LAPORAN PENELITIAN

PENGARUH KOMBINASI BAP (6-*Benzyl Amino Purine)* DAN NAA *(Naphtalen Acetic Acid)* TERHADAP PANJANG TUNAS AKSILAR DAN JUMLAH DAUN CENDANA (*Santalum album* L.)

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
J E M B E R

Peneliti:

Imaniah Bazlina Wardani, M.Si

Program Studi Tadris Biologi

Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember

2022

HALAMAN IDENTITAS PENGESAHAN

1.	a. Judul Penelitian	:	PENGARUH KOMBINASI BAP (6-*Benzyl Amino Purine)* DAN NAA*(Naphtalen Acetic Acid)* TERHADAP PANJA NG TUNAS AKSILAR DAN JUMLAH DAUN CENDANA (*Santalum album* L.)
	b. Jenis Penelitian	:	Kuantitatif Eksperimental
	c. Kategori Penelitian	:	Mandiri
2.	Peneliti		
	Ketua Tim		
	Nama	:	Imaniah Bazlina wardani, M.Si
	NIP/NIDN	:	199401212020122014/2021019402
	Pangkat	:	III/b
	Jabatan	:	Asisten Ahli
	Prodi/Jurusan	:	Tadris Biologi
	Vak Wajib	:	Biologi
	Anggota		
	Nama	:	-
	NIP/NIDN	:	-
	Pangkat	:	-
	Jabatan	:	-
	Prodi/Jurusan	:	-
	Nama	:	-
3.	Lokasi Penelitian	:	Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan UIN Malang
4.	Biaya	:	Rp. 1.000.000,-
5.	Sumber dana	:	Mandiri

Jember, 18 Juli 2022

Mengetahui,
Ketua LP2M

Peneliti,

Dr. Zainal Abidin, S.Pd.I, M.S.I
NIP. 198106092009121004

Imaniah Bazlina Wardani, M.Si
NIDN. 2021019402

ABSTRAK

Kata Kunci : Tunas Aksilar Cendana (*Santalum album* L.), BAP (*6-Benzyl Amino Purine*), NAA (*Naphtalen Acetic Acid)*

Cendana (*Santalum album* L.) merupakan tanaman asli di Nusa Tenggara Timur. Cendana memiliki beragam manfaat khusunya bagian kayu dan minyaknya. Namun, tingginya eksploitasi pada Cendana, menyebabkan terjadinya penurunan populasi di habitat aslinya. Oleh karena itu perlu adanya upaya penyediaan bibit secara massal dalam waktu yang relatif singkat. Salah satunya menggunakan teknik pembiakan vegetatif secara kultur jaringan. Keberhasilan dalam induksi tunas secara kultur jaringan dipengaruhi oleh penambahan zat pengatur tumbuh seperti BAP dan NAA pada media kultur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menegetahui pengaruh penambahan kombinasi BAP dan NAA terhadap induksi tunas aksilar Cendana (*Santalum album* L.) dan untuk mengetahui kombinasi konsentrasi BAP dan NAA yang paling efektif untuk induksi tunas aksilar Cendana.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan Maret-Juni. Rancangan Penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap pola faktorial dengan 16 perlakuan dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah BAP (0 mg/l; 0,5 mg/l; 1 mg/l; dan 2 mg/l) sedangkan faktor kedua adalah NAA (0 mg/l; 0,1mg/l; 0,25 mg/l dan 0,5 mg/l). Parameter yang diamati adalah rata-rata panjang tunas aksilar dan rata-rata jumlah daun pada tunas aksilar. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Varian* (ANOVA) yang dilajutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf uji 5 %.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penambahan BAP dan NAA memberikan pengaruh terhadap rata-rata panjang tunas dan jumlah daun. Kombinasi konsentrasi yang paling efektif dalam menginduksi tunas aksilar Cendana (*Santalum album* L.) adalah BAP 2 + NAA 0 mg/l.

KATA PENGANTAR

Kami panjatkan puji syukur kepada Allah SWT atas hidayah dan rahmat yang diberikan sehingga peneliti mampu menyelesaikan penelitian yang berjudul "Pengaruh Kombinasi BAP (6-*Benzyl Amino Purine)* dan NAA*(Naphtalen Acetic Acid)* terhadap Panjang Tunas Aksilar Danjumlah Daun Cendana (*Santalum album* L.) " dengan baik dan lancar. Sholawat dan salam tidak lupa juga kami panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang merupakan panutan bagi seluruh umat muslim. Laporan penelitian ini disusun untuk memberikan informasi terkait penelitian kami yang mempelajari tentang bagaimana pengaruh penambahan kombinasi hormonn BAP dan NAA terhadap pemjangan tunas aksilar dan jumlah daun Cendana .

Penyelesaian penelitian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu. Oleh karena itu, kami menyampaikan terima kasih banyak kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini. Semoga Allah membalas dengan pahala yang berlipat ganda. Kami menyadari bahwa penelitian ini masih banyak kekurangan sehingga kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan dari para pembaca. Kami juga berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca pada umumnya dan bagi pengembangan keilmuan matematika pada khusunya.

Jember, 18 Juli 2022

Peneliti

DAFTAR ISI

ABSTRAK iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI v
BAB I PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 4
C. Tujuan 4
D. Manfaat 4
E. Batasan Masalah 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
A. Deskripsi Cendana 5
B. Manfaat Cendana (Santalum album L.) 7
C. Kultur Jaringan 8
D. Zat Pengatur Tumbuh 9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 15
A. Waktu dan Tempat 15
B. Rancangan Penelitian 15
C. Alat dan Bahan 15
D. Langkah Kerja 16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 20
A. Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Panjang Tunas Aksilar Cendana (*Santalum album* L.) secara *In Vitro* 20
B. Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap jumlah daun pada induksi tunas Aksilar Cendana (*Santalum album* L.) secara *In Vitro* 23
BAB V PENUTUP 28
A. Kesimpulan 28
B. Saran 28
DAFTAR PUSTAKA 29

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Cendana merupakan tanaman asli Indonesia khususnya yang tumbuh dan berkembang secara alami di wilayah Nusa Tenggara Timur yaitu di Pulai Sumba, Pulau Flores, Pulau Timor, Pulau Alor, Pulao Solor, Pulau Pantar, Pulau Lomblen, Pulau Adonara, Pulau Rote, dan menyebar di pulau-pulau kecil lainnya. Dibandingkan dengan tanaman Cendana yang ada di Australia dan India, tanaman Cendana yang tumbuh alami di NTT mempunyai kualitas kayu dan kandungan kadar santalo yang paling baik **(**Herawan, 2012).

Kelebihan yang dimiliki oleh Cendana tersebut memasukkannya dalam golongan kayu mewah, karena baik kayu dan minyaknya memiliki harga yang tinggi di pasaran domestik maupun di pasaran internasional. Berdasarkan informasi yang diperoleh melalui media *online* Kompas (2016) bahwa untuk saat ini harga kayu Cendana di pulau NTT berkisar lima ratus ribu rupiah per kilonnya, sedangkan harga jual di luar NTT mencapai satu juta bahkan lebih per kilonya. Dengan kekhasan dan nilai ekonomi yang tinggi tersebut pada awalnya tanaman Cendana memberikan sumbangan devisa yang cukup tinggi bagi negara dan memberikan pendapatan Asli Daerah (PAD) yang paling tinggi bagi NTT (Herawan, 2012).

