitu dengan bertambahnya konsentrasi NAA jumlah tunas semakin menurun. Konsentrasi NAA yang terbaik adalah 0.1 mg l^{-1} yang menghasilkan 6.2 tunas (Gambar 2).

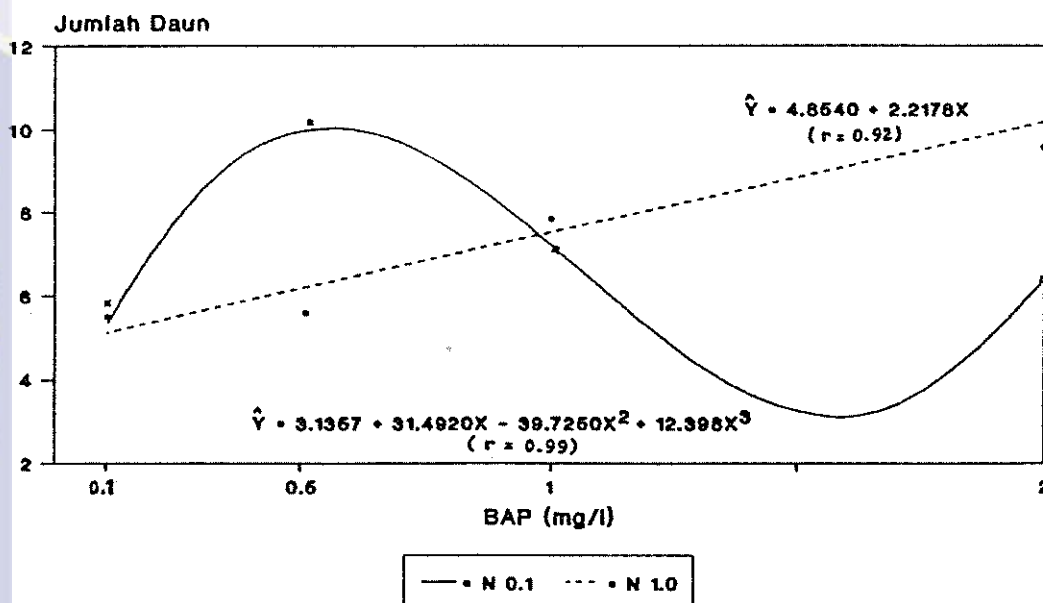


Gambar 2. Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA Terhadap Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Inisiasi Awal Umur 4 MST

Jumlah Daun

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jumlah daun per kultur nyata dipengaruhi oleh konsentrasi BAP dan sangat nyata dipengaruhi oleh interaksi BAP dengan NAA.

Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa perlakuan BAP pada taraf NAA 0.1 mg l^{-1} mempengaruhi jumlah daun secara kubik. Jumlah daun terus meningkat sampai 10.5 daun dengan bertambahnya konsentrasi BAP hingga 0.53 mg l^{-1} , kemudian jumlah daun menurun sampai 2.6 daun pada saat konsentrasi BAP mencapai 1.61 mg l^{-1} dan jumlah daun meningkat kembali pada konsentrasi BAP lebih dari 1.61 mg l^{-1} (Gambar 3).



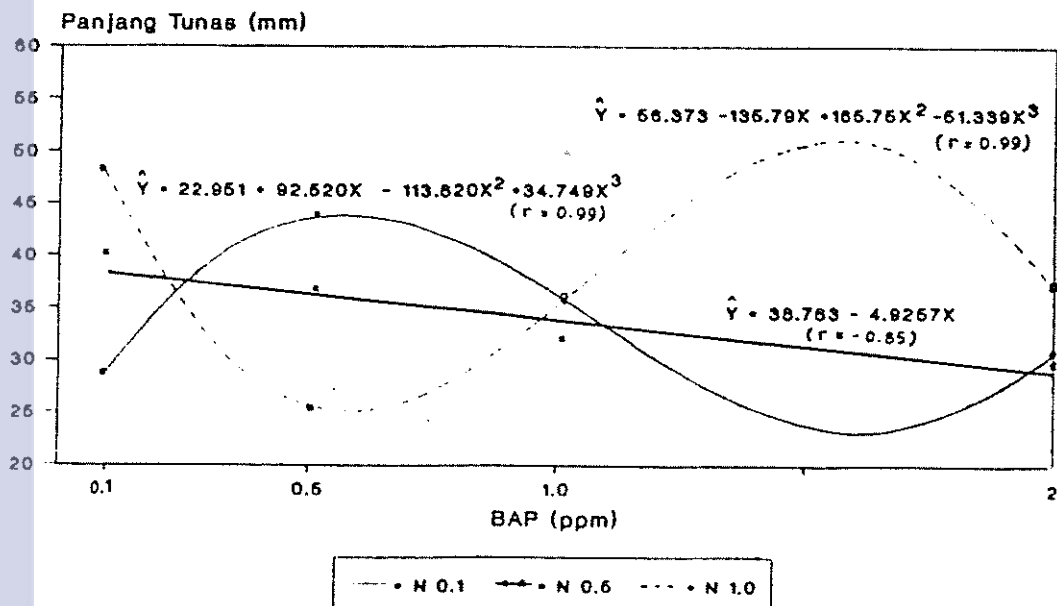
Gambar 3. Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Inisiasi Awal pada 4 MST

Pada taraf NAA 0.5 mg l^{-1} , perlakuan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun yang muncul, sedangkan pada taraf NAA 1.0 mg l^{-1} , perlakuan BAP mempengaruhi jumlah daun yang muncul secara linier. Jumlah daun yang muncul semakin bertambah hingga mencapai 9.3 dengan bertambahnya konsentrasi BAP sampai 2.0 mg l^{-1} .

Jika dilihat dari jumlah tunas dan jumlah daun yang muncul, ternyata jumlah tunas yang tinggi tidak diikuti oleh jumlah daun yang tinggi terutama pada NAA 0.1 mg l^{-1} . Tunas-tunas yang banyak tidak menunjukkan perkembangan daun seperti tunas dengan jumlah yang sedikit.

Tunas Terpanjang

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tunas terpanjang sangat nyata dipengaruhi oleh interaksi antara BAP dengan NAA. Berdasarkan uji polinomial ortogonal dapat dilihat bahwa pada taraf konsentrasi NAA 0.1 mg l^{-1} , pengaruh peningkatan konsentrasi BAP berbentuk kubik. Pemberian BAP hingga konsentrasi 0.54 mg l^{-1} meningkatkan panjang tunas terpanjang mencapai nilai maksimum 45.2 mm, kemudian menurun hingga mencapai nilai minimum 21.8 mm pada konsentrasi BAP 1.64 mg l^{-1} dan selanjutnya panjang tunas meningkat kembali pada konsentrasi BAP yang lebih dari 1.64 mg l^{-1} (Gambar 4).



Gambar 4. Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Pertumbuhan Tunas Terpanjang pada Tahap Inisiasi Awal pada 4 MST

Pada taraf konsentrasi NAA 0.5 mg l^{-1} , pengaruh peningkatan konsentrasi BAP menyebabkan panjang tunas terpanjang menurun secara linier. Pengaruh peningkatan konsentrasi BAP pada taraf konsentrasi NAA 1.0 mg l^{-1} berbentuk kubik. Nilai minimum panjang tunas adalah 23.3 mm yang dicapai pada konsentrasi BAP 0.55 mg l^{-1} , sedangkan nilai maksimum 53.1 mm dicapai pada konsentrasi BAP 1.60 mg l^{-1} . Hasil ini menunjukkan bahwa apabila konsentrasi NAA dinaikkan secara logaritmik 10 x, yaitu dari 0.1 menjadi 1.0 mg l^{-1} maka respon tinggi pucuk terhadap peningkatan konsentrasi BAP menjadi terbalik.

Jumlah Akar

Pada tahap inisiasi awal, disamping membentuk tunas beberapa perlakuan juga mampu membentuk akar dari kalus. Pembentukan akar terjadi pada konsentrasi BAP yang rendah, yaitu BAP 0.1 mg l^{-1} dan kombinasi BAP 0.5 mg l^{-1} dengan NAA 0.1 mg l^{-1} . Persentase kultur yang berakar terbanyak adalah pada BAP 0.1 mg l^{-1} dan NAA 0.1 mg l^{-1} (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase Kultur yang Berakar dan Jumlah Akar yang Muncul pada Tahap Inisiasi Awal 4 MST.

BAP	NAA	Persentase berakar (%)	Jumlah akar
0.1	0.1	60 (6/10)	3.4
	0.5	50 (5/10)	2.4
	1.0	30 (3/10)	1.0
0.5	0.1	20 (2/10)	0.4

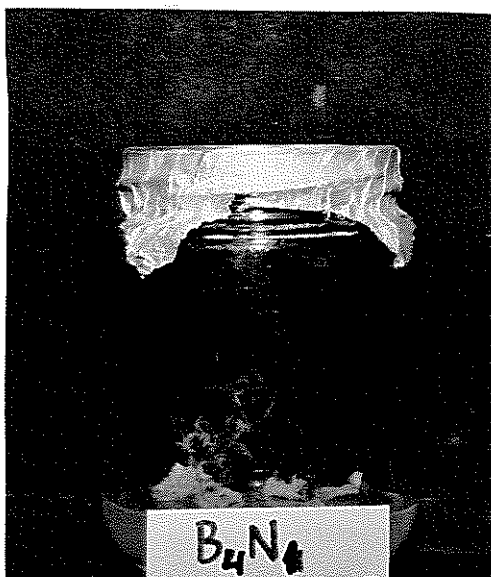
catatan : Persentase kultur yang berakar untuk kombinasi perlakuan yang lain = 0

Akar yang terbentuk tidak berhubungan langsung dengan tunas yang muncul pada kalus yang sama. Menurut George dan Sherington (1984) akar yang terbentuk dari kalus tidak mempunyai hubungan pembuluh dengan tunas yang terbentuk dari kalus yang sama. Hal ini menyebabkan akar yang terbentuk dari kalus kurang mempunyai peranan yang penting pada perbanyakan tanaman secara *in vitro* karena tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik jika ditanam di lapang.

Secara umum pada tahap inisiasi awal semua kultur dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Penambahan konsentrasi BAP sampai 1.5 mg l^{-1} ternyata meningkatkan jumlah tunas, tetapi konsentrasi BAP yang semakin meningkat menyebabkan akar tidak terbentuk. Dengan demikian konsentrasi BAP menentukan arah perkembangan kultur sengon. Pierik (1987) menyatakan bahwa sitokinin pada konsentrasi tinggi ($1-10 \text{ mg l}^{-1}$) merangsang pembentukan tunas adventif, tetapi pembentukan akar menjadi terhambat. Sedangkan pemberian konsentrasi NAA yang semakin meningkat ternyata menurunkan jumlah tunas. Hal ini berarti penambahan auksin eksogen yaitu NAA sampai taraf 1.0 mg l^{-1} menghambat pertumbuhan tunas pada kultur sengon. Aktivitas auksin yang menghambat pembentukan tunas pada konsentrasi tinggi sudah banyak dilaporkan oleh para ahli pada berbagai jenis tanaman (Murashige dan Skoog (1974); Hartman dan Kester (1983); Hussey (1987) dan Pierik (1987)).

2. Subkultur I eksplan tunas terminal

Setelah berumur 1 minggu, setiap kultur pada tahap subkultur I mulai membentuk kalus, kemudian tunas mulai muncul dari kalus pada minggu selanjutnya. Kultur sengon yang berasal dari eksplan tunas terminal dapat dilihat pada Gambar 5. Sampai umur 6 MST, akar tidak terbentuk pada semua perlakuan dengan menggunakan eksplan pucuk terminal dan tunas aksilar.

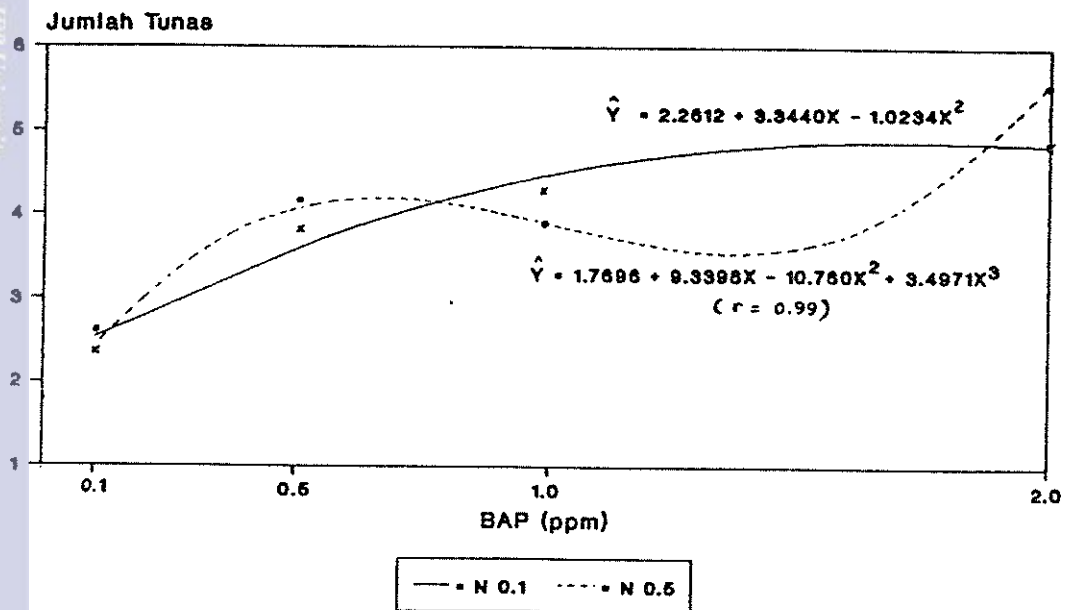


Gambar 5. Kultur Sengon yang Berumur 6 MST pada Tahap Subkultur I yang Berasal dari Eksplan Tunas Terminal

Jumlah Tunas

Jumlah tunas sangat nyata dipengaruhi oleh konsentrasi BAP dan nyata dipengaruhi oleh interaksi antara BAP dengan NAA. Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa pada taraf konsentrasi NAA 0.1 mg l^{-1} , jumlah tunas

yang muncul berbentuk kurva kuadratik sejalan dengan peningkatan konsentrasi BAP. Peningkatan konsentrasi BAP sampai taraf 1.63 mg l^{-1} menghasilkan nilai maksimum jumlah tunas yaitu 5.0, kemudian jumlah tunas menurun pada konsentrasi BAP yang lebih dari 1.63 mg l^{-1} (Gambar 6).



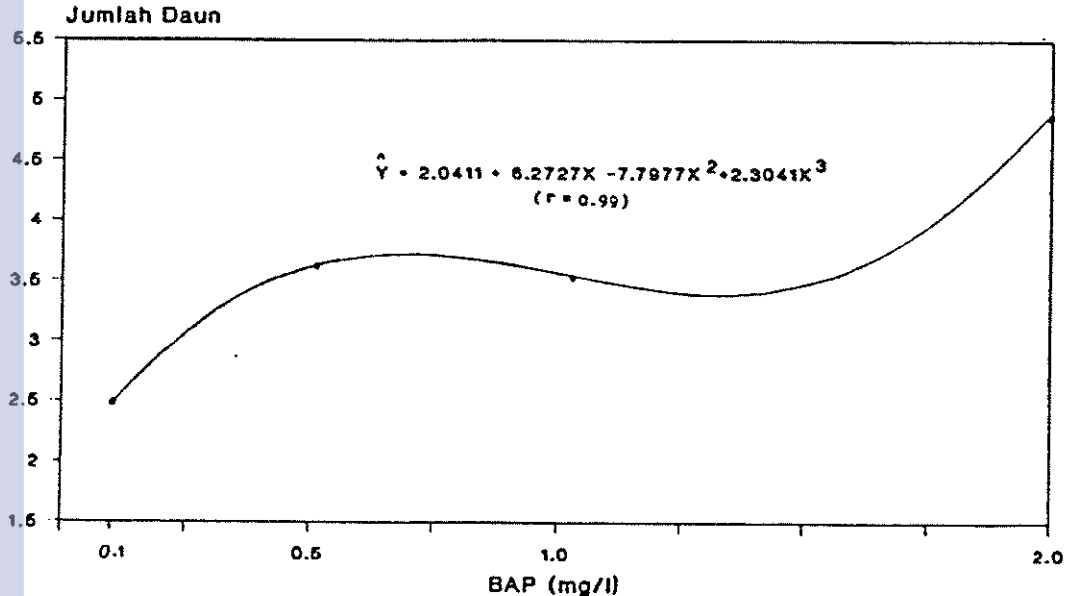
Gambar 6. Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Tunas Terminal 6 MST

Pada taraf NAA 0.5 mg l^{-1} , pengaruh konsentrasi BAP terhadap jumlah tunas berbentuk kubik. Peningkatan konsentrasi BAP sampai 0.63 mg l^{-1} meningkatkan jumlah tunas pada nilai maksimum 4.3, kemudian peningkatan konsentrasi BAP sampai 1.41 mg l^{-1} menurunkan jumlah tunas sampai mencapai nilai minimum 3.5 dan jumlah tunas meningkat lagi pada konsentrasi BAP yang lebih tinggi. Konsentrasi BAP pada taraf NAA 1.0 mg l^{-1} tidak berpengaruh nyata terhadap

jumlah tunas. Jumlah tunas yang terbentuk lebih rendah daripada tahap inisiasi awal.

Jumlah Daun

Jumlah daun sangat nyata dipengaruhi oleh konsentrasi BAP. Berdasarkan uji polinomial ortogonal, pengaruh BAP terhadap jumlah daun menunjukkan kurva kubik. Peningkatan konsentrasi BAP sampai 0.66 mg l^{-1} meningkatkan jumlah daun mencapai nilai maksimum 3.8, kemudian jumlah daun menurun sampai nilai minimum 3.3 sejalan dengan meningkatnya konsentrasi BAP pada 1.37 mg l^{-1} . Jumlah daun meningkat kembali pada konsentrasi BAP yang lebih tinggi dari 1.37 mg l^{-1} (Gambar 7).

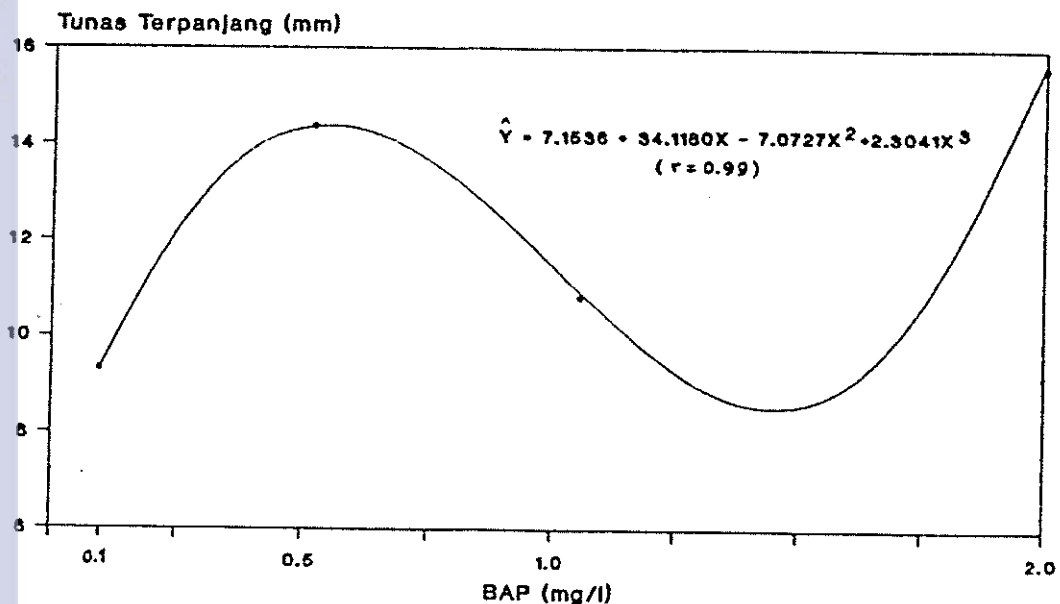


Gambar 7. Pengaruh Faktor Tunggal BAP terhadap Jumlah Daun pada Tahap Subkultur I Eksplan Tunas Terminal pada 6 MST



Tunas Terpanjang

Tunas terpanjang sangat nyata dipengaruhi oleh konsentrasi BAP, sedangkan konsentrasi NAA dan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa pengaruh BAP terhadap tunas terpanjang berbentuk kubik (Gambar 8).



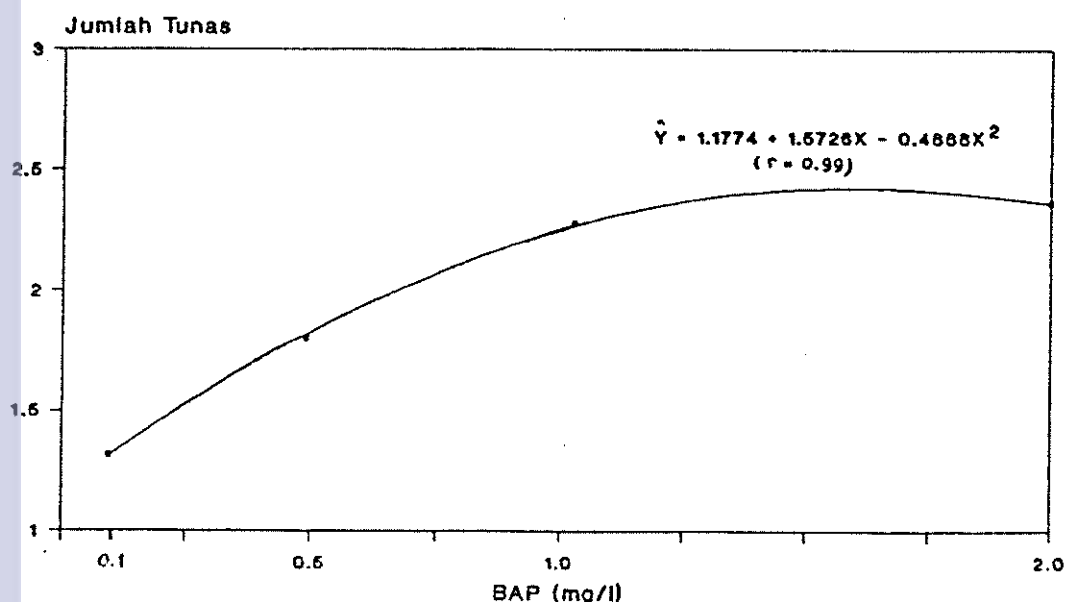
Gambar 8. Pengaruh Faktor Tunggal BAP terhadap Pertumbuhan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur I Eksplan Tunas Terminal pada 4 MST

Peningkatan konsentrasi BAP sampai 0.51 mg l^{-1} meningkatkan panjang tunas mencapai nilai maksimum 14.9 mm, setelah itu panjang tunas menurun hingga mencapai nilai minimum 8.0 mm dengan meningkatnya konsentrasi BAP pada 1.49 mg l^{-1} . Akhirnya peningkatan konsentrasi yang lebih besar dari 1.49 mg l^{-1} meningkatkan panjang tunas.

3. Subkultur I eksplan mata tunas aksilar

Jumlah Tunas

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jumlah tunas sangat nyata dipengaruhi oleh konsentrasi BAP. Dari uji polinomial ortogonal terlihat bahwa konsentrasi BAP mempengaruhi jumlah tunas yang muncul secara kuadratik. Peningkatan konsentrasi BAP sampai taraf 1.61 mg l^{-1} meningkatkan jumlah tunas sampai nilai maksimum 2.4, kemudian jumlah tunas menurun pada konsentrasi BAP yang lebih dari 1.61 mg l^{-1} (Gambar 9).



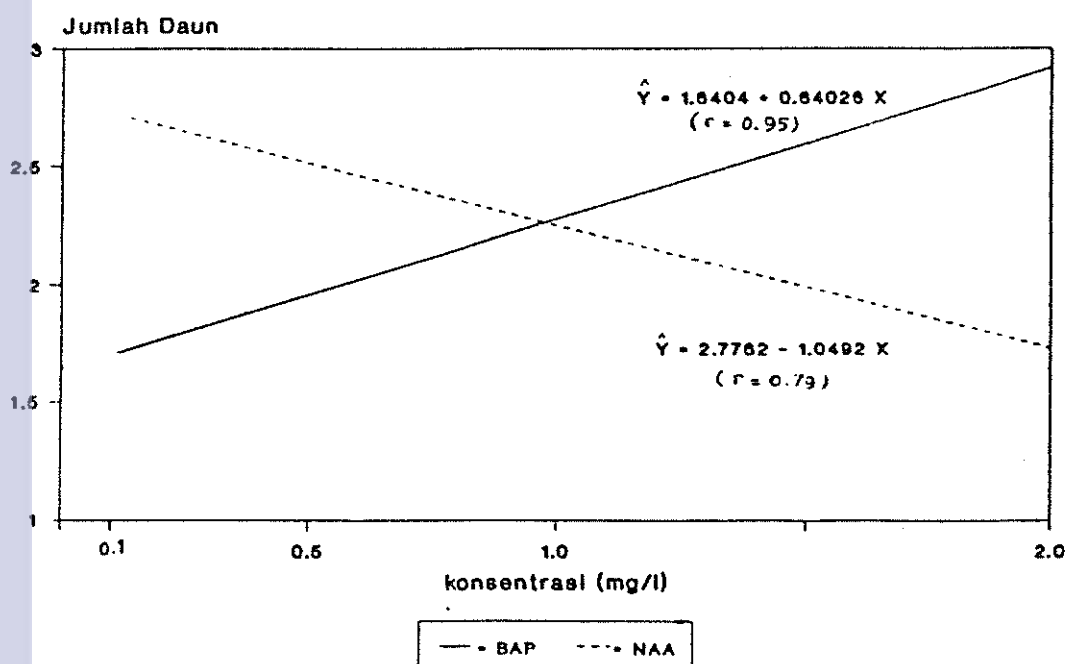
Gambar 9. Pengaruh Faktor Tunggal BAP terhadap Jumlah Tunas pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar 6 MST

Jumlah Daun

Konsentrasi BAP dan NAA sangat nyata mempengaruhi jumlah daun, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh

nyata. Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi BAP terhadap jumlah daun berbentuk kuadratik. Konsentrasi BAP yang semakin meningkat pada 1.74 mg l^{-1} menyebabkan jumlah daun meningkat mencapai nilai maksimum 2.8, kemudian jumlah daun menurun pada konsentrasi BAP yang lebih dari 1.74 mg l^{-1} .

Konsentrasi NAA mempengaruhi jumlah daun yang muncul secara linier, jumlah daun semakin menurun mulai dari 2.7 daun sampai dengan 1.8 daun dengan meningkatnya konsentrasi NAA sampai 1.0 mg l^{-1} (Gambar 10).



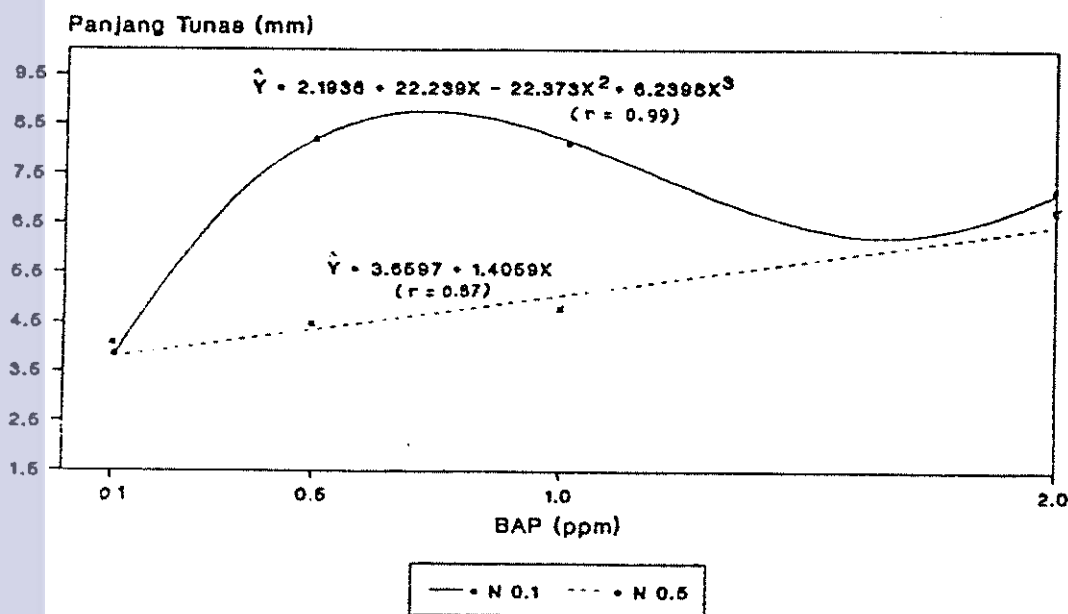
Gambar 10. Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA terhadap Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 6 MST

Tunas Terpanjang

Konsentrasi BAP, NAA dan interaksinya sangat nyata berpengaruh terhadap panjang tunas terpanjang.