Kelebihan yang dimiliki Cendana menyebabkan tingginya eksploitasi bagi jenis tanaman ini tanpa memperhatikan aspek kelestariannya, sehingga populasi Cendana di habitat aslinya mengalami penurunan yang drastis. Cendana merupakan jenis kayu yang kritis sehingga perlu dilindungi dan dilestarikan. Hal tersebut terbukti dengan masuknya Cendana pada *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) *Redlist* mulai tahun 1998 hingga sekarang dengan kategori rawan (*vurnarable*) yang artinya beresiko tinggi untuk mengalami kepunahan di alam (IUCN, 2022).

Kondisi tersebut mendorong untuk membuat suatu trobosan penyediaan bibit tanaman Cendana secara massal. Penyediaan bibit dapat dilakukan secara generatif maupun vegetatif. Pembiakan generatif tanaman Cendana adalah melalui biji, akan tetapi dengan kelangkaan tanaman Cendana saat ini akan menyulitkan dalam mendapatkan benih Cendana dengan kuantitas dan kualitas yang memadai (Herawan, 2012). Untuk mengatasi

masalah tersebut, maka teknik pembiakan vegetatif secara kultur jaringan diharapkan mampu mememenuhi penyediaan bibit secara massal dalam waktu yang singkat. Lestari (2011) menyebutkan bahwa keuntungan pengadaan bibit melalui kultur jaringan antara lain dapat diperoleh bahan tanaman yang unggul dalam jumlah banyak dan seragam, selain itu dapat diperoleh biakan steril (*mother stock*) sehingga dapat digunakan sebagai bahan untuk perbanyakan selanjutnya.

Kultur jaringan merupakan teknik menumbuhkembangkan bagian tanaman, baik berupa sel, jaringan maupun organ dalam kondisi aseptik secara *in vitro*. Teknik ini mampu memperbanyak tanaman dalam waktu yang relatif singkat (Gunawan, 1992). Modifikasi media kultur jaringan dengan menambah zat pengatur tumbuh perlu dilakukan untuk meningkatkan keberhasilannya, dalam kultur jaringan, dua golongan ZPT (zat pengatur tumbuh) yang sangat penting adalah auksin dan sitokinin. Interaksi dan perimbangan antara ZPT yang diberikan dalam media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen menentukan arah perkembangan suatu kultur sehingga mempengaruhi proses-proses pertumbuhan dan morfogenesis (Astuti dan Andayani, 2005).

Penggunaan sitokinin dan auksin dalam satu media dapat memacu proliferasi tunas karena adanya pengaruh sinergisme antara zat pengatur tumbuh tersebut (Lestari, 2011). Penggunaan sitokinin mempunyai peranan penting jika bersamaan dengan auksin yaitu merangsang pembelahan sel dalam jaringan yang dibuat eksplan serta merangsang pertumbuhan tunas dan daun (Yuswindasari 2010). Zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin tidak bekerja sendiri-sendiri, tetapi kedua ZPT tersebut saling berinteraksi dalam mengarahkan pertumbuhan dan perkembangan eksplan (Karjadi dan Buchory, 2007), sehingga untuk memacu pembentukan tunas dapat dilakukan dengan memanipulasi dosis auksin dan sitokinin eksogen.

Auksin merupakan golongan zat pengatur tumbuh yang berperan dalam merangsang pemanjangan sel-sel di dalam jaringan termasuk tunas-tunas muda yang sedang berkembang (Campbell dan Reece, 2012). Bentuk-bentuk auksin yang biasa ditambahkan ke dalam media kultur adalah IAA (*Indole-3-Acetic Acid*), 2.4-D (*2.4 Diclorophenoxy Asetic Acid*), dan NAA (*Asam α-Naftalen Asetat*) (Ross dan Salisbury, 1995). NAA merupakan ZPT dari golongan auksin yang bersifat lebih stabil daripada IAA, karena tidak mudah terurai oleh enzim- enzim yang dikeluarkan sel atau pemanasan pada proses sterilisasi (Wetter dan Constabel, 1991 dalam Sugiyanti 2008). Pada penelitian Arimarsetiowati (2012) menyebutkan bahwa dari ketiga ZPT yang digunakan yaitu NAA, IBA dan IAA, dimana NAA memberikan hasil cukup bagus untuk pertunasan dan

perakaran kopi Arabika terutama dalam tinggi planlet. Berdasarkan hal tersebut, zat pengatur tumbuh dari golongan auksin yang digunakan dalam penelitian ini adalah NAA.

Sitokinin merupakan kelompok hormon tumbuhan yang berfungsi memacu pembelahan sel. Sitokinin berperan dalam merangsang pertumbuhan tunas samping (lateral), meningkatkan klorofil daun serta memperlambat proses penuaan (senescence) pada daun, buah dan organ-organ lainnya (Wattimena, 1988). Sitokinin yang biasa digunakan dalam kultur jaringan adalah BAP (*Benzil 6-amino purine*), 2-Ip (*Dimethyl allyl Amino purin*) dan kinetin. BAP mempunyai struktur dasar yang sama dengan kinetin tetapi lebih efektif karena BAP mempunyai gugus benzil. BAP pada umumnya juga memiliki respon lebih baik dibandingkan kinetin dan 2-Ip (Flick dkk, 1993). Hal tersebut dibuktikan pula oleh penelitian Ruzic (2008) bahwa dari keempat zat pengatur tumbuh yaitu IBA, Kinetin, 2-iP dan BAP yang memberikan efek terbaik dalam multipikasi *Prunus avium* L adalah BAP**.** Sehingga zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin yang digunakan dalam penelitian ini adalah BAP.

Penggunaan ZPT BAP dan NAA pada penelitian sebelumnya telah mampu menginduksi munculnya tunas Gaharu (*Aquilaria agallocha* Roxb), dimana interaksi BAP 4 mg/l dan NAA 0.5 mg/l menunjukkan hasil induksi terbaik yaitu mencapai 75% dengan jumlah 5 tunas per eksplan (Debnath, 2013). Pada tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) eksplan yang membentuk tunas tertinggi yaitu pada perlakuan BAP 0,5 mg/l dan NAA 0,25mg/L dengan presentase 73,33 % (Sundari, 2015). Selain itu pada tanaman Tabat Barito *(Ficus deltoidea*) penambahan BAP 1 mg/l dan NAA 0,5 mg/l juga mampu menginduksi tunas terbaik (Kristina, 2009). Hal tersebut menunjukkan bahwa media MS yang dikombinasikan dengan zat pegatur tumbuh BAP dan NAA sesuai untuk menginduksi tunas.

Berdasarkan uarian di atas, maka diperlukan penelitian mengenai induksi tunas aksilar cendana pada media MS dengan penambahan BAP dan NAA. Pada penelitian ini pengunaan kombinasi BAP dan NAA dibuat beragam konsentrasi bertujuan untuk mendapatkan kombinasi zat pengatur tumbuh yang sesuai dalam menginduksi tunas aksilar Cendana.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini dipaparkan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA berpengaruh terhadap panjang tunas aksilar Cendana (*Santalum album* L.) ?
2. Bagaimanakah pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA berpengaruh terhadap jumlah daun Cendana (*Santalum album* L.) ?

C. Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini dipaparkan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan kombinasi konsentrasi BAP dan NAA terhadap terhadap panjang tunas aksilar Cendana (*Santalum album* L.).
2. Untuk mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA terhadap jumlah daun Cendana (*Santalum album* L.).

D. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini dipaparkan sebagai berikut:

1. Dapat digunakan sebagai dasar informasi mengenai induksi tunas aksilar Cendana (*Santalum album* L.) pada media MS yang diberi perlakuan beberapa konsentrasi BAP yang dikombinasikan NAA.
2. Induksi tunas aksilar Cendana (*Santalum album* L.) melalui kultur jaringan diharapkan mampu menyediakan bibit dalam jumlah banyak yang nantinya mampu menyelamatkan dari kepunahan serta dapat memperbaiki kualitas tanaman tersebut.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini dipaparkan sebagai berikut **:**

1. Eksplan yang digunakan adalah batang Cendana (*Santalum album* L.) hasil pembibitan berusia satu tahun.
2. Eksplan berasal dari bagian pembibitan LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) Purwodadi Pasuruan.
3. Media yang digunakan adalah media *Murashige Skoog* (MS).
4. ZPT yang digunakan adalah kombinasi BAP 0; 0,5; 1 dan 2 mg/l serta NAA 0; 0,1; 0,2 dan 0,5 mg/l.
5. Parameter yang diamati adalah : rata-rata panjang tunas aksilar dan rata-rata jumlah daun pada tunas aksilar.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Cendana

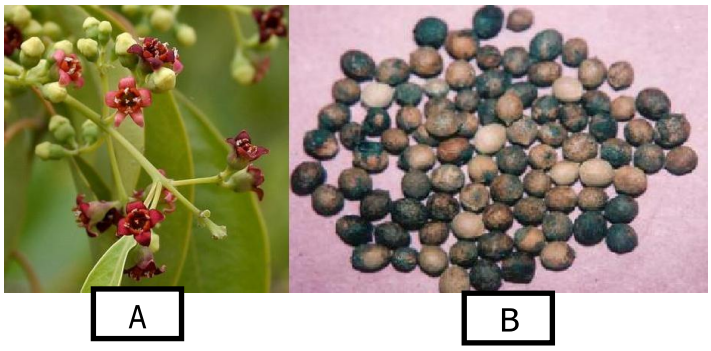
Cendana yang tumbuh di NTT dikenal sebagai pohon asli daerah setempat yang mempunyai nama ilmiah *Santalum album* Linn. Didaerah asalnya pohon cendana dikenal dengan nama *hau meni* atau *ai nitu* (Pulau Timor) dan *sendana* dalam bahasa melayu. Dalam dunia perdagangan cendana dikenal dengan nama sandal wood (Surata, 2006). Cendana merupakan hasil hutan yang tergolong sangat penting di Propinsi Nusa Tenggara Timur karena mempunyai nilai ekonomi tinggi dan merupakan species endemik yang terbaik di dunia. Speses Cendana di NTT mempunyai keunggulan kadar minyak dan produksi kayu teras yang tinggi. Kayu Cendana menghasilkan minyak atsiri dengan aroma yang harum dan bayak digemari, sehingga mempunyai nilai pasar yang cukup baik (Surata, 2006).

Cendana dari spesies *Santalum album* L. menyebar secara alami pada kondisi iklim yang kering. Jenis ini tumbuh pada daerah curah hujan rata-rata 625-1625 mm/tahun, tipe iklim D dan E. Rata-rata temperatur berkisar antara 10° – 35° C pada siang hari. Kelembapan relatif pada musim kemarau 50%-60% (Surata, 2006). Pohon cendana mempunyai ciri-ciri arsitektur: batang monopodial, arthotropis (mengarah ke atas), pertumbuhan kontinu. Perbuangaan di ujung dan atau di ketiak daun.Tanaman Cendana secara morfologi memiliki ciri-ciri seperti berikut pohon kecil sampai sedang, menggugurkan daun, dapat mencapai tinggi 20 meter dan diameter 40 cm, tajuk ramping atau melebar, batang bulat agak bersilangan (Surata, 2006).

Gambar 1. Pohon Induk Cendana (Surata, 2006)

Biji Cendana berwarna coklat dan padat, berbentuk bulat, memiliki radikal (calon akar, berwarna kuning kecoklatan dan tidak keriput). Jika warna biji terlalu pucat dan hitam, ada kemungkinan lembaganya sudah mati, sehingga tidak dapat digunakan dalam pembibitan. Dalam 1 kg biji cendana terdapat 5000-6000 butir. Benih cendana termasuk *ortodoks* sehingga bisa disimpan (Surata, 2006).

Benih yang sudah dibersihkan dikeringkan di tempat yang teduh atau dengan alat pengering *benih (seed driyer*) pada suhu 40 °C sampai kadar air mencapai 5-8%. Selanjutnya benih diberi perlakuan desinfektan untuk menekan adanya jamur dan bakteri. Benih cendana disimpan di dalam kemasan kantung plastik atau botol kedap udara . Benih yang sudah dikemas dimasukkan ke dalam salah satu ruangan penyimpanan (Surata, 2006).



Gambar 3. (a) Bunga (b) Biji (Surata, 2006)

Cendana memiliki buah batu dan bulat, waktu masak daging kulit buah berwarna hitam, mempunyai lapisan eksocarp, mesocarp berdaging, endocarp keras dengan garis dari ujung ke pangka Buah Cendana sebesar kacang polong, garis tengah sekitar 3-8 mm, saat muda berwarna hijau dan apabila masak berwarna hitam keunguan. Kulit buah tipis dan keras dengan tiga jalur dari atas sampai tengah. Buah Cendana letaknya diujung ranting berjumlah 4 – 10 buah. Buah masak ditandai oleh kulit daging buah yang berwarna hitam. (Surata, 2006).

B. Manfaat Cendana (Santalum album L.)

Cendana adalah salah satu jenis anggota suku Santalaceae yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, terutama minyaknya. Minyak yang dihasilkan dari kayu Cendana berasal dari bagian kayu keras dan akarnya yang merupakan bahan inti minyak wangi. Minyak Cendana banyak digunakan sebagai zat pengikat (fixative) karena mempunyai titik didih yang tinggi dengan baunya yang khas dan tahan lama (Simanjuntak, 2003).

Ahmad (2008) menyebutkan bahwa Cendana mengandung zat helanin dan asam penzotte. Kedua zat tersebut adalah zat-zat disinfektan yang efektif untuk membasmi kuman dan bakteri. Karena itulah kayu ini cukup manjur untuk mengobati amandel, radang uvula, dan radang tekak. Simanjuntak (2003) menyebutkan bahwa minyak Cendana dapat digunakan sebagai pembasmi kuman pada saluran kencing dan merupakan obat untuk sakit kencing nanah. Selain itu, kayunya dapat untuk mengobati nyeri epigastrium (bagian perut di atas pusat), mual, muntah, dan sakit dada.

Kayu cendana dapat diolah menjadi berbagai barang kerajinan. Salah satu industri kecil di Kupang telah menghasilkan barang cinderamata dengan pengelolaan yang sederhana. Selain barang cinderamata, usaha ini juga menghasilkan limbah kayu berupa serpihan-serpihan yang dapat diolah lebih lanjut menjadi produk seperti hio, dupa atau wewangian yang lain (Bagia *et al*.2005). Hermawan (1993) menyebutkan bahwa bahan-bahan sintesis belum mampu menggeser kedudukan cendana dalam industri parfum maupun industri barang ukir-ukiran, kipas, patung dan lain sebagainya.