Berdasarkan uji polinomial ortogonal dapat dilihat bahwa pengaruh konsentrasi BAP pada taraf NAA 0.1 mg l^{-1} terhadap panjang tunas terpanjang berbentuk kurva kubik. Tunas terpanjang maksimum yaitu 8.9 mm didapat dari perlakuan BAP 0.70 mg l^{-1} , sedangkan tunas terpanjang minimum yaitu 6.0 mm didapat dari perlakuan BAP 1.69 mg l^{-1} .

Peningkatan konsentrasi BAP pada taraf NAA 0.5 mg l^{-1} meningkatkan panjang tunas terpanjang secara linier hingga mencapai 6.5 mm . Pada taraf NAA 1.0 mg l^{-1} , peningkatan konsentrasi BAP tidak berpengaruh nyata terhadap panjang tunas terpanjang (Gambar 11).



Gambar 11. Pengaruh Interaksi antara BAP dengan NAA terhadap Pertumbuhan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 6 MST

Hasil percobaan menunjukkan bahwa taraf konsentrasi BAP yang menghasilkan jumlah tunas terbanyak pada eksplan tunas terminal sama dengan percobaan eksplan tunas aksilar. Pada eksplan tunas terminal, jumlah tunas yang muncul paling banyak adalah 5.0 tunas yaitu pada perlakuan BAP 1.6 mg l^{-1} yang dikombinasikan dengan NAA 0.1 mg l^{-1} , sedangkan dengan menggunakan eksplan tunas aksilar, jumlah tunas yang muncul paling banyak adalah 2.4 tunas pada perlakuan BAP 1.6 mg l^{-1} . Jumlah tunas yang muncul paling sedikit dijumpai pada perlakuan BAP yang rendah. Hal yang serupa terjadi pula pada jumlah daun yang muncul. Pada konsentrasi BAP yang rendah, jumlah daun muncul paling sedikit dan pada konsentrasi tinggi jumlah daun muncul paling banyak.

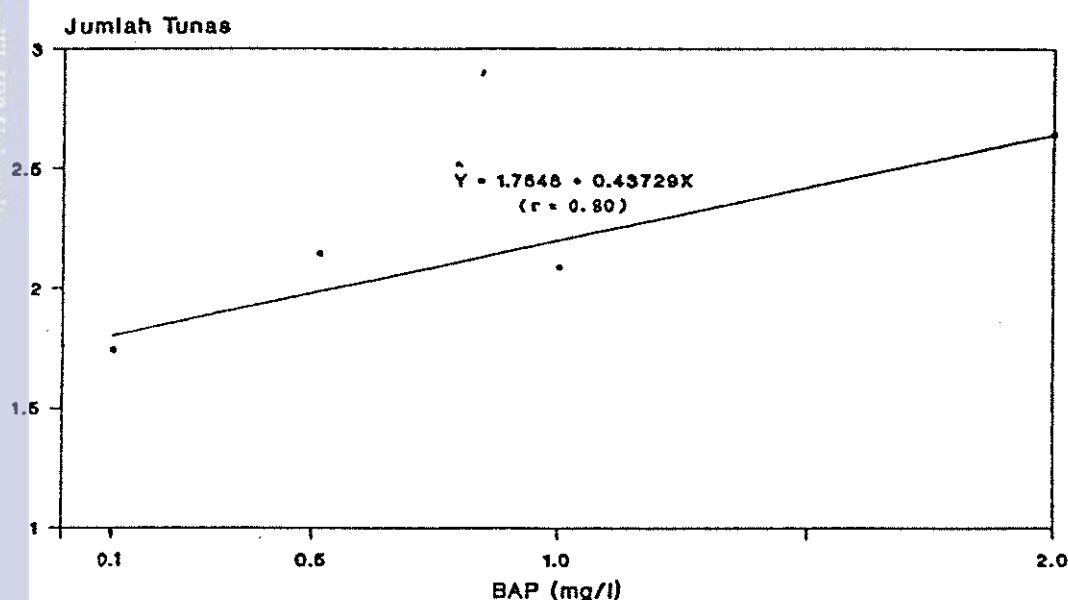
Tinggi tunas terpanjang pada tahap subkultur I eksplan tunas terminal dan aksilar mengalami penurunan bila dibandingkan dengan tahap inisiasi awal. Rata-rata keseluruhan tinggi tunas terpanjang pada tahap inisiasi awal adalah 35 mm, sedangkan pada tahap subkultur I eksplan tunas terminal rata-rata tinggi tunas terpanjang adalah 13 mm dan eksplan tunas aksilar 5.7 mm.

4. Subkultur II Eksplan Tunas Terminal

Jumlah Tunas

Jumlah tunas sangat nyata dipengaruhi oleh konsentrasi BAP, sedangkan NAA dan interaksinya tidak berbeda

nyata. Dari uji polinomial ortogonal dapat dilihat bahwa konsentrasi BAP mempengaruhi jumlah tunas secara linier. Jumlah tunas semakin meningkat sampai 2.6 sejalan dengan peningkatan konsentrasi BAP hingga 2.0 mg l^{-1} (Gambar 12).



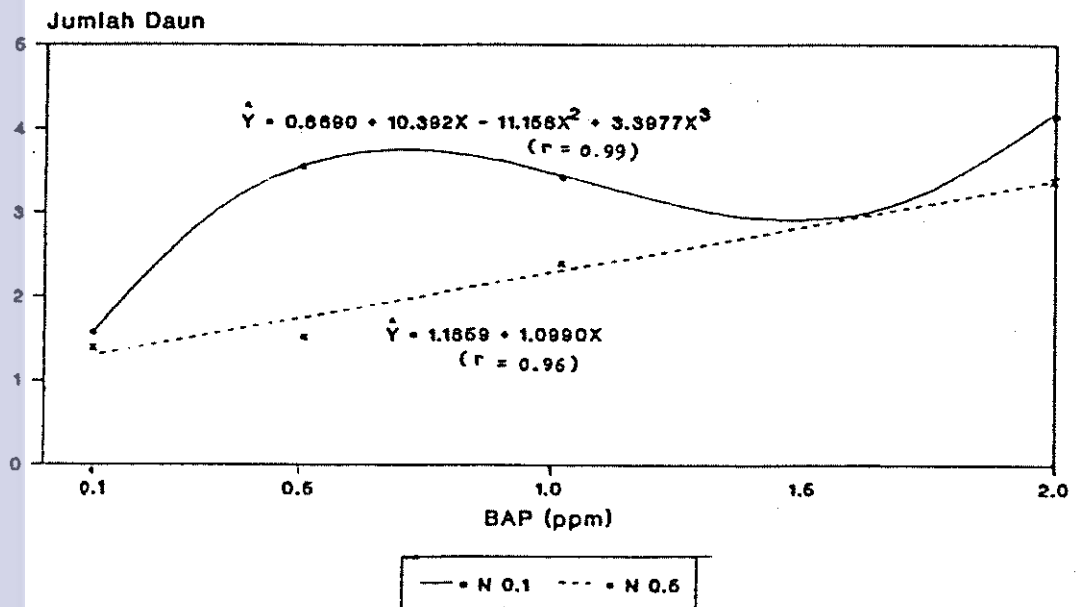
Gambar 12. Pengaruh Faktor Tunggal BAP terhadap Jumlah Tunas pada Tahap Subkultur II Eksplan Tunas Terminal pada 4 MST

Jumlah Daun

Konsentrasi BAP dan NAA serta interaksinya sangat nyata mempengaruhi jumlah daun. Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa pada taraf NAA 0.1 mg l^{-1} , pengaruh BAP terhadap jumlah daun yang muncul berbentuk kubik. Peningkatan konsentrasi BAP sampai 0.67 mg l^{-1} meningkatkan jumlah daun hingga mencapai nilai maksimum 3.8, kemudian jumlah daun menurun sampai nilai minimum 2.8 sejalan dengan peningkatan konsentrasi BAP pada 1.52 mg l^{-1} ,

setelah itu jumlah daun terus meningkat pada konsentrasi BAP yang lebih dari 1.52 mg l^{-1} .

Pada taraf NAA 0.5 mg l^{-1} , pengaruh BAP terhadap jumlah daun berbentuk linier. Peningkatan konsentrasi BAP sampai 2.0 mg l^{-1} meningkatkan jumlah daun yang muncul hingga mencapai 3.4 daun. Konsentrasi BAP tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun yang muncul pada taraf NAA 1.0 mg l^{-1} (Gambar 13).



Gambar 13. Pengaruh Interaksi antara BAP dengan NAA terhadap Jumlah Daun pada Tahap Subkultur II Eksplan Tunas Terminal pada 4 MST

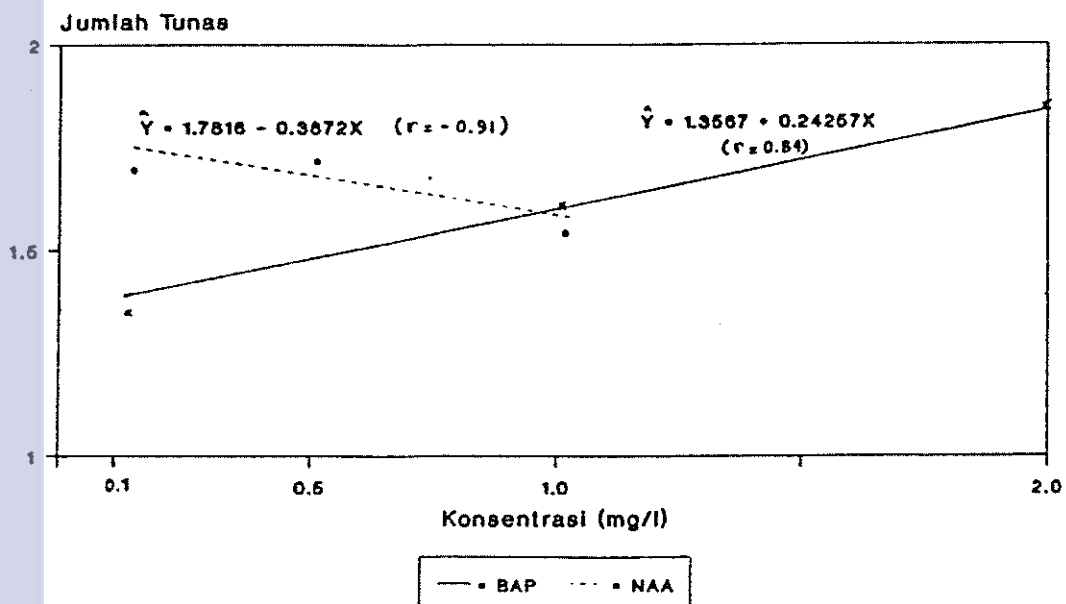
Tunas Terpanjang

Konsentrasi BAP, NAA dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tunas terpanjang.

5. Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar

Jumlah Tunas

Jumlah tunas nyata dipengaruhi oleh konsentrasi BAP dan sangat nyata dipengaruhi oleh konsentrasi NAA. Dari uji polinomial ortogonal dapat dilihat bahwa baik konsentrasi BAP maupun konsentrasi NAA mempengaruhi jumlah tunas secara linier. Jumlah tunas meningkat dengan adanya peningkatan konsentrasi BAP hingga mencapai 1.8 tunas, sedangkan peningkatan konsentrasi NAA menurunkan jumlah tunas majemuk yang muncul sampai 1.4 tunas (Gambar 14).

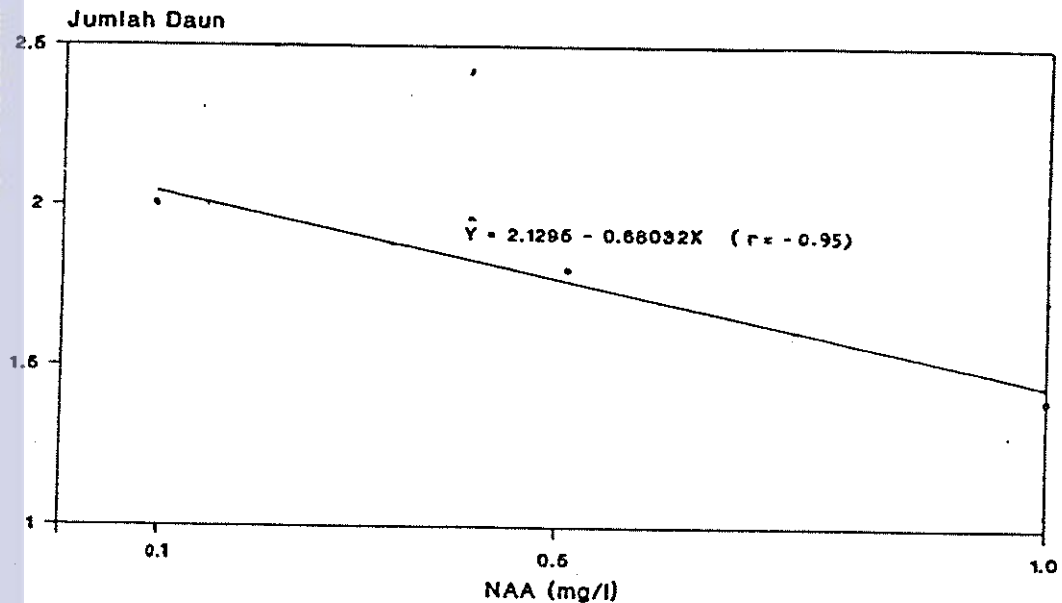


Gambar 14. Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA terhadap Jumlah Tunas pada Tahap Subkultur II, Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST

Jumlah Daun

Konsentrasi NAA berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, sedangkan BAP dan interaksinya tidak berpengaruh

nyata. Dari uji polinomial ortogonal dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi NAA menurunkan jumlah daun secara linier hingga mencapai 1.2 daun pada taraf konsentrasi NAA 1.0 mg l^{-1} (Gambar 15).



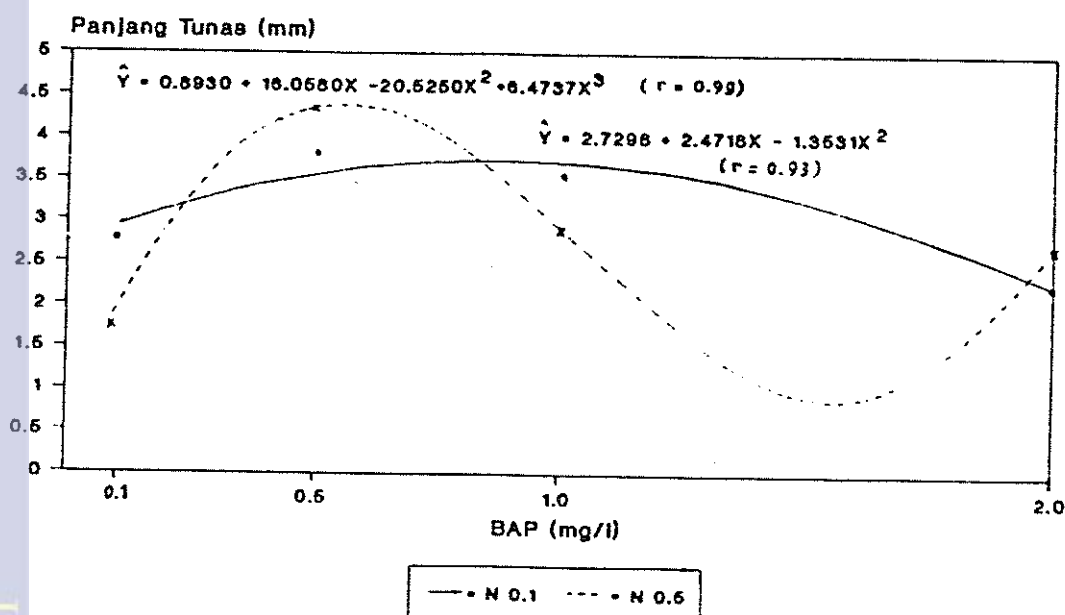
Gambar 15. Pengaruh Faktor Tunggal NAA terhadap Jumlah Daun pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST

Tunas Terpanjang

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi BAP, NAA dan interaksinya sangat nyata mempengaruhi pertumbuhan tunas terpanjang. Berdasarkan uji polinomial ortogonal, pada taraf NAA 0.1 mg l^{-1} konsentrasi BAP mempengaruhi pertumbuhan tunas terpanjang secara kuadratik. Peningkatan konsentrasi BAP pada 0.91 mg l^{-1} meningkatkan pertumbuhan tunas terpanjang sampai nilai maksimum 3.9 mm,

kemudian tunas terpanjang menurun pada konsentrasi BAP yang lebih dari 0.91 mg l^{-1} .

Pada taraf konsentrasi NAA 0.5 mg l^{-1} , pertumbuhan tunas majemuk menunjukkan pola kubik sejalan dengan peningkatan konsentrasi BAP. Peningkatan konsentrasi BAP sampai 0.52 mg l^{-1} meningkatkan pertumbuhan tunas terpanjang mencapai nilai maksimum 4.6 mm , kemudian peningkatan konsentrasi BAP sampai 1.6 mg l^{-1} menurunkan tunas terpanjang mencapai nilai 0.56 mm dan pertumbuhan tunas terpanjang meningkat kembali sejalan dengan peningkatan konsentrasi BAP lebih dari 1.6 mg l^{-1} . Pada taraf NAA 1.0 mg l^{-1} , konsentrasi BAP tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tunas terpanjang (Gambar 16).



Gambar 16. Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Pertumbuhan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST

Dari hasil inisiasi awal, subkultur I dan subkultur II, diperoleh kenyataan bahwa kandungan hormon tumbuh endogen berbeda-beda sehingga responnya terhadap konsentrasi yang diberikan berbeda pula. Pada tahap subkultur, konsentrasi BAP yang menghasilkan jumlah tunas terbanyak lebih tinggi dari inisiasi awal.

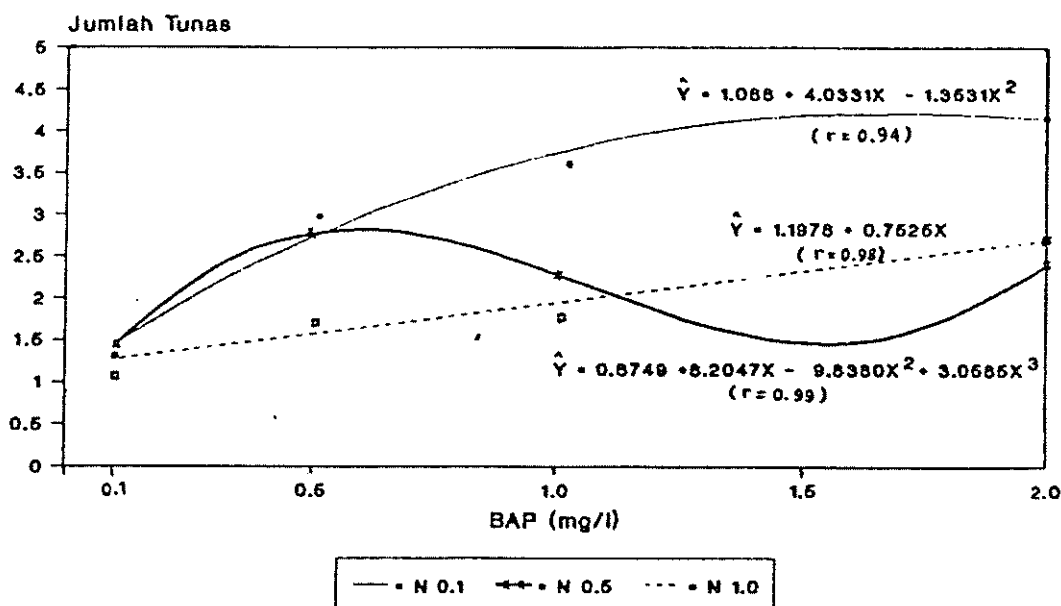
6. Subkultur III Eksplan Tunas Terminal

Jumlah Tunas

Jumlah tunas sangat nyata dipengaruhi oleh konsentrasi BAP, NAA dan interaksinya. Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa pada taraf NAA 0.1 mg l^{-1} , pengaruh BAP terhadap jumlah tunas berbentuk kuadratik. Peningkatan konsentrasi BAP sampai 1.61 mg l^{-1} meningkatkan jumlah tunas mencapai nilai maksimum 4.3, kemudian jumlah tunas menurun pada taraf BAP yang lebih dari 1.61 mg l^{-1} .

Pada taraf NAA 0.5 mg l^{-1} , pengaruh BAP terhadap jumlah tunas berbentuk kubik. Peningkatan konsentrasi BAP sampai 0.57 meningkatkan jumlah tunas hingga mencapai nilai maksimum 2.9, kemudian peningkatan konsentrasi BAP sampai 1.58 mg l^{-1} menurunkan jumlah tunas sampai nilai minimum 1.3 dan jumlah tunas meningkat kembali pada konsentrasi BAP yang lebih dari 1.58 mg l^{-1} .

Pada taraf NAA 1.0 mg l^{-1} , peningkatan konsentrasi BAP sampai 2.0 mg l^{-1} meningkatkan jumlah tunas secara linier menjadi 2.7 tunas (Gambar 17).



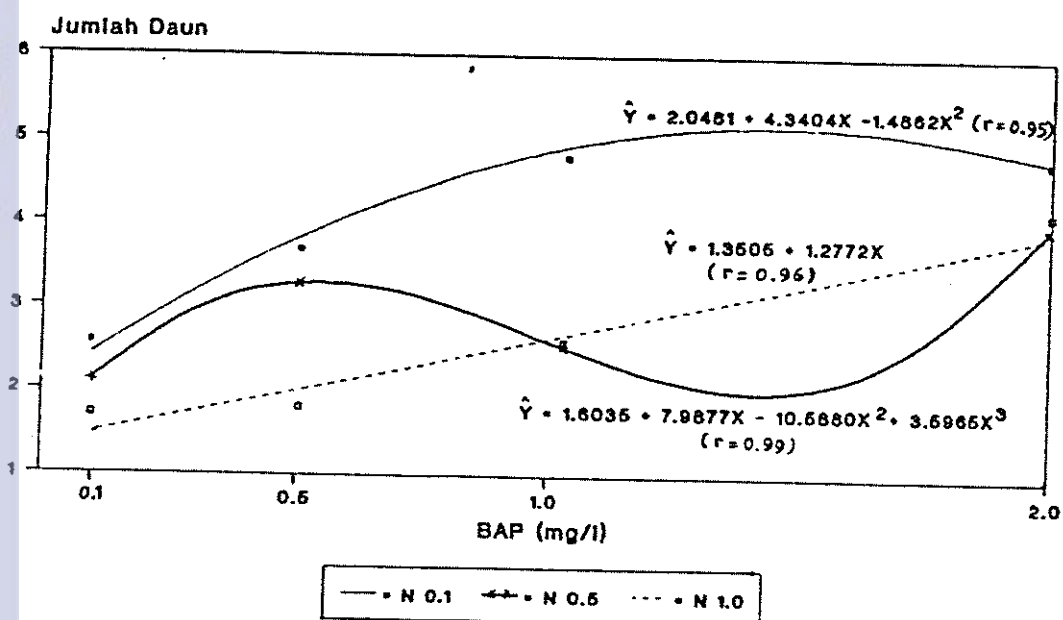
Gambar 17. Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Jumlah Tunas pada Tahap Subkultur III Eksplan Tunas Terminal pada 4 MST

Jumlah Daun

Jumlah daun sangat nyata dipengaruhi oleh konsentrasi BAP dan NAA, sedangkan interaksi BAP dengan NAA nyata mempengaruhi jumlah daun. Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa pada taraf NAA 0.1 mg l^{-1} , pengaruh konsentrasi BAP terhadap jumlah daun berbentuk kuadratik dengan nilai maksimum 5.2 daun pada konsentrasi BAP 1.46 mg l^{-1} .

Pada taraf NAA 0.5 mg l^{-1} , pengaruh konsentrasi BAP berbentuk kubik. Peningkatan konsentrasi BAP sampai taraf 0.57 mg l^{-1} meningkatkan jumlah daun sampai nilai maksimum 3.4, kemudian peningkatan BAP sampai taraf 1.45 mg l^{-1} menurunkan jumlah daun mencapai nilai minimum 1.9

dan pada konsentrasi BAP yang lebih dari 1.45 mg l⁻¹ jumlah daun kembali meningkat. Pada taraf NAA 1.0 mg l⁻¹, peningkatan konsentrasi BAP akan meningkatkan jumlah daun secara linier (Gambar 18).



Gambar 18. Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA terhadap Jumlah Daun pada Tahap Subkultur III Eksplan Tunas Terminal pada 4 MST

Tunas Terpanjang

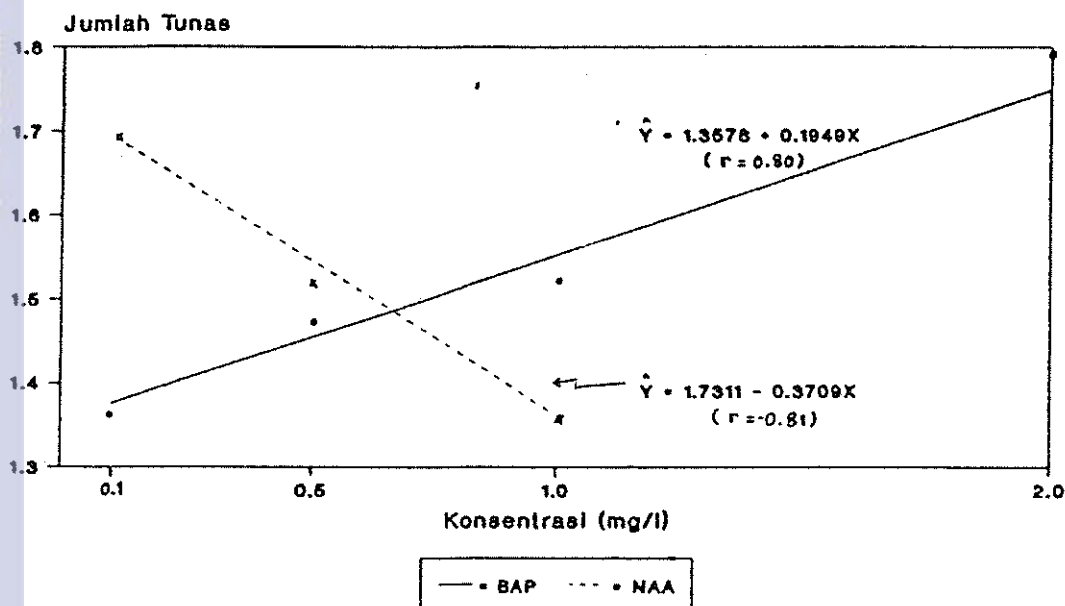
Konsentrasi BAP, NAA dan interaksinya tidak nyata mempengaruhi pertumbuhan tunas terpanjang.

7. Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar

Jumlah Tunas

Konsentrasi BAP dan NAA nyata mempengaruhi jumlah tunas. Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa konsentrasi BAP yang semakin meningkat menyebabkan jumlah

tunas majemuk semakin meningkat secara linier sampai 1.7 tunas. Sebaliknya, peningkatan konsentrasi NAA menurunkan jumlah tunas majemuk secara linier hingga mencapai 1.4 tunas (Gambar 19).