Timor sebagai penghasil kayu cendana yang berkualitas tinggi (lebih wangi), aroma wangi tersebut berasal dari minyak atsiri yang terkandung dalam kayu terasnya. Minyak atsiri mengandung 80-90% senyawa santalol. Kandungan santalol sangat tergantung pada umur tanaman (Rahayu *et al*. 2002). Teras batang mengandung minyak 4,50-4,75%, sedangkan akar mengandung 5,50-5,70% tetapi kadar santalol teras batang lebih tinggi dari pada teras akar (Hermawan 1993). Daun, akar dan batang cendana memiliki kandungan kimia berupa saponin dan flavanoida. Selain itu pada bagian daun mengandung antrakinon, akarnya mengandung polifenol dan batangnya mengandung tanin (Arajuo, 2011).

C. Kultur Jaringan

1. Pengertian Kultur Jaringan

Kultur jaringan adalah teknik perbanyakan tanaman dengan cara memperbanyak jaringan mikro tanaman yang ditumbuhkn secara *in* vitro menjadi tanaman yang sempurna dalan jumlah yang tidak terbatas. Yang menjadi dasar kultur jaringan adalah *totipotensi* sel, yaitu bahwa setiap sel organ tanaman mampu tumbuh menjadi tanaman yang sempurna bila ditempatkan di lingkungan yang sesuai (Yuliarti, 2010).

Keuntungan perbanyakan tanaman dengan menggunakan teknik kultur jaringan adalah: (1) waktu perbanyakan lebih cepat; (2) jumlah benih yang dihasilkan tidak terbatas; (3) jumlah eksplan yang digunakan sedikit; (4) bebas hama dan penyakit; (5) memerlukan lahan sempit; (6) genotip sama dengan induknya (Surachman, 2011). Beberapa keuntungan dari penggunaan teknik kultur jaringan adalah untuk produksi senyawa metabolit sekunder antara lain: tidak tergantung musim, sistem produksi dapat diatur sesuai kebutuhan, lebih konsisten, dan mengurangi penggunaan lahan (Sutini, 2008).

2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Kultur Jaringan

Menurut Santoso dan Nursandi (2004), ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan diantaranya genotif dimana pada beberepa jenis tumbuhan embrio mudah tumbuh akan tetapi pada beberapa jenis tumbuhan lain sukar untuk tumbuh. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kultivar dari jaringan yang sama (Santoso dan Nursandi, 2004).

Eksplan berupa sel, jaringan atau organ yang digunakan sebagai bahan inokulum dan ditanam dalam media kultur, bagian yang digunakan sebagai eksplan adalah sel yang aktif membelah, dari tanaman induk sehat dan berkualitas tinggi. Ukuran eksplan kecil ketahanan eksplan kurang baik dan bila eksplan terlalu besar, akan mudah terkontaminasi (Santoso dan Nursandi, 2004).

Komposisi media juga mempengaruhi keerhasilan dalam kultur jaringan, karena media sebagai sumber makanan harus mengandung senyawa organik dan anorganik, seperti nutriet makro dan mikro dalam kadar dan perbandingan tertentu, gula, air, asam amino, vitamin, dan ZPT. Faktor penting lainnya yang tidak boleh diabaikan adalah ion amonium dan potassium (Santoso dan Nursandi, 2004).

Oksigen dan cahaya juga merupakan dua faktor yang mempengaruhi berhasil tidaknya kultur jaringan. Suplai oksigen yang cukup sangat menentukan laju multipikasi tunas dalam usaha perbanyakan secara *in vitro*. Selain itu intensitas cahaya yang rendah dapat mempertinggi embriogenesis dan organogenesis. Intensitas cahaya optimum pada kultur 0-1000 lux (inisiasi), 1000- 10000 (multiplikasi), 10000-30000 (pengakaran) dan <30000 untuk aklimatisasi.

Perkembangan embrio membutuhkan tempat gelap kira-kira selama 7-14 hari. Baru dipindahkan ke tempat terang untuk pembentukam klorofil (Santoso dan Nursandi, 2004).

Tumbuhan juga membutuhkan temeparatur yang optimum. Secara normal temperatur yang digunakan adalah antara 22^0C-28^0C. Sel-sel yang dikembangkan dengan kultur jaringan memiliki toleransi pH yang relatif sempit dan tidak normal antara 5-6. Apabila eksplan sudah tumbuh biasanya pH media umumnya akan naik (Santoso dan Nursandi, 2004).

Kondisi lingkungan sangat menentukan terhadap tingkat keberhasilan pembiakan tanaman dengan kultur jaringan. Kondisi lingkungan yang harus dibentuk adalah lingkuan yang aseptis. Lingkungan aseptis akan menurunkan tingkat kontaminan pada eksplan sehingga meningkatkan keberhasilan dalam proses kultur jaringan (Santoso dan Nursandi, 2004).

D. Zat Pengatur Tumbuh

1. Definisi

Zat pengatur tumbuh (ZPT) pada tanaman adalah senyawa organik yang bukan termsauk unsur hara (nutrisi), yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung (*promote*), menghambat (*inhibit*), dan dapat merubah proses fisiologi tumbuhan. Zat pengatur tumbuh pada tanaman terdiri dari lima kelompok, yaitu auksin, giberellin, sitikoinin, etilen, dan inhibitor dengan ciri khas dan berpengaruh yangbberlainan terhadap proses fisiologis. Pada kultur kalus zat pengatur tumbuh yang biasanya dipakai adalah dari golongan auksin dan sitokinin (Abidin, 1983).

2. Penggunaan BAP pada Kultur Jaringan Tumbuhan

Sitokinin merupakan kelompok hormon tumbuhan. Dari segi kimia masing-masing mengandung purin adenin yang merupakan bagian dari rumus bangunnya (Kimball,1994). Fungsi utama sitokinin adalah memacu pembelahan sel. Sitokinin berpean dalam merangsang pertumbuhan tunas samping (lateral), meningkatkan

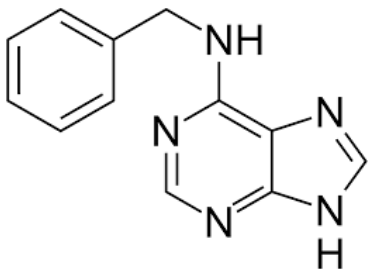
klorofil daun serta memperlambat proses penuaan (senescence) pada daun, buah dan organ-organ lainnya (Wattimena, 1988).Sitokinin sintetik yang umum digunakan dalam kultur jaringan, salah satunya adalah (Santoso dan Nursadi, 2004).

Peran sitokinin dalam pembelahan sel meliputi dua tahapan, yang pertama, diSitokinin dalam siklus sel memiliki peranan penting yaitu pemacuan sitokinesis. Sitokinin mendorong pembelahan sel dengan cara meningkatkan peralihan G_2 ke mitosis dan dalam hal ini sitokinin juga meningkatkan laju sintesis protein. Beberapa protein itu adalah protein pembangun atau enzim yang dibutuhkan untuk mitosis. Sitokinin juga memperpendek fase S yaitu dengan cara mengaktifkan DNA, sehingga ukuran salinan DNA menjadi dua kali lebih besar kemudian laju sintesis DNA digandakan (Wijayani, 2007).