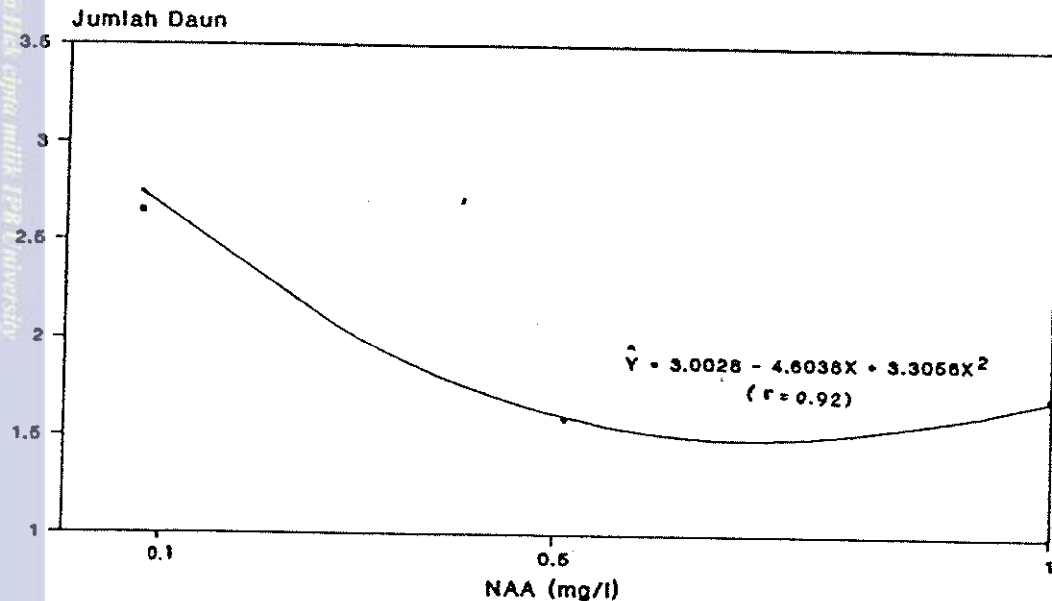
Gambar 19. Pengaruh Faktor Tunggal BAP terhadap Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST

Jumlah Daun

Jumlah daun sangat nyata dipengaruhi oleh konsentrasi NAA, sedangkan konsentrasi BAP dan interaksi antara BAP dan NAA tidak berpengaruh nyata.

Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa pengaruh NAA terhadap jumlah daun berbentuk kuadratik. Peningkatan konsentrasi NAA hingga 0.7 mg l^{-1} menurunkan jumlah daun mencapai nilai minimum 1.4, kemudian jumlah

daun meningkat pada konsentrasi NAA yang lebih dari 0.7 mg l^{-1} (Gambar 20).



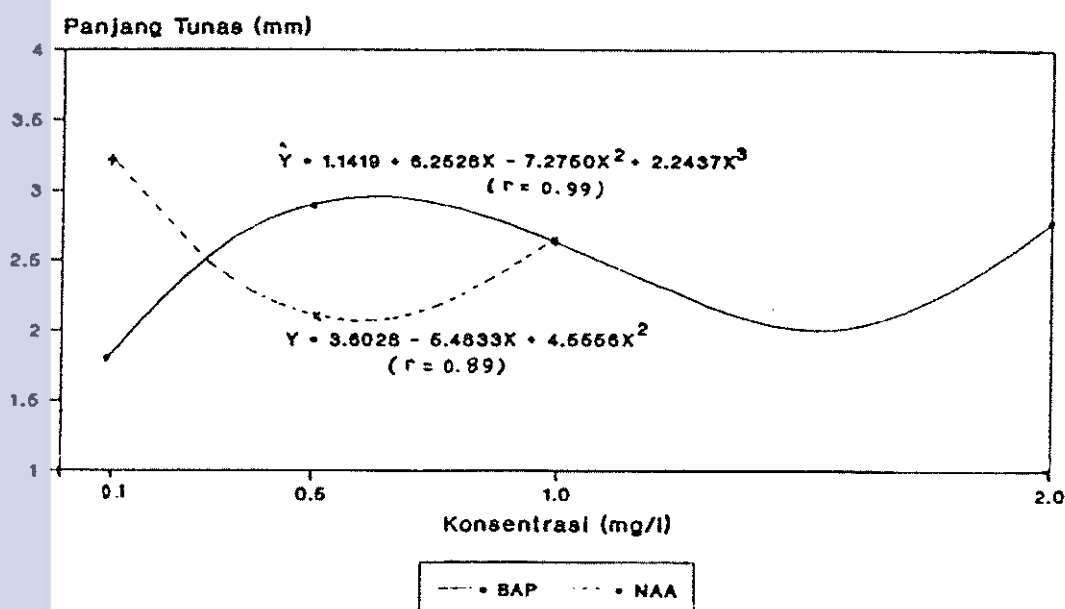
Gambar 20. Pengaruh Faktor Tunggal NAA terhadap Jumlah Daun pada Tahap Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST

Tunas Terpanjang

Tunas terpanjang sangat nyata dipengaruhi oleh konsentrasi BAP dan NAA, sedangkan interaksinya tidak berbeda nyata. Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan bahwa konsentrasi BAP mempengaruhi pertumbuhan tunas terpanjang secara kubik. Peningkatan konsentrasi BAP sampai 0.59 mg l^{-1} meningkatkan pertumbuhan tunas terpanjang hingga mencapai nilai maksimum 3.0 mm , kemudian pertumbuhan tunas terpanjang menurun sampai 2.0 mm dengan meningkatnya konsentrasi BAP pada 1.56 mg l^{-1} . Akhirnya pertumbuhan tunas

terpanjang meningkat kembali pada konsentrasi BAP yang lebih dari 1.56 mg l^{-1} (Gambar 21).

Konsentrasi NAA mempengaruhi pertumbuhan tunas terpanjang secara kuadratik. Peningkatan konsentrasi NAA sampai 0.6 mg l^{-1} menurunkan jumlah tunas hingga mencapai nilai mini-mum 2.0 kemudian pertumbuhan tunas terpanjang meningkat kembali pada konsentrasi NAA yang lebih dari 0.6 mg l^{-1} .



Gambar 21. Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA terhadap Pertumbuhan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar pada 4 MST

Secara umum pada tahap subkultur II dan subkultur III, konsentrasi BAP yang tinggi yaitu 2.0 mg l^{-1} menghasilkan jumlah tunas paling banyak, baik dengan menggunakan eksplan tunas terminal maupun eksplan tunas aksilar.

Jumlah tunas terendah dijumpai pada perlakuan BAP rendah yaitu 0.1 mg l^{-1} .

Kultur yang diamati pada tahap subkultur II tidak seluruhnya dapat bermultiplikasi dengan baik, berbeda halnya dengan tahap inisiasi awal dan subkultur I eksplan tunas terminal yang dapat membentuk tunas majemuk pada seluruh kultur (persentase multiplikasi = 100 %). Kultur yang mampu bermultiplikasi dapat dilihat dari persentase multiplikasi kultur seperti yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Multiplikasi dari Kultur pada Tahap Subkultur I, Subkultur II dan Subkultur III

NAA (mg l ⁻¹)	BAP (mg l ⁻¹)	SK 1	SK 2		SK 3	
		aksilar	terminal	aksilar	terminal	aksilar
		 %				
0.1	0.1	50	80	20	30	30
	0.5	90	90	50	90	70
	1.0	70	90	60	100	50
	2.0	100	90	50	100	60
0.5	0.1	40	50	30	40	10
	0.5	50	70	50	100	60
	1.0	90	70	50	80	30
	2.0	90	100	100	70	30
1.0	0.1	30	40	20	20	20
	0.5	40	70	30	60	30
	1.0	60	70	30	70	30
	2.0	70	100	30	90	70
Rata- rata		65	77	43	71	41

Keterangan : masing-masing perlakuan berasal dari 10 ulangan

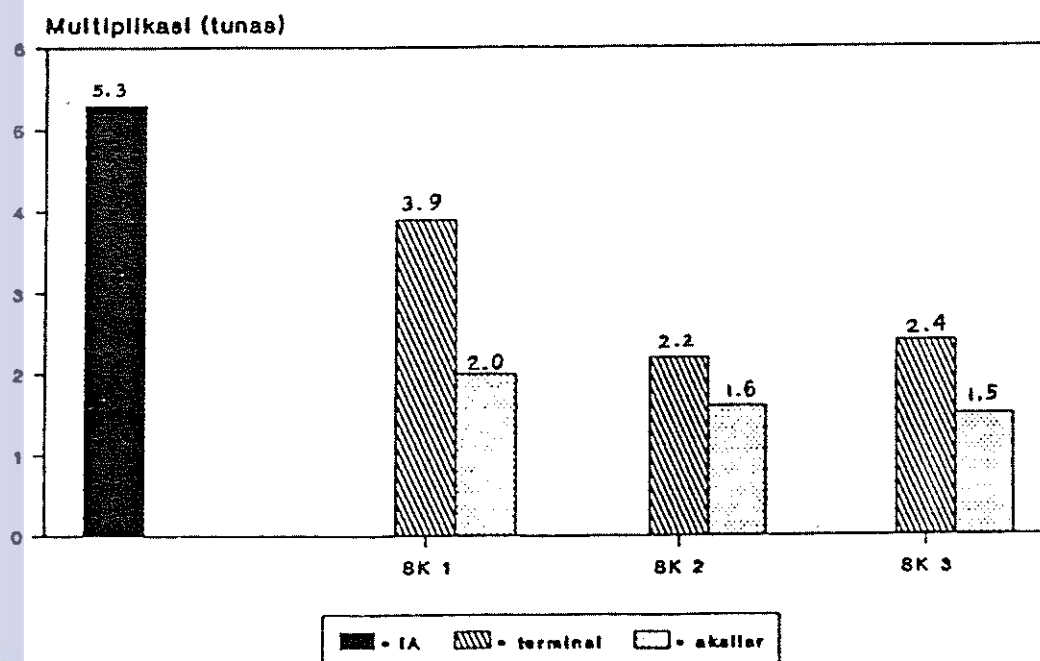
Dilihat dari tinggi tunas terpanjang, maka penurunan tinggi tunas terpanjang dari tahap inisiasi awal ke tahap subkultur I masih terus berlanjut pada tahap subkultur II dan subkultur III dengan menggunakan eksplan tunas aksilar. Jika dilihat rata-rata keseluruhan tinggi tunas terpanjang, maka tinggi tunas terpanjang pada tahap subkultur II adalah 2.8 mm dan tahap subkultur III 2.6 mm.

Penurunan tinggi tunas terpanjang disebabkan karena adanya efek penekanan pertumbuhan oleh BAP. Periode subkultur yang semakin meningkat menyebabkan akumulasi BAP pada tanaman sehingga pertumbuhan tunas terpanjang menjadi terhambat. Penekanan pertumbuhan karena adanya akumulasi BAP pada tanaman juga terlihat pada eksplan tunas terminal. Setelah berumur 4 minggu, tunas yang terpanjang umumnya adalah tunas terminal awal yang digunakan sebagai eksplan pada waktu subkultur. Dari hasil pengamatan sampai 4 MST hanya sedikit terjadi pertambahan tinggi tunas terminal.

Akumulasi BAP yang terjadi selama periode subkultur tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan tunas terpanjang, tetapi juga kemampuan multiplikasi kultur.

Jika dilihat dari kemantapan subkultur secara keseluruhan mulai dari tahap inisiasi awal sampai dengan tahap subkultur III, maka baik pada eksplan tunas terminal maupun pada eksplan mata tunas aksilar terjadi penurunan kemampuan multiplikasi pada masing-masing tahap subkultur.

Pada tahap inisiasi awal, rata-rata keseluruhan jumlah tunas majemuk yang muncul adalah 5.3 tunas, kemudian dengan menggunakan eksplan tunas terminal rata-rata keseluruhan jumlah tunas menurun menjadi 3.9 pada tahap subkultur I, menurun menjadi 2.2 pada tahap subkultur II dan akhirnya meningkat menjadi 2.4 tunas pada tahap subkultur III. Dengan menggunakan eksplan mata tunas aksilar, rata-rata keseluruhan jumlah tunas majemuk yang muncul menurun menjadi 2.0 pada subkultur I, menurun kembali pada tahap subkultur II menjadi 1.6 dan menurun menjadi 1.5 pada tahap subkultur III. Kemampuan multiplikasi pada masing-masing tahap dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Kemampuan Multiplikasi Kultur pada Tahap Inisiasi Awal, Subkultur I, Subkultur II dan Subkultur III

Hasil percobaan menunjukkan bahwa akumulasi BAP pada kultur menyebabkan beberapa kultur tidak mampu membentuk tunas majemuk. Kultur yang tidak mampu membentuk tunas majemuk mulai terlihat pada subkultur I yaitu pada eksplan tunas aksilar. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha untuk mengurangi akumulasi BAP pada tanaman sehingga kemampuan multiplikasi tanaman tidak turun dan pertumbuhan tunas terpanjang tetap tinggi. Usaha tersebut adalah dengan cara memindahkan kultur ke media dasar yang tidak mengandung zat pengatur tumbuh. Dengan cara demikian kultur dapat terus tumbuh dengan baik dan apabila disubkultur kembali ke media yang mengandung zat pengatur tumbuh, kemampuan multiplikasi dapat meningkat kembali.

Selain berbeda pada tiap subkultur, kemampuan multiplikasi kultur juga berbeda antara eksplan tunas terminal dengan tunas aksilar. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 22. Pada tahap subkultur I, kemampuan multiplikasi eksplan tunas terminal adalah 3.9, sedangkan pada eksplan tunas aksilar adalah 2.0. Demikian pula pada tahap subkultur II, kemampuan multiplikasi eksplan tunas terminal dan tunas aksilar masing-masing adalah 2.2 dan 1.6, sedangkan tahap subkultur III masing-masing adalah 2.4 pada eksplan tunas terminal dan 1.5 pada eksplan tunas aksilar. Jadi rata-rata jumlah tunas yang dihasilkan pada eksplan tunas terminal lebih banyak dibandingkan tunas aksilar.

Kemampuan eksplan yang berbeda antara tunas terminal dengan tunas aksilar disebabkan karena adanya pengaruh dominansi apikal dari tunas terminal terhadap tunas aksilar. Hormon yang berperan dalam peristiwa dominansi apikal adalah auksin endogen yaitu IAA (Wattimena, 1987). IAA disintesis oleh tanaman di pucuk-pucuk terminal, tepatnya pada meristem apikal. IAA yang dihasilkan pada meristem apikal kemudian ditranspor ke bagian pangkal tumbuhan dan selanjutnya menghambat perkembangan tunas aksilar. Tunas aksilar yang terletak dekat dengan meristem apikal tetap dorman, sedangkan yang terletak agak jauh dari pucuk dapat berkembang menjadi pucuk. Tunas aksilar yang terletak jauh dari ujung batang dapat berkembang karena letaknya yang jauh dari sumber IAA sehingga konsentrasi IAA pada daerah tersebut rendah dan tidak cukup kuat untuk menghambat pertumbuhan pucuk.

Selain pengaruh auksin endogen yang menghambat pembentukan tunas aksilar, penambahan auksin eksogen pada tanaman akan berakibat menurunkan jumlah tunas. Hal ini dapat dilihat pada tahap inisiasi awal, subkultur II eksplan tunas aksilar dan subkultur III eksplan tunas aksilar. Pada masing-masing tahap tersebut pemberian NAA dalam konsentrasi rendah menghasilkan jumlah tunas paling banyak, sedangkan dalam konsentrasi tinggi jumlah tunas yang muncul semakin berkurang.