Kedua, Sitokinin dapat mempengaruhi gen KNOX (Knotted Like Homeobox). Gen KNOX mengkode suatu protein yang berfungsi memacu pertumbuhan dan pemeliharaan maristem ujung batang supaya sel-selnya selalu bersifat maristematik (Wijayani, 2007).

Bentuk dasar dari sitokinin adalah adenin (*6-amino purin*). Adenin merupakan bentuk dasar yang menentukan terhadap aktifitas sitokinin. Di dalam senyawa sitokinin, panjang rantai dan hadirnya suatu *double bond* dalam rantai tersebut akan meningkatkan aktifitas zat pengatur tumbuh. NH_2N NH Adenine (*6-amino purine)*. Sitokinin memiliki rantai samping yang kaya akan karbon dan hidrogen,menempel pada nitrogen yang menonjol dari puncak cincin purin. ZPT yang tergolong dalam sitokinin adalah BAP dan BA. BAP memiliki rumus bangun $C_{12}H_{11}N_5$ dan titik lebur 230-233°C (Santoso dan Nursadi, 2004).

6-*Benzyl amino purine* (BAP) merupakan sitokinin sintesis yang memiliki berat molekul sebesar 225.26 (Alitalia, 2008). Wattimena (1988) menambahkan bahwa BAP merupakan turunan adenin yang disubstitusi pada posisi 6 yang strukturnya serupa dengan kinetin. Struktur kimia 6- Benzil amino purin dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 5. Struktur molekul BAP (Wuzhouchem, 2016)

3. Penggunaan NAA pada Kultur Jaringan Tumbuhan

Auksin banyak digunakan secara luas pada kultur jaringan dalam merangsang pertumbuhan kalus, suspensi sel dan organ (Gunawan, 1987). Fungsi utama auksin adalah untuk merangsang pemanjangan sel-sel di dalam tunas-tunas muda yang sedang berkembang. Maristem apikal dari suatu tunas adalah tempat utama sintess auksin (Campbell dan Reece, 2102).

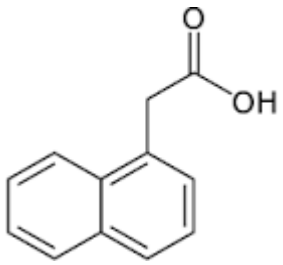
Auksin mempengaruhi pemanjangan suatu sel dengan cara mengaktifkan beberapa enzim yang dapat menurunkan pH pada dinding sel. Enzim tersebut bekerja memutuskan ikatan polisakarida dinding sel da pertumbuhan yang cepat. Respon auksin terutama pada bagian epidermis. Auksin mengaktifkan gen di epidermis dengan cara mengembangkan dinding epidermis kemudian sel epidermis memanjang lebih cepat, dan pemanjangan ini menyebabkan sel subepidermis yang menempel padanya juga memanjang (Salisbury dan Ross, 1995).

Penambahan NAA pada media menyebabkan sel-sel kalus aktif dalam pembelahan sel, pembesaran sel, menaikkan tekanan osmotic dan meningkatkan sintesis protein. Penambahan auksin yang lebih stabil misalnya NAA cenderung menyebabkan terjadinya pertumbuhan kalus dari eksplan. Mekanisme kerja auksn salah satunya adalah mempengaruhi perpanjangan sel. Auksin mendorong elongasi pada koleoptil dan ruas-ruas tanaman. Elongasi sel terutama terjadi padanarah vertikal dan diikuti dengan pembesaran sel dan peningkatan bobot basah (Wattimena, 1988).

Bentuk-bentuk auksin yang biasa ditambahkan ke dalam media kultur adalah 2.4-D (2.4 Diclorophenoxy Asetic Acid) dan IAA (Indole-3-Acetic Acid). Auksin yang secara alami terdapat dalam tumbuhan adalah IAA. Menurut Wattimena (1988), setelah ditemukan IAA sebagai salah satu fitohormon yang penting, maka disintesis senyawa-senyawa serupa dan diuji keaktifan biologis dari senyawa-senyawa tersebut. Asam naftalena

asetat (NAA) dan 2.4-D merupakan senyawa tanpa ciri indol tapi mempunyai aktivitas biologis seperti IAA.

NAA memiliki sifat kimia lebih stabil dibanding IAA dan tidak mudah teroksidasi oleh enzim (Zaer da Mapes, 1985). Anwar (2007) menambahkan bahwa NAA merupakan IAA sintetik yang sering digunakan karena memiliki sifat yang lebih tahan, tidak terdegradasi dan lebih murah. NAA memiliki berat molekul 186.21 dengan rumus molekul $C_{12}H_{10}O_{2}$..



Gambar 6. Struktur molekul NAA (Wuzhouchem, 2016)

4. Kombinasi Auksin dan Sitokinin

Pada proses pembentukan organ seperti tunas atau akar ada interaksi antara zat pengatur tumbuh eksogen yang ditambahkan ke dalam media dengan zat pengatur tumbuh endogen di dalam sel, sehingga menjadi "faktor pemicu" alam proses tumbuh dan perkembangan jaringan. Untuk memacu pembentukan tunas dapat dilakukan dengan memanipulasi dosis auksin dan sitokinin eksogen.

Kombinasi antara sitokinin dan auksin dapat memacu morfogenesis dalam pembentukan tunas (Flick dkk, 1993). Penggunaan sitokinin dan auksin dalam satu media dapat memacu proliferasi tunas karena adanya pengaruh sinergisme antara zat pengatur tumbuh tersebut (Davies, 1995).

Penggunaan sitokinin mempunyai peranan penting jika bersamaan dengan auksin yaitu merangsang pembelahan sel dalam jaringan yang dibuat eksplan serta merangsang pertumbuhan tunas dan daun (Wetherell 1982 dalam Yuswindasari 2010). Zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin tidak bekerja sendiri-sendiri, tetapi kedua ZPT tersebut bekerja secara berinteraksi dalam mengarahkan pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Sitokinin merangsang pembelahan sel tanaman dan berinteraksi dengan auksin dalam menentukan arah diferensiasi sel. Apabila perbandingan konsentrasi sitokinin lebih besar dari auksin, maka pertumbuhan tunas dan daun akan terstimulasi. Sebaliknya apabila sitokinin lebih rendah dari auksin, maka mengakibatkan menstimulasi pada pertumbuhan

akar. Apabila perbandingan sitokinin dan auksin berimbang, maka pertumbuhan tunas, daun, dan akar akan berimbang pula (Karjadi dan Buchory, 2007).

Penggunaan ZPT BAP dan NAA pada penelitian sebelumnya telah mampu menginduksi munculnya tunas dimana interaksi BAP 1 ppm dan NAA 0.5 ppm terbukti mampu menghasilkan tunas terbanyak (1.6 tunas per eksplan) pada 2 MST, pada kantong semar (*Nepenthes mirabilis*) secara in vitro (Alitalia,2008). Sedangkan pada tanaman cendana sendiri interaksi antara BAP 1 mg/l dan NAA 0,1 mg/l menunjukkan hasil induksi mencapai 78,38% (Herawan, 2012).

Pada tanaman yang lengkap, auksin mengalir menuju basipetal dari tunas apikal yang menekan ekspresi PsIPT (gen pola ekspresi sitokinin) dan mempertahankan ekspresi PsPIN1 (gen pola ekspresi auksin) pada batang. Akibatnya, tunas aksilar tidak dapat tumbuh. Namun, ketika tunas apikal dipotong, level auksin pada batang menurun dan membebaskan ekspresi IPT. CK kemudian disintesis dalam batang dan mengalirkannya pada tunas aksilar yang pertumbuhannya terhenti untuk memulai meneruskan pertumbuhannya. Setelah tunas aksilar tumbuh, akan disintesis IAA yang diambil dari tunas yang baru dan dialirkan menuju batang, dimana dia akan menekan ekspresi IPT dan menginduksi CKX untuk mengurangi level CK pada batang (Sato, 2009).

Interaksi auksin dan sitokinin terbawa dalam pengaruh pertumbuhan tunas apikal, yang mana akan menghambat tumbuhnya tunas aksilar. Pada kacang, dijelaskan bahwa auksin mengalir menuju daerah basipetal, yang dimediasi oleh PsPINs dari tunas apikal yang akan menekan ekspresi PsIPT, dimana itu adalah gen dalam biosintesis sitokinin. Akibatnya, terjadi pengurangan level dari sitokinin dan meningkatkan dominansi apikal sehingga menghambat tumbuhnya tunas aksilar (Zhang, 2011).

Dominansi apikal merupakan akibat dari transpor auksin ke bawah yang dibuat di maristem apikal. Sebenarnya, jika maristem apikal dibuang dan potongan agar berisi auksin ditempelkan pada tunggul, hambatan terhadap kuncup-kuncup lateral tetap ada. Potongan agar tanpa auksin tidak mempunyai pengaruh seperti itu (Kimball, 1994).

Sitokinin, auksin, dan faktor-faktor lain berinteraksi dalam kontrol dominansi apikal, yaitu kemampuan kuncup apikal untuk menekan perkembangan kuncup aksilaris. Hingga kini hipotesis utama yang menjelaskan regulasi hormon dari dominansi apikal menyatakan bahwa auksin dan sitokinin bekerja secara antagonis dalam meregulasi pertumbuhan kuncup aksilaris. Menurut pandangan ini, auksin yang ditranspor menuruni tunas dari kuncup apikal menghambat pertumbuhan kuncup aksilaris secara langsung, menyebabkan tunas

memanjang namun percabangan lateral tidak terjadi. Sementara itu sitokinin memasuki sistem tunas dari akar melawan kerja auksin dengan memberi sinyal kepada kuncup aksilar agar mulai tumbuh. Dengan demikian rasio auksin dan sitokinin dipandang sebagai faktor kritis dalam mengontrol penghambatan kuncup aksilaris (Campbell dan Reece, 2008).

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang selama 3 bulan.

B. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor perlakuan, yaitu konsentrasi BAP dan NAA. Masing-masing kombinasi perlakuan tiga ulangan.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

Konsentrasi NAA mg/L	**Konsentrasi BAP mg/L**			
	0	**0,5**	**1**	**2**
0	B0N0	B1N0	B2N0	B3N0
0,1	B0N1	B1N1	B2N1	B3N1
0,25	B0N2	B1N2	B2N2	B3N2
0,5	B0N3	B1N3	B2N3	B3N3

Keterangan : Kontrol adalah perlakuan tanpa BAP dan NAA

C. Alat dan Bahan

1. Alat-alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, erlenmeyer, cawan petri, batang pengaduk, botol kultur, alat-alat diseksi (scalpel, pinset, gunting), LAF (*Laminar Air Flow*), timbangan analitik, oven, autoklaf, lampu bunsen, penyemprot alkohol (*sprayer*), pH meter (indikator pH), lemari pendingin, rak kultur, AC (*Air Conditioner*), lampu, *hot plate and magnetik stirrer*, rak kultur, tisu, aluminium foil, plastik wrap, kertas label, karet, plastik, kompor, dan panci pemanas.

2. Bahan-bahan

Bahan utama yang digunakan adalah batang hasil seedling usia 1 tahun Cendana (*Santalum album*) sebagai eksplan yang akan ditanam pada media. Bahan untuk sterilisasi adalah bakterisida 1 g/l, fungisida, detergent, aquades steril, ethanol teknis 70, HgCl dan

clorox serta alat-alat diseksi. Bahan media yang digunakaan adalah Media MS (Murashige & Skoog), agar-agar 7%, dan gula. Zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan adalah BAP yang dikombinasikan dengan NAA.

D. Langkah Kerja

Tahap Persiapan

1. Sterilisasi Ruang Tanam

Langkah kerja dalam sterilisasi ruang tanam adalah sebagai berikut:

1. Lantai pada ruang tanam dipel dengan karbol yang telah dicampur dengan air.
2. Lantai dipel dengan karbol murni.
3. Meja LAF (*Laminar Air Flow*) dibersihkan dengan alkohol 70%, kemudian dinyalakan sinar UV selama 1 jam.
4. Saat akan digunakan lampu UV dimatikan, lampu neon dan kipas dinyalakan

2. Sterilisasi Alat

Langkah kerja dalam sterilisasi alat adalah sebagai berikut:

1. Alat-alat *disecting set* (scalpel, pinset, gunting), alat-alat gelas dan botol kultur dicuci dengan detergen cair dan dibilas dengan air bersih.
2. Alat-alat *disecting set*, alat-alat gelas dan botol kultur direndam di dalam tipol selama 1 x 24 jam.
3. Alat-alat *disecting set*, alat-alat gelas dan botol kultur dibilas dengan air bersih.
4. Alat-alat *disecting set*, alat-alat gelas dan botol kultur dikeringanginkan dengan oven selama 2 jam dengan suhu 120°C
5. Alat-alat *disecting set* dibungkus dengan aluminium foil kemudian dalam plastik tahan panas. Sedangkan alat-alat gelas ditutup dengan plastik tahan panas dan cawan petri dibungkus dengan kertas. Selanjutnya disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121^{0}C selama 2 jam.

3. Pembuatan Stok Hormon

Pembuatan larutan stok bertujuan untuk memudahkan dalam pembuatan media. Langkah kerja dalam pembuatan larutan stok hormon dengan konsentrasi 100 ppm dalam 100 ml aquades adalah sebagai berikut:

1. Serbuk BAP ditimbang sebanyak 10 mg

2. Ditambahkan aquades sebanyak 100 ml.
3. Dihomogenkan sampai larutan tercampur merata.
4. Digunakan rumus M1.V1=M2.V2 untuk pengambilan larutan dari stok (sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan, yaitu 0,5 mg/L, 1 mg/L, dan 2 mg/L). Misalkan dalam pembuatan media 62,5 ml, ZPT dengan konsentrasi 1 mg/l maka yang ditambahkan adalah sebanyak:

   M1.V1=M2.V2 100 . X= 1. 62,5

   X = 62,5/100X = 0,625 ml

5. Pembuatan larutan stok hormon BAP di atas berlaku juga untuk pembuatan stok hormon NAA yang disesuaikan dengan konsentrasi yang dibutuhkan.

4. Pembuatan Media Dasar

Langkah kerja dalam pembuatan media sebanyak 1 liter adalah sebagai berikut:

1. Media Murasighe & Skoog (MS) ditimbang sebanyak 4,43 gram, gula sebanyak 30 gram, dan agar sebanyak 7 gram.
2. Bahan-bahan seperti media MS, gula, dan zat pengatur tumbuh (ZPT) kemudian dihomogenkan dengan stirer di atas hot plate.
3. Setelah homogen, diukur pH media sebesar 5,8 dengan indikator pH. Jika pH kurang 5,8 maka ditambahkam larutan NaOH 0,1 N dan jika lebih 5,8 maka ditambahkan HCl 0,1 N.
4. Ditambahkan agar sebanyak 7 gram.
5. Media dipanaskan dan diaduk hingga mendidih.
6. Media yang telah masak, dimasukkan ke dalam botol kultur ukuran kecil masing-masing sebanyak 12,5 ml.
7. Botol kultur yang berisi media ditutup dengan plastik dan diikat dengan karet.