Salah satu tujuan dari aplikasi teknik kultur jaringan adalah memperbanyak tanaman dalam jumlah banyak dalam waktu singkat. Khusus untuk memperbanyak tanaman secara cepat dalam jumlah besar perlu diperhatikan perlakuan terbaik yang menghasilkan jumlah tunas terbanyak. Pada tanaman berkayu atau tanaman dikotil seperti sengon, disamping jumlah tunas perlu diketahui pula jumlah daun per kultur, karena dari setiap ketiak daun akan muncul tunas aksilar yang merupakan potensi untuk menghasilkan tunas apabila disubkultur.

Jumlah tunas menggambarkan jumlah tunas terminal yang dihasilkan, sedangkan jumlah daun per kultur menggambarkan jumlah tunas aksilar yang diperoleh. Kombinasi perlakuan yang menghasilkan total tunas terbanyak berdasarkan jumlah tunas dan jumlah daun per kultur merupakan perlakuan terbaik pada masing-masing tahap. Total tunas terbanyak yang diperoleh kemudian diakarkan sehingga diperoleh tanaman lengkap.

Pada tahap inisiasi awal ada 3 taraf konsentrasi BAP yang dikombinasikan dengan NAA 1.0 mg l^{-1} yang diduga menghasilkan total tunas terbanyak berdasarkan jumlah tunas dan jumlah daun per kultur, yaitu 0.5 mg l^{-1} , 1.5 mg l^{-1} dan 2.0 mg l^{-1} . Konsentrasi BAP 2.0 mg l^{-1} yang dikombinasikan dengan NAA 1.0 mg l^{-1} menghasilkan 6.4 tunas dan 9.3 daun sehingga total tunas yang didapat adalah 15.7 tunas. Bila

digunakan kombinasi perlakuan yang berbeda yaitu BAP 0.53 mg l⁻¹ dan NAA 1.0 mg l⁻¹ diperoleh 5.2 tunas dan 10.5 daun, sehingga total tunas yang didapat adalah 17.5 tunas, yaitu sama dengan total tunas pada perlakuan BAP 2.0 mg l⁻¹ dan NAA 1.0 mg l⁻¹. Konsentrasi BAP 1.5 mg l⁻¹ dan NAA 1.0 mg l⁻¹ ternyata menghasilkan jumlah tunas yang lebih rendah dibanding dengan 2 kombinasi perlakuan di atas, yaitu 14.9 (6.7 tunas dan 8.2 daun).

Oleh karena itu perlu dilihat jumlah tunas terbanyak yang dihasilkan pada tahap subkultur I. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tahap subkultur I eksplan tunas terminal, total jumlah terbanyak dihasilkan pada perlakuan BAP 2.0 mg l⁻¹ dan NAA 0.5 mg l⁻¹ yaitu sebanyak 10.3 (5.4 tunas dan 4.9 daun) yang sekaligus merupakan perlakuan terbaik. Sedangkan pada eksplan tunas aksilar perlakuan BAP 2.0 mg l⁻¹ merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan total tunas sebanyak 5.3 (2.4 tunas dan 2.9 daun). Jika digunakan perlakuan BAP 1.6 mg l⁻¹ maka total tunas yang dihasilkan dengan menggunakan eksplan tunas aksilar adalah 5.1 (2.4 tunas dan 2.7 daun), lebih rendah dibanding dengan perlakuan BAP 2.0 mg l⁻¹.

Berdasarkan hasil yang didapat pada tahap subkultur I, maka total tunas terbanyak pada tahap inisiasi awal dan subkultur I dapat dihitung. Kombinasi perlakuan tahap inisiasi yaitu BAP 2.0 mg l⁻¹ dan NAA 1.0 mg l⁻¹ menghasilkan

total tunas sebanyak 56.9 yang terdiri dari 34.6 tunas asal pucuk terminal (6.4 tunas pada tahap inisiasi awal x 5.4 tunas terminal tahap subkultur I) dan 22.3 tunas asal tunas aksilar (9.3 daun pada tahap inisiasi awal x 2.4 tunas tahap subkultur I). Apabila yang digunakan pada tahap inisiasi awal adalah perlakuan BAP 0.5 mg l^{-1} dan NAA 1.0 mg l^{-1} , total tunas yang dihasilkan yaitu 53.5 yang terdiri dari 28.1 tunas asal pucuk terminal (5.2 tunas tahap inisiasi awal x 5.4 tunas terminal tahap subkultur I) dan 25.2 tunas asal tunas aksilar (10.5 daun tahap inisiasi awal x 2.4 tunas tahap subkultur I). Dengan demikian perlakuan yang terbaik pada tahap inisiasi awal adalah BAP 2.0 mg l^{-1} dan NAA 1.0 mg l^{-1} karena total tunas yang dihasilkan lebih banyak.

Berdasarkan perhitungan seperti di atas maka pada tahap subkultur II eksplan tunas terminal, perlakuan yang terbaik adalah BAP 2.0 mg l^{-1} dan NAA 1.0 mg l^{-1} yang menghasilkan total tunas sebanyak 6.8 tunas (2.6 tunas terminal dan 4.2 tunas aksilar). Sedangkan pada eksplan tunas aksilar total tunas terbanyak diperoleh pada perlakuan BAP 2.0 mg l^{-1} yaitu 3.6 tunas (1.8 tunas terminal dan 1.8 tunas aksilar).

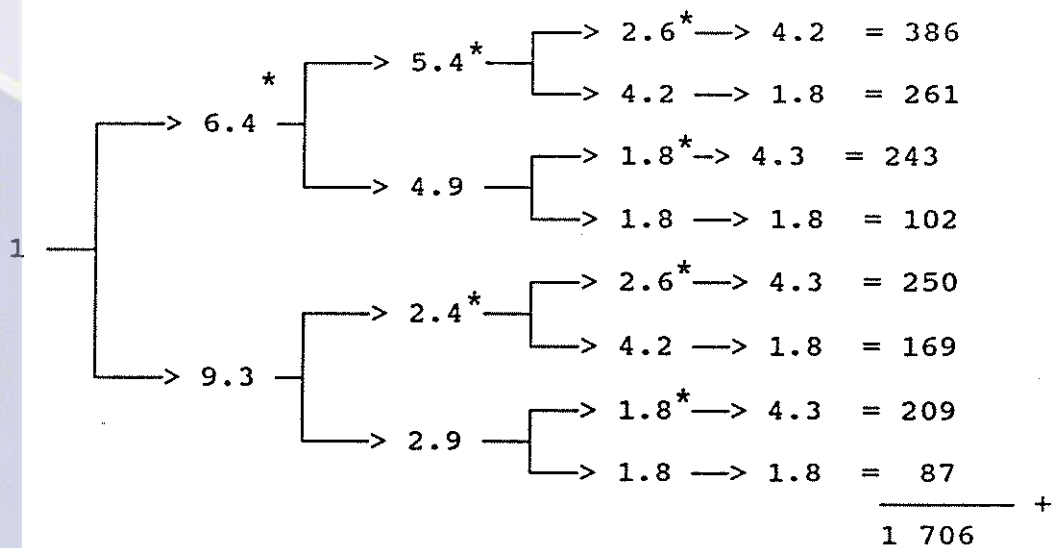
Tahap subkultur III dengan menggunakan eksplan tunas terminal, total jumlah terbanyak diperoleh pada perlakuan BAP 1.6 mg l^{-1} dan NAA 0.1 mg l^{-1} yaitu sebanyak 9.5 tunas

(4.3 tunas terminal dan 5.2 daun). Dengan menggunakan eksplan tunas aksilar, total tunas yang diperoleh adalah 3.7 (1.8 tunas terminal dan 1.9 daun) dari perlakuan BAP 2.0 mg l^{-1} .

Tunas-tunas yang terbentuk pada tahap subkultur III kemudian diakarkan untuk mendapatkan tanaman yang lengkap. Tunas yang diakarkan tersebut adalah tunas yang utuh, yaitu dengan mengikutsertakan tunas terminal. Oleh karena itu pada tahap subkultur III parameter jumlah daun tidak diikutsertakan dalam perhitungan jumlah total tunas yang didapat.

Setelah diketahui perlakuan terbaik pada masing-masing tahap dan jumlah tunas yang dapat dihasilkan maka dapat diketahui pula keseluruhan jumlah tunas sampai dengan tahap subkultur III. Diagram pohon merupakan cara yang baik untuk menghitung jumlah tunas total, namun membutuhkan ketelitian yang baik pula. Diagram pohon yang digunakan untuk menghitung keseluruhan jumlah tunas yang diperoleh disajikan pada Gambar 25.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa keseluruhan jumlah tunas yang diperoleh hingga subkultur III adalah 1 706 tunas. Secara teoritis berarti jika dilakukan subkultur sampai 3 kali maka diperoleh 1 706 tunas dari 1 benih se-
ngon dengan menggunakan eksplan pucuk.



Keterangan : * = jumlah tunas terbanyak yang dihasilkan dengan menggunakan eksplan tunas terminal

Gambar 23. Diagram Pohon untuk Menghitung Total Jumlah Tunas

8. Pengakaran

Kultur yang telah berumur 4 MST pada tahap subkultur III kemudian dipindahkan ke dalam media perakaran, yaitu MS ditambah dengan NAA 1 mg l^{-1} . Setelah berumur 4 MST ternyata kultur yang berakar adalah kultur yang berasal dari perlakuan BAP yang rendah, yaitu 0.1 mg l^{-1} . Persentase kultur yang berakar paling tinggi yaitu 80 % dijumpai pada kultur yang berasal dari perlakuan BAP 0.5 mg l^{-1} dan NAA 0.5 mg l^{-1} (Tabel 2). Peningkatan konsentrasi BAP dan NAA pada tahap subkultur ternyata cenderung mengakibatkan kultur sulit berakar pada tahap pengakaran.

Tabel 2. Persentase berakar, jumlah dan panjang akar pada tahap pengakaran 3 MST

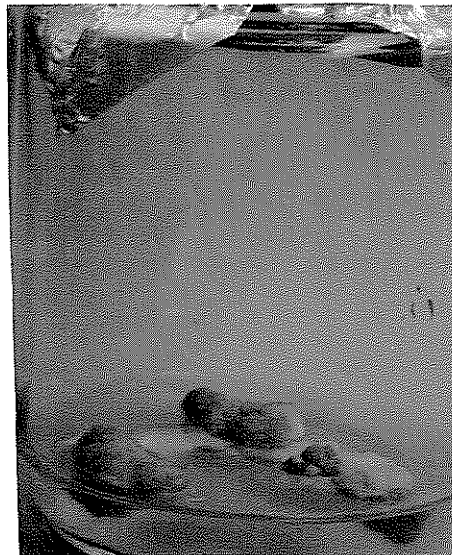
Asal kultur		Persentase berakar (%)	Jumlah akar	panjang akar (mm)
NAA (mg/l)	BAP (mg/l)			
0.1	0.1	70 (7/10)	2.3	9.5
	0.5	70 (7/10)	5.5	11.4
	1.0	60 (6/10)	3.0	11.0
	2.0	0 (0/10)	0	0
0.5	0.1	50 (5/10)	1.7	7.4
	0.5	80 (8/10)	3.3	13.9
	1.0	0 (0/10)	0	0
	2.0	0 (0/10)	0	0
1.0	0.1	60 (6/20)	3.1	10.5
	0.5	0 (0/20)	0	0
	1.0	0 (0/10)	0	0
	2.0	0 (0/10)	0	0

9. Aklimatisasi

Kultur yang telah berakar pada tahap pengakaran di-aklimatisasi pada media campuran antara pasir, tanah dan kompos dengan perbandingan 1 : 1 : 1. Masing-masing media campuran tersebut disterilisasi dengan jalan diautoklaf pada tekanan 1.22 kg cm^{-2} selama 3 jam. Selama 2 minggu plantlet diletakkan di laboratorium dan disemprot tiap 3 hari sekali dengan MS 1/2 cair. Selanjutnya plantlet diletakkan di rumah kaca selama 2 minggu. Persentase tanaman yang tumbuh sampai dengan umur 2 minggu di rumah kaca adalah 77 %. Tanaman yang bertahan hidup sampai umur 2 minggu di rumah kaca dapat terus tumbuh dan berkembang dengan baik.

Percobaan Eksplan Hipokotil

Benih yang telah berkecambah dan berumur 10 hari digunakan sebagai sumber eksplan pada percobaan eksplan pucuk dan percobaan eksplan hipokotil. Hipokotil dari kecambah sengon dipotong sepanjang 1 cm dan diinokulasi pada media 2,4-D dan BAP sesuai perlakuan. Pada umur 1 minggu, hipokotil mulai membentuk kalus pada semua perlakuan. Kalus yang terbentuk mempunyai struktur kompak berwarna hijau. Setiap minggu kalus bertambah besar, tetapi sampai umur 4 minggu kalus belum mampu berdiferensiasi membentuk tunas pada semua perlakuan (Gambar 24).



Gambar 24. Kalus yang Muncul dari Eksplan Hipokotil pada Media BAP 1.0 mg l^{-1} Umur 4 MST

Setelah berumur 4 minggu kalus disubkultur ke media yang mengandung sitokinin BAP. Umur 6 MST, kalus tetap

tidak berdiferensiasi membentuk tunas pada semua kombinasi perlakuan.

Kegagalan kalus hipokotil untuk berdiferensiasi membentuk tunas bukan berarti eksplan tersebut tidak dapat berdiferensiasi sama sekali. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi eksplan untuk membentuk tunas dari kalus. Faktor-faktor yang mempengaruhi tersebut adalah genotipe, zat pengatur tumbuh dan lingkungan tumbuh (George dan Sherington, 1984).

Pertumbuhan dan perkembangan jaringan tanaman yang dikulturkan sangat dipengaruhi oleh faktor genotipe tanaman. Species yang berbeda mempunyai kemampuan yang berbeda untuk berdiferensiasi membentuk tunas. Perbedaan tersebut dapat dijumpai pula pada satu species yang sama, bahkan pada satu tanaman induk. Oleh sebab itu medium dan lingkungan tumbuh yang diperlukan berbeda-beda menurut species tanaman. Medium yang digunakan tergantung dari perbandingan antara zat organik, anorganik serta zat pengatur tumbuh yang terdapat dalam medium.