5. Sterilisasi Media

Media kultur yang telah dibuat, kemudian disterilkan dengan caradiautoklaf pada suhu 121^0C dengan tekanan 1,5 atm selama 15 menit.

Tahap Pelaksanaan

1. Sterilisasi Eksplan Cendana (*Santalum album*)

Langkah kerja dalam sterilisasi eksplan Cendana adalah sebagai berikut:

1. Dicuci eksplan dengan air mengalir
2. Direndam larutan bakterisida selama 15 menit
3. Direndam larutan fungisida selama 1 jam
4. Dibilas dengan air mengalir
5. Dimasukkan dalam LAF dan direndam larutan alkohol 70% selama 1menit
6. Direndam HgCl 1% selama 2 menit
7. Dilakukan sterilisasi bertingkat menggunakan clorox 30%, 20% dan 10% masing-masing selama 3 menit
8. Dibilas dengan aquades sebanyak 3 kali

2 . Penanaman (Inisiasi)

Penanaman (inisiasi) eksplan dilakukan di dalam LAF (*Laminar Air Flow*). Adapun langkah kerja dalam pelaksanaan penanaman (inisiasi) adalah sebagai berikut:

1. Tangan disemprot dengan alkohol 70% di luar *Laminar Air Flow* (LAF) dibersihkan dengan tisu dan alkohol 70%..
2. Alat- alat seperti pinset, scalpel, gunting yang diperlukan dalam kultur dicelupkan dalam alkohol 96% dan dibakar dengan api bunsen.
3. Setelah itu diletakkan di atas tutup kotak *stainless steel* (dimasukkan ke dalam aquades steril) dan dibiarkan dingin.
4. Anggota tubuh yang masuk dalam LAF disemprot dengan alkohol 70%.
5. Eksplan yang ditanam dalam media kultur adalah eksplan yang mengandung satu nodus. Nodus yang digunakan adalah nodus ke dua dan ke tiga dengan panjang 2 cm. Berikut adalah gambar eksplan.
6. Eksplan ditanam dalam media perlakuan dengan menggunakan pinset atau scalpel.
7. Botol kultur yang telah dinisiasi eksplan ditutup dengan plastik wrap, plastik tahan panas dan diikat dengan karet.
8. Botol-botol yang telah ditanami eksplan diinkubasi dalam ruang kultur pada suhu 23^0C serta diamati setiap hari selama 1 bulan. Keadaan ruang kultur harus steril.

Pengamatan

1. Pengamatan Pertumbuhan

Pengamatan pertumbuhan dillakukan setiap hari setelah penananam, Untuk mengamati hari tumbuhnya kalus pertama dan kontaminasi.

a. Hari munculnya tunas aksilar dihitung dari hari setelah tanam (HST) yang ditandai dengan munculnya tonjolan berwarna kehijauan pada ketiak daun.

b. Pengamatan kontaminasi dilakukan dengan mengamati secara langsung dengan melihat ada atau tidaknya ciri-ciri umum koloni mikroorganisme (jamur ataupun bakteri).

2. Pengamatan Akhir

Pengamatan akhir dilakukan di akhir hari pengamatan (minggu ke 4). Parameter pengamatan rata-rata panjang tunas aksilar dan rata-rata jumlah daun.pada tunas aksilar.

3. Teknik Analisis Data

Data pengamatan berupa data kuantitatif (hari munculnya tunas aksilar, jumlah tunas aksilar, rata-rata panjang tunas aksilar dan rata-rata jumlah daun pada tunas aksilar). Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan, dilakukan analisia *Analysis of Varian* (ANAVA) dua jalur menggunakan SPPS 16,0. Apabila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui konsentrasi ZPT yang terbaik.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHSAN

A. Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Panjang Tunas Aksilar Cendana (*Santalum album* L.) secara *In Vitro*

Pengamatan terhadap parameter panjang tunas Cendana pada penelitian ini menggunakan analisa uji *Analysis of Varian* (ANAVA) dua jalur untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Selanjutnya dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% apabila terdapat perbedaan nyata untuk mengetahui kombinasi konsentrasi ZPT yang terbaik. Hasil yang diperoleh dari uji ANAVA dapat terlihat pada tabel 4.4.1 di bawah ini.

Tabel 4.3.1 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA terhadap panjangtunas Cendana (*Santalum album* L.) secara *in vitro*

F hitung	F tabel	Sig
2.302	1.992	.023

Keterangan : Jika nilai Fhitung > Ftabel maka terdapat pengaruh yang signifikan,jika Fhitung < Ftabel maka tidak terdapat pengaruh

Hasil uji ANAVA pada parameter panjang tunas Cendana menunjukkan bahwa nilai sign < 0,05 yaitu 0,023. Selain itu nilai F-hitung lebih besar daripada F-tabel. Maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi konsentrasi BAP dan NAA memberikan pengaruh terhadap panjang tunas Cendana, Sehingga dapat dilanjutkan dengan uji DMRT 5%. Hasil uji DMRT 5% dapat terlihat pada tabel
4.4.2 di bawah ini.

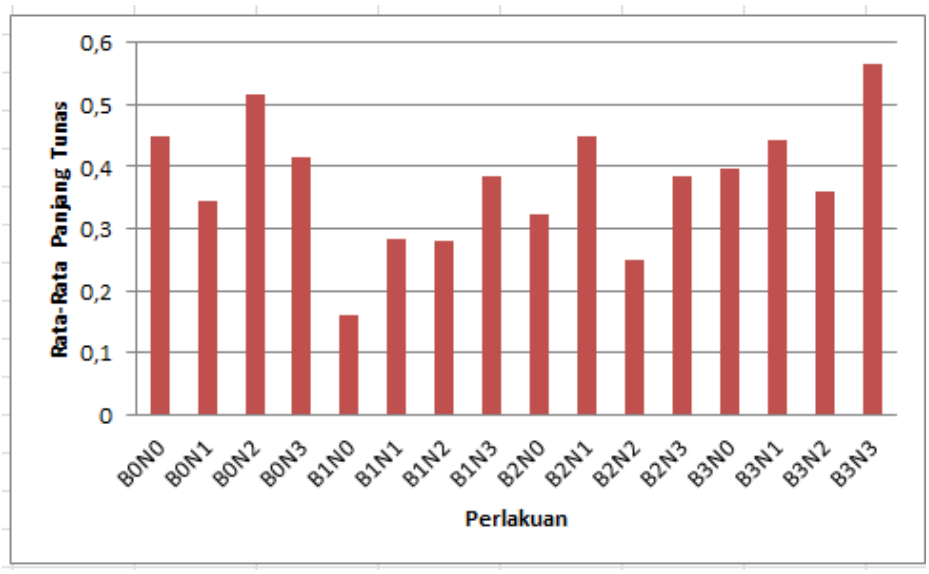
Tabel 4.3.2 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA terhadap panjangtunas Cendana (*Santalum album* L.) secara *in vitro*