Selain dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh yang diberikan, proses morfogenesis tanaman secara *in vitro* juga dipengaruhi oleh interaksi antara hormon endogen dengan zat pengatur tumbuh yang ditambahkan ke medium. Penambahan auksin yang cukup tinggi pada medium umumnya dapat merangsang kalus untuk membentuk tunas. George dan

Sherington (1984) menyatakan bahwa kalus umumnya dirangsang membentuk tunas dengan menggunakan media setengah padat dan auksin yang relatif tinggi. Percobaan ini tidak dilanjutkan dengan menggunakan konsentrasi auksin yang lebih tinggi atau menggunakan auksin jenis lain mengingat waktu yang tersedia terbatas.

Sebelum percobaan ini berlangsung, telah dilakukan pula percobaan pendahuluan dengan menggunakan auksin NAA pada taraf konsentrasi 0.1 mg^{-1} , 0.5 mg^{-1} dan 1.0 mg^{-1} yang dikombinasikan dengan BAP 0.1 mg^{-1} , 0.5 mg^{-1} , 1.0 mg^{-1} dan 2.0 mg^{-1} . Pada umur 1 minggu eksplan sudah membentuk kalus yang berwarna hijau. Setelah berumur 4 minggu, kalus belum mampu membentuk tunas. Kalus yang terbentuk pada 4 MST tersebut kemudian disubkultur pada media BAP sesuai perlakuan tanpa auksin. Pada umur 6 MST kalus juga belum mampu membentuk tunas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Konsentrasi BAP 2.0 mg l^{-1} dengan menggunakan eksplan pucuk menghasilkan total tunas paling banyak pada tahap inisiasi awal (15.7 tunas) bila dikombinasikan dengan NAA 1.0 mg l^{-1} , tahap subkultur I baik pada eksplan mata tunas aksilar (5.3 tunas) maupun tunas terminal yang dikombinasikan dengan NAA 0.5 mg l^{-1} (10.3 tunas), tahap subkultur II eksplan tunas terminal yang dikombinasikan dengan NAA 1.0 mg l^{-1} (6.8 tunas) dan eksplan tunas aksilar (3.6 tunas), serta subkultur III eksplan tunas aksilar (3.7 tunas). Sedangkan pada tahap subkultur III eksplan tunas terminal total tunas terbanyak (9.5 tunas) dijumpai pada konsentrasi BAP yang lebih rendah yaitu 1.6 mg l^{-1} yang dikombinasikan dengan NAA 0.1 mg l^{-1} . Konsentrasi NAA yang menghasilkan jumlah tunas terbanyak pada tahap inisiasi awal dan subkultur III adalah 0.1 mg l^{-1} .

Secara umum kemampuan multiplikasi kultur semakin menurun sampai tahap subkultur III, baik dengan menggunakan eksplan tunas terminal maupun eksplan mata tunas aksilar. Kemampuan multiplikasi tunas terminal lebih tinggi dibanding dengan eksplan tunas aksilar pada masing-masing tahap subkultur. Jumlah keseluruhan tunas yang dapat diperoleh dari 1 benih sampai dengan subkultur III adalah 1706 tunas.

Kultur yang berasal dari perlakuan BAP dan NAA yang rendah relatif lebih mudah diakarkan dengan menggunakan NAA 1.0 mg l^{-1} dibanding perlakuan BAP dan NAA yang tinggi.

Pemberian 2,4-D yang dikombinasikan dengan BAP pada eksplan hipokotil belum mampu menginduksi pembentukan tunas pada semua kombinasi perlakuan.

Saran

Perlu dipelajari pengaruh konsentrasi auksin yang lebih tinggi dari 1.0 mg l^{-1} atau pengaruh jenis auksin dan sitokinin yang lain terhadap pertumbuhan dan perkembangan kalus dari eksplan hipokotil sehingga dapat berdiferensiasi membentuk tunas.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Rasjid, H. 1973. Beberapa keterangan tentang *Albizzia falcataria* (L) Fosberg. Menara Perkebunan. 40(4): 153-158.
- Anonimous. 1989. Bila pohon-pohon sengon sudah menghi-jau. Duta Rimba. XV(113-114): 57-60.
- Balfas, J. 1989. Masalah "Raised Graid" pada kayu jeun-jing (*Albizzia falcataria* (L) Fosberg). Duta Rimba. XV(113-114): 50-56.
- Bhojwani, S.S. and M.K. Radzan. 1983. Plant tissue culture : Theory and practice. Elsevier, New York. 520p.
- Biotrop. 1987. Perbanyakkan vegetatif dengan kultur jaringan (mikropropagasi) dari sonokeling (*Dalbergia latifolia* Roxb.). 10p. Internal Report.
- Durzan, D.J. 1987. Plant growth regulator in cell and tissue of woody perennials. Plant Growth Regulation. 6(3): 95-111.
- Evans, D.A., W.R. Sharp and C.E. Flick. 1981. Growth and behaviour of cell cultures : embryogenesis and organogenesis, p. 45-113. In Trevor A. Thorpe (ed.) Plant tissue culture. Methods and application in Agriculture. Academic Press, New York.
- Gamborg, O.L. and J.P. Shyluk. 1981. Nutrition, media and characteristics of plant cell and tissue cultures. Method and application in agriculture. Academic Press, San Fransisco. 379p.
- George, E.P. and P.D. Sherington. 1984. Plant propaga-tion by tissue culture. Exegetics Limited, England. 709p.
- Gunawan, L.W. 1987. Teknik kultur jaringan. Laboratori-um Kultur Jaringan Tanaman, Pusat Antar Universitas, Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Direktorat Jendral Perguruan Tinggi, Depdikbud. 252 hlm.
- Harran, S., P. Tjondronegoro dan W. Prawiranata. 1989. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan. Departemen Botani, FMIPA, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 537 hlm.

- Hartman, H.T. and D.E. Kester. 1983. Plant propagation, principles and practices. 4th Ed. Prentice Hall, inc. Englewood Cliffs. New Jersey. 726p.
- Hussey, G. 1978. The application tissue culture to the vegetative propagation of plants. Sci. Prog. Oxf. 65: 185-223.
- Khattar, S. and H.Y. Mohan Ram. 1982. Organogenesis in the cultured tissue of *Sesbania sesban*, a leguminous shrub. Indian J. exp. Biol. 20(3): 216-219.
- _____. 1983. Organogenesis and plantlet formation *in vitro* in *Sesbania grandifolia* (L) Pers. Indian J. exp. Biol. 21(5): 251-253.
- Mukhopadhyay, A. and H.Y. Mohan Ram. 1981. Regeneration of plantlets from excised roots of *Dalbergia sissoo*. Indian J. exp. Boil. 19(12): 1113-1115.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assay with tobacco tissue. Plant Physiol. 35: 473-497.
- _____. 1973. Somatic plant cell, p. 170-172. in Paul F. Kruse, Jr. and M.K. Patterson, Jr., (eds.). Tissue culture methods and application. Academic Press, Inc. New York.
- _____. 1974. Plant propagation through tissue cultures. Ann. Rev. Plant Physiol. 25: 135-166.
- Panitia Penerbitan Vademecum. 1976. Vademecum Kehutanan Indonesia. Departemen Pertanian, Dirjen Kehutanan, Jakarta.
- Pasaribu, R.A. dan K. Purba. 1988. Potensi dan penyediaan bahan baku kayu hutan tanaman industri untuk industri pulp dan kertas di Indonesia. Berita Selulosa. XXIV(2-3): 31-34.
- Pierik, R.L.M. 1987. *In vitro* culture of higher plants. Martinus Nijkoff Pub. Nederlands. 344p.
- Pradjadinata, S. dan Masano. 1989. Teknik penanaman sengon (*Albizzia falcataria* (L) Fosfberg). Puslitbang Hutan, Bogor. No. 6.
- Rahardja, P.C. 1989. Kultur Jaringan, Teknik perbanyak tanaman secara modern. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Sudha Sharma, Chandra N. 1987. Plant regeneration from cultured axillary buds of *Albizia lebbek* Benth. *Annals of Biol.* 3(1): 44-46.
- Sudhadevi, A.M. and Nataraja. 1987. Establishment of plantlets in hytpocotyl cultures of *Dalbergia latifolia* Roxb. *Indian J. of Forestry.* 10(1): 1-6.
- van Steenis, C.G.G.J. 1975. *Flora Indonesia*. Pradnya Paramita. Jakarta. 456 hlm.
- Wattimena, G.A. 1987. Zat pengatur tumbuh: peran fisiologis dan dasar-dasar pemakaian. *Laboratorium Bioteknologi tanaman, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bul. Agron. Edisi Khusus*(ISNN No 216-3403): 26-49.
- Wetherell, D.F. 1982. *Introduction to in vitro propagation*. Avery Publishing Group Inc., Wayne, New Jersey. 87p.

Lampiran

Tabel Lampiran 1. Komposisi Unsur Media Murashige dan Skoog (Murashige dan Skoog, 1962)

Komponen	mg l ⁻¹	Komponen	mg l ⁻¹
A. Garam anorganik			
Unsur Makro		Unsur mikro	
NH ₄ NO ₃	1 650.0	H ₃ BO ₃	0.83
KNO ₃	1 900.0	MnSO ₄	16.90
CaCl ₂ *	332.2	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	8.60
MgSO ₄ **	180.7	KI	0.83
KH ₂ PO ₄	170.0	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.25
Na ₂ EDTA·2H ₂ O	37.5	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.025
		CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.025
		FeSO ₄ ·7H ₂ O	27.8
B. Senyawa organik***			
Glisin	2.0		
Myo-Inositol	100.0		
Asam Nikotinat	0.5		
Piridoksin HCl	0.5		
Thiamin HCl	0.1		

Keterangan :

- * = Formula asli mengandung CaCl₂·2H₂O 440 mg l⁻¹
 ** = Formula asli mengandung MgSO₄·7H₂O 370 mg l⁻¹
 *** = Sukrose diberikan 30 g l⁻¹

Tabel Lampiran 2. Rekapitulasi Sidik Ragam Semua Peubah yang Diamati

Parameter	BAP	NAA	BAP x NAA
Inisiasi awal (4 MST)			
jumlah tunas	**	**	tn
jumlah daun	*	tn	**
tunas terpanjang	tn	tn	**
Subkultur I (6 MST)			
- tunas terminal			
jumlah tunas	**	tn	*
jumlah daun	**	tn	tn
tunas terpanjang	**	tn	tn
- tunas aksilar			
jumlah tunas	**	tn	tn
jumlah daun	**	**	tn
tunas terpanjang	**	**	**
Subkultur II (4 MST)			
- tunas terminal			
jumlah tunas	**	tn	tn
jumlah daun	**	**	**
tunas terpanjang	tn	tn	tn
- tunas aksilar			
jumlah tunas	*	**	tn
jumlah daun	tn	*	tn
tunas terpanjang	**	**	**
Subkultur III (4 MST)			
- tunas terminal			
jumlah tunas	**	**	**
jumlah daun	**	**	*
tunas terpanjang	tn	tn	tn
- tunas aksilar			
jumlah tunas	*	*	tn
jumlah daun	tn	**	tn
tunas terpanjang	**	**	tn

Keterangan : * = berbeda nyata pada taraf 5%
 ** = berbeda nyata pada taraf 1%
 tn = tidak berbeda nyata

Tabel Lampiran 3. Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang Pada Tahap Inisiasi Awal Eksplan Tunas Terminal 4 MST

Sumber	db	Kuadrat Tengah		
		Jlh Tunas	Jlh Daun	Tunas Terpanjang
BAP Linier	1	108.00*	57.05*	tn
Kuadratlik	1	38.98*	10.90	tn
Kubik	1	0.02	3.58	tn
NAA Linier	1	51.46*	tn	tn
Kuadratlik	1	2.85	tn	tn
BAP (NAA 0.1) Lin	1	tn	6.55	150.30
Kuad	1	tn	37.58*	539.70**
Kub	1	tn	83.95**	659.50**
BAP (NAA 0.5) Lin	1	tn	tn	490.10*
Kuad	1	tn	tn	166.80
Kub	1	tn	tn	20.41
BAP (NAA 1.0) Lin	1	tn	99.36*	1.84
Kuad	1	tn	0.47	808.90**
Kub	1	tn	17.07	1439.00**
Galat	108	4.91	8.33	71.80

Tabel Lampiran 4. Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur I Eksplan Tunas Terminal 6 MST

Sumber	db	Kuadrat Tengah		
		Jlh Tunas	Jlh Daun	Tunas Terpanjang
BAP Linier	1	53.24**	71.01**	285.80**
Kuadratlik	1	13.90**	0.15	0.16
Kubik	1	8.69	8.86**	363.13**
NAA Linier	1	tn	tn	tn
Kuadratlik	1	tn	tn	tn
BAP (NAA 0.1) Lin	1	25.29**	tn	tn
Kuad	1	6.25*	tn	tn
Kub	1	2.94	tn	tn
BAP (NAA 0.5) Lin	1	38.54**	tn	tn
Kuad	1	0.26	tn	tn
Kub	1	6.68*	tn	tn
BAP (NAA 1.0) Lin	1	1.97	tn	tn
Kuad	1	11.88**	tn	tn
Kub	1	0.65	tn	tn
Galat	108	1.37	1.59	23.67

Tabel Lampiran 5. Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang Pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar 6 MST

Sumber	db	Kuadrat Tengah		
		Jlh Tunas	Jlh Daun	Tunas Terpanjang
BAP Linier	1	15.76**	24.69**	60.20**
Kuadratik	1	4.27*	4.26*	4.07
Kubik	1	0.00	2.20	3.23
NAA Linier	1	tn	17.91**	60.10**
Kuadratik	1	tn	0.16	44.12**
BAP (NAA 0.1) Lin	1	tn	tn	17.50*
Kuad	1	tn	tn	79.11**
Kub	1	tn	tn	21.26*
BAP (NAA 0.5) Lin	1	tn	tn	39.93**
Kuad	1	tn	tn	10.38
Kub	1	tn	tn	2.57
BAP (NAA 1.0) Lin	1	tn	tn	8.63
Kuad	1	tn	tn	4.75
Kub	1	tn	tn	9.63
Galat	108	0.81	0.97	3.91

Tabel Lampiran 6. Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang Pada Tahap Subkultur II Eksplan Tunas Terminal 4 MST

Sumber	db	Kuadrat Tengah		
		Jlh Tunas	Jlh Daun	Tunas Terpanjang
BAP Linier	1	11.59**	42.42**	tn
Kuadratik	1	0.12	1.34	tn
Kubik	1	1.39	0.00	tn
NAA Linier	1	tn	29.30**	tn
Kuadratik	1	tn	8.61	tn
BAP (NAA 0.1) Lin	1	tn	20.80**	tn
Kuad	1	tn	5.49**	tn
Kub	1	tn	6.30**	tn
BAP (NAA 0.5) Lin	1	tn	24.40**	tn
Kuad	1	tn	0.16	tn
Kub	1	tn	1.52	tn
BAP (NAA 1.0)	3	tn	tn	tn
Galat	108	0.67	1.13	23.67

Tabel Lampiran 7. Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar 4 MST

Sumber	db	Kuadrat Tengah		
		Jlh Tunas	Jlh Daun	Tunas Terpanjang
BAP Linier	1	3.57**	tn	2.38
Kuadratik	1	0.54	tn	15.51**
Kubik	1	0.38	tn	7.48*
NAA Linier	1	2.44	7.04	18.19
Kuadratik	1	2.71	1.41	3.46
BAP (NAA 0.1) Lin	1	tn	tn	4.47*
Kuad	1	tn	tn	10.92
Kub	1	tn	tn	2.29
BAP (NAA 0.5) Lin	1	tn	tn	0.87
Kuad	1	tn	tn	7.11
Kub	1	tn	tn	22.89**
BAP (NAA 1.0)	3	tn	tn	tn
Galat	108	0.51	0.08	1.20

Tabel Lampiran 8. Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur III Eksplan Tunas Terminal 4 MST

Sumber	db	Kuadrat Tengah		
		Jlh Tunas	Jlh Daun	Tunas Terpanjang
BAP Linier	1	35.07**	65.08**	tn
Kuadratik	1	7.61**	0.70	tn
Kubik	1	6.41**	3.11	tn
NAA Linier	1	28.07**	44.04**	tn
Kuadratik	1	1.55	1.72	tn
BAP (NAA 0.1) Lin	1	35.03**	24.84**	tn
Kuad	1	9.31**	13.17**	tn
Kub	1	2.74	0.39	tn
BAP (NAA 0.5) Lin	1	0.92	10.55**	tn
Kuad	1	2.58	0.26	tn
Kub	1	5.11**	7.06*	tn
BAP (NAA 1.0) Lin	1	11.44**	32.95**	tn
Res	2	0.24	2.85	tn
Galat	108	0.87	1.39	1.40

Tabel Lampiran 9. Sidik Ragam Jumlah Tunas, Jumlah Daun dan Tunas Terpanjang pada Tahap Subkultur III Eksplan Tunas Aksilar 4 MST

Sumber	Kuadrat Tengah			
	db	Jlh Tunas	Jlh Daun	Tunas Terpanjang
BAP Linier	1	tn	tn	4.22
Kuadratik	1	tn	tn	5.22
Kubik	1	tn	tn	8.25**
NAA Linier	1	2.34	13.71	2.57
Kuadratik	1	1.28	11.61	22.05**
BAP pada NAA 0.1	3	tn	tn	tn
pada NAA 0.5	3	tn	tn	tn
pada NAA 1.0	3	tn	tn	tn
Galat	108	0.52	0.84	1.41

Keterangan : * = Berbeda Nyata pada Taraf 5 %

** = Berbeda Nyata pada Taraf 1 %

Tabel Lampiran 10. Jumlah Tunas yang Muncul pada Inisiasi Awal 4 MST Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA.

Perlakuan (mg/l)		nilai X	nilai X'	nilai X''
BAP	0.1	3.6	1.9 a*	3.6
	0.5	5.1	2.2 b	5.1
	1.0	6.3	2.5 c	6.3
	2.0	6.4	2.5 c	6.4
NAA	0.1	6.2	2.4 b	6.1
	0.5	5.2	2.2 ab	5.4
	1.0	4.6	2.1 a	4.5
KK		41.55%	19.60%	

Keterangan :

* = angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

X = nilai hasil pengamatan

X' = nilai transformasi $\sqrt{x}$

X'' = nilai prediksi

Tabel Lampiran 11. Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Inisiasi Awal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 4 MST

NAA (mg/l)	BAP (mg/l)	Jumlah Daun	
		Nilai X	Nilai X"
0.1	0.1	5.9 a *	5.9
	0.5	10.5 c	10.5
	1.0	7.3 ab	7.3
	2.0	6.4 ab	6.4
0.5	0.1	6.9 ab	7.5
	0.5	6.5 ab	7.5
	1.0	7.7 abc	7.5
	2.0	9.0 bc	7.5
1.0	0.1	5.4 a	5.1
	0.5	5.0 a	6.0
	1.0	7.9 abc	7.0
	2.0	9.1 bc	9.3
KK		39.53%	

Tabel Lampiran 12. Tunas Terpanjang yang Muncul pada Tahap Inisiasi Awal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 4 MST

NAA (mg/l)	BAP (mg/l)	Tunas Terpanjang	
		Nilai X	Nilai X"
0.1	0.1	31.1 bc *	31.1
	0.5	45.1 d	45.1
	1.0	36.4 bc	36.4
	2.0	30.7 ab	30.7
0.5	0.1	40.1 cd	38.3
	0.5	36.4 bc	36.2
	1.0	30.3 ab	33.9
	2.0	30.6 ab	28.9
1.0	0.1	44.4 d	44.4
	0.5	23.5 a	23.5
	1.0	35.0 bc	35.0
	2.0	37.1 bcd	37.1
KK		24.17%	

Tabel Lampiran 13. Jumlah Tunas yang Muncul Tahap Subkultur I Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA 6 MST

NAA (mg/l)	BAP (mg/l)	Jumlah tunas	
		Nilai X	Nilai X"
0.1	0.1	2.4 a *	2.6
	0.5	4.1 cd	3.7
	1.0	4.3 cd	4.6
	2.0	4.9 de	4.9
0.5	0.1	2.6 ab	2.6
	0.5	4.2 cd	4.2
	1.0	3.9 cd	3.9
	2.0	5.6 e	5.6
1.0	0.1	2.7 ab	3.7
	0.5	4.0 cd	3.7
	1.0	4.3 cd	3.7
	2.0	3.6 bc	3.7
KK		30.17%	

Tabel Lampiran 14. Jumlah Daun yang Muncul pada Subkultur I Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP pada 6 MST

Perlakuan (mg/l)	nilai X	nilai X"
BAP	0.1	2.6 a
	0.5	3.7 ab
	1.0	3.6 ab
	2.0	4.9 b
KK	39.53%	

Keterangan : * = angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

X = nilai hasil pengamatan

X' = nilai transformasi X

X" = nilai prediksi

Tabel Lampiran 15. Tunas Terpanjang yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP 6 MST

Perlakuan (mg/l)	nilai X	nilai X"
BAP 0.1	10.1 a*	10.1
0.5	14.9 b	14.9
1.0	11.5 a	11.5
2.0	15.7 b	15.7
KK	37.25%	

Tabel Lampiran 16. Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP 6 MST

Perlakuan (mg/l)	nilai X	nilai X'	nilai X"
BAP 0.1	1.3	1.4 a*	1.3
0.5	1.8	1.3 a	1.8
1.0	2.3	1.5 b	2.3
2.0	2.4	1.5 b	2.4
KK	46.29%	23.67%	

Tabel Lampiran 17. Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA pada 6 MST

Perlakuan (mg/l)	nilai X	nilai X'	nilai X"
BAP 0.1	1.4	1.2 a*	1.5
0.5	2.3	1.5 b	2.1
1.0	2.4	1.5 b	2.5
2.0	2.8	1.6 b	2.8
NAA 0.1	2.7	1.6 b	2.7
0.5	2.2	1.4 a	2.2
1.0	1.8	1.3 a	1.7
KK	44.35%	23.68%	

Tabel Lampiran 18. Tunas Terpanjang yang Muncul pada Tahap Subkultur I Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 6 MST

NAA (mg/l)	BAP (mg/l)	Tunas Terpanjang	
		Nilai X	Nilai X"
0.1	0.1	4.2 ab *	4.2
	0.5	8.5 e	8.5
	1.0	8.3 e	8.3
	2.0	7.1 de	7.1
0.5	0.1	4.2 ab	3.8
	0.5	4.5 abc	4.4
	1.0	4.1 a	5.1
	2.0	6.9 cde	6.5
1.0	0.1	5.4 abcd	5.2
	0.5	4.0 a	5.2
	1.0	5.3 abcd	5.2
	2.0	6.1 bcd	5.2
KK		24.17%	

Tabel Lampiran 19. Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur II Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP pada 4 MST

Perlakuan (mg/l)		nilai X	nilai X"
BAP	0.1	0.7 a [#]	1.8
	0.5	2.2 b	2.0
	1.0	2.1 b	2.2
	2.0	2.6 c	2.6
KK		38.02%	

Keterangan : * = angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

X = nilai hasil pengamatan

X' = nilai transformasi vx

X" = nilai prediksi

Tabel Lampiran 20. Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Subkultur II Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA 4 MST

NAA (mg/l)	BAP (mg/l)	Jumlah Daun		
		Nilai X	Nilai X'	Nilai X''
0.1	0.1	1.8	1.3 ab *	1.8
	0.5	3.7	1.9 c	3.7
	1.0	3.5	1.8 c	3.5
	2.0	4.2	2.0 c	4.2
0.5	0.1	1.5	1.2 a	1.3
	0.5	1.4	1.2 a	1.7
	1.0	2.4	1.5 b	2.3
	2.0	3.4	1.8 c	3.4
1.0	0.1	1.8	1.3 a	2.1
	0.5	1.8	1.3 a	2.1
	1.0	2.1	1.4 a	2.1
	2.0	2.5	1.5 a	2.1
KK		42.39%	21.69 %	

Tabel Lampiran 21. Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA pada 4 MST

Perlakuan (mg/l)		nilai X	nilai X'	nilai X''
BAP	0.1	1.3	1.1 a *	1.4
	0.5	1.6	1.2 ab	1.5
	1.0	1.6	1.2 ab	1.6
	2.0	1.8	1.3 a	1.8
NAA	0.1	1.6	1.2 b	1.7
	0.5	1.8	1.3 b	1.7
	1.0	1.3	1.1 a	1.4
KK		45.43 %	21.69 %	

Tabel Lampiran 22. Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal NAA 4 MST

Perlakuan (mg/l)		nilai X	nilai X'	nilai X''
BAP	0.1	2.0	1.4 b	2.1
	0.5	1.9	1.3 ab	1.8
	1.0	1.4	1.2 a	1.5
KK		45.21%	22.26 %	

Tabel Lampiran 23. Tunas Terpanjang yang Muncul pada Tahap Subkultur II Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 4 MS!

NAA (mg/l)	BAP (mg/l)	Tunas Terpanjang	
		Nilai X	Nilai X''
0.1	0.1	2.8 ab *	3.0
	0.5	4.0 c	3.6
	1.0	3.6 bc	3.9
	2.0	2.3 a	2.3
0.5	0.1	2.3 a	2.3
	0.5	4.6 c	4.6
	1.0	2.9 ab	2.9
	2.0	2.7 ab	2.7
1.0	0.1	2.2 a	2.3
	0.5	1.9 a	2.3
	1.0	2.7 ab	2.3
	2.0	2.2 a	2.3
KK		38.47 %	

Keterangan : * = angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

X = nilai hasil pengamatan
X'' = nilai prediksi

Tabel Lampiran 24. Jumlah Tunas yang Muncul pada Tahap Subkultur III Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 4 MST

NAA (mg/l)	BAP (mg/l)	Jumlah tunas	
		Nilai X	Nilai X"
0.1	0.1	1.3 a *	1.5
	0.5	3.2 de	2.8
	1.0	3.6 ef	3.9
	2.0	4.2 f	4.2
0.5	0.1	1.6 ab	1.6
	0.5	2.9 de	2.9
	1.0	3.6 ef	2.3
	2.0	2.4 bcd	2.4
1.0	0.1	1.2 a	1.3
	0.5	1.7 ab	1.6
	1.0	1.9 abc	2.0
	2.0	2.7 cd	2.7
KK		38.64%	

Tabel Lampiran 25. Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Subkultur III Eksplan Tunas Terminal Akibat Pengaruh Interaksi BAP dengan NAA pada 4 MST

NAA (mg/l)	BAP (mg/l)	Jumlah Daun	
		Nilai X	Nilai X"
0.1	0.1	2.4 ab *	2.5
	0.5	4.0 cd	3.9
	1.0	4.8 d	4.9
	2.0	4.8 d	4.8
0.5	0.1	2.3 a	2.3
	0.5	2.4 bc	2.4
	1.0	2.6 ab	2.6
	2.0	4.0 cd	4.0
1.0	0.1	1.8 a	1.5
	0.5	1.8 a	2.0
	1.0	2.3 a	2.6
	2.0	4.1 cd	3.9
KK		37.01%	

Tabel Lampiran 26. Jumlah Tunas Yang Muncul Pada Tahap Sub Kultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal BAP dan NAA Pada 4 MST

Perlakuan (mg/l)	nilai X	nilai X'	nilai X''
BAP	0.1	1.3	1.1 a*
	0.5	1.6	1.3 b
	1.0	1.4	1.2 a
	2.0	1.8	1.3 b
NAA	0.1	1.8	1.3 b
	0.5	1.4	1.2 a
	1.0	1.4	1.2 a
KK	47.21%	22.38%	

Tabel Lampiran 27. Jumlah Daun yang Muncul pada Tahap Sub-kultur III Eksplan Mata Tunas Aksilar Akibat Pengaruh Faktor Tunggal NAA pada 4 MST

Perlakuan (mg/l)	nilai X	nilai X'	nilai X''
NAA	0.1	2.6	1.6 b*
	0.5	1.5	1.2 a
	1.0	1.7	1.3 a
KK	47.44%	23.23%	

Keterangan : * = angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

X = nilai hasil pengamatan

X' = nilai transformasi X

X'' = nilai prediksi

Tabel Lampiran 28. Tunas terpanjang yang muncul pada tahap subkultur III eksplan mata tunas aksilar akibat pengaruh faktor tunggal BAP dan NAA pada 4 MST

Perlakuan (mg/l)		nilai X	nilai X'	nilai X''
BAP	0.1	2.0	1.4 a *	2.0
	0.5	3.0	1.7 b	3.0
	1.0	2.6	1.6 b	2.6
	2.0	2.8	1.6 b	2.8
NAA	0.1	3.1	1.7 b	3.1
	0.5	2.0	1.4 a	2.0
	1.0	2.7	1.6 a	2.7
KK		45.75%	23.33%	

Keterangan : * = angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

X = nilai hasil pengamatan

X' = nilai transformasi $\sqrt{x}$

X'' = nilai prediksi