Perlakuan	Panjang Tunas
BAP 0,5 + NAA 0 mg/l	0,1610 a
BAP 1 + NAA 0,25 mg/l	0,2500 ab
BAP 0,5 + NAA 0,25 mg/l	0,2783 ab
BAP 0,5 + NAA 0,1 mg/l	0,2833 ab
BAP 1 + NAA 0 mg/l	0,3222 abc
BAP 0 + NAA 0,1 mg/l	0,3417 abcd
BAP 2 + NAA 0,25 mg/l	0,3610 abcd
BAP 1 + NAA 0,5 mg/l	0,3817 abcd
BAP 0,5 + NAA 0,5 mg/l	0,3833 abcd
BAP 2 + NAA 0 mg/l	0,3967 bcd
BAP 0 + NAA 0,5 mg/l	0,4167 bcd
BAP 2 + NAA 0,1 mg/l	0,4433 bcd
BAP 0 + NAA 0 mg/l	0,4500 bcd
BAP 1+ NAA 0,1 mg/l	0,4500 bcd
BAP 0 + NAA 0,25 mg/l	0,5167 cd
BAP 2 + NAA 0,5 mg/l	0,5667 d

Keterangan: Angka-angka tinggi yang diikuti oleh huruf yang samadalam satu baris menunjukkan hasil tidak berbeda nyata sedangkan yang disertai huruf yang tidak sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan hasil uji DMRT taraf 5%.

Hasil dari uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% terhadap parameter panjang tunas Cendana menunjukkan bahwa perlakuan BAP 0 + NAA 0 mg/l tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan perilaku kombinasi konsentrasi yang lainnya. Hal ini dapat diartikan bahwa hormon endogen pada eksplan Cendana telah mampu memberikan pengaruh terhadap panjang tunas. Sehingga ketika ditambahkan dengan hormon eksogen tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Menurut Hartman dalam Suhenteka dan Sobir (2010) bahwa tanaman dapat merespon hormon dalam berbagai konsentrasi secara pula yang

disebabkan oleh perbedaan hormon endogen. Adapun tentang rataan panjang tunas dapat dilihat pada gambar 4.3.3 di bawah ini.



Gambar 4.3.3 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap panjang tunas tunas aksilar Cendana (*Santalum album* L.) secara *in vitro*

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa penambahan BAP 2 mg/l dengan NAA 0,5 mg/l merupakan kombinasi konsentrasi yang memiliki rata-rata tertinggi dalam hal panjang tunas. Meski demikian rata-rata tertinggi tidak dapat dijadikan patokan keefektifan penggunaan hormon karena kombinasi konsentrasi yang efektif hanya dapat ditentukan melalui uji statistik.

Pemanjangan tunas diakibatkan oleh adanya pemanjangan pada sel-selnya. Pemanjangan pada sel-sel sangat dipengaruhi oleh adanya hormon auksin. NAA 0,5 mg/l adalah konsentrasi tertinggi yang diberikan pada semua perlakuan selain dikombinasikan dengan BAP. Menurut Campbell dan Reece (2012) bahwa fungsi utama auksin adalah untuk merangsang pemanjangan sel-sel di dalam tunas-tunas muda yang sedang berkembang.

Menurut Wattimena (1991) menyatakan bahwa sitokinin berpengaruh pada proses pembelahan sel. Setelah pembelahan sel terjadi, dengan adanya nutrien yang diperlukan akan terjadi proses pertumbuhan lainnya yaitu pembentangan sel dan penambahan plasma. Menurut Salisbury dan Ross (1995), pemberian sitokinin meingkatkan plastisitas dinding sel sehingga dinding sel mengendur kemudian terjadi pembentangan lebih cepat. Hal ini didukung pula oleh NAA yang mengakibatkan pengenduran dinding sel. NAA mempertahankan potensial air sel

agar selalu negtif daripada potensial air larutan disekitarnya, sehingga potensial tekanan yang diperlukan untuk mendesak pembentangan sel tersebut tidak sebesar pada sel yang tidak diberi NAA (Salisbury da Ross, 1995).

Auksin mempengaruhi pemanjangan suatu sel denga cara mengaktifkan beberapa enzim yang dapat menurunkan pH pada dinding sel. Enzim tersebut bekerja memutuskan ikatan polisakarida dinding sel dan menyebabkan pertumbuhan yang cepat. Respon auksin yang utama terjadi pada bagian epidermis. Auksin mengaktifkan gen di epidermis dengan cara mengembangkan

dinding epidermis kemudian epidermis akan memanjang lebih cepat (Salisbury dan Ross, 1995).

Tinngginya pertumbuhan tunas yang terjadi pada eksplan dikarenakan adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen eksplan dengan hormon eksogen yang ditambahkan. Hal ini didukung oleh George dan Sherrington (1984) yang menyatakan bahwa kemampuan suatu eksplan untuk berdiferensiasi tidak hanya bergantung pada penambahan auksin pada media pertumbuhan tetapi bergantung pula pada interaksi auksin endogen dan eksogen.

B. Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap jumlah daun pada induksi tunas Aksilar Cendana (*Santalum album* L.) secara *In Vitro*

Daun muncul pada hampir semua kombinasi perlakuan. Jumlah daun dipengaruhi oleh adanya penambahan zat pengatur tumbuh ke dalam media. Daun yang diamati pada penelitian ini adalah daun yang telah terbuka sempurna. Pengamatan terhadap parameter jumlah daun Cendana pada penelitian ini menggunakan analisa uji *Analysis of Varian* (ANAVA) dua jalur untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Selanjutnya dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% apabila terdapat perbedaan nyata untuk mengetahui kombinasi konsentrasi ZPT yang terbaik. Hasil uji ANAVA terhadap parameter jumlah daun dapat dilihat pada tabel 4.4.1 di bawah ini.

Tabel 4.4.1 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA pada jumlah daun Cendana (*Santalum album* L.) secara *in vitro*

F hitung	F tabel	Sig
2.509	1.992	.014

Keterangan : Jika nilai Fhitung > Ftabel maka terdapat pengaruh yang signifikan, jika Fhitung < Ftabel maka tidak terdapat pengaruh

Hasil uji ANAVA pada parameter jumlah daun Cendana menunjukkan bahwa nilai sign < 0,05 yaitu 0,014. Selain itu nilai F-hitung lebih besar daripada F-tabel. Maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi konsentrasi BAP dan NAA memberikan pengaruh terhadap jumlah daun Cendana, Sehingga dapat dilanjutkan dengan uji DMRT 5%. Hasil uji DMRT 5% dapat terlihat pada tabel 4.4.2 di bawah ini.

Tabel 4.4.2 Pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA pada jumlah daun Cendana (*Santalum album* L.) secara *in vitro*

Perlakuan	Jumlah Daun
BAP 0,5 + NAA 0,1 mg/l	1.1667 a
BAP 0,5 + NAA 0,25 mg/l	1.3867 ab
BAP 1+ NAA 0,5 mg/l	1.3833 ab
BAP 0 + NAA 0,1 mg/l	1.4167 ab
BAP 0,5 + NAA 0 mg/l	1.6100 ab
BAP 1 + NAA 0,25 mg/l	1.6667 ab
BAP 2 + NAA 0,25 mg/l	1.7200 ab
BAP 0 + NAA 0 mg/l	1.8333 ab
BAP 1+ NAA 0 mg/l	2.0000 ab
BAP 1 + NAA 0,1 mg/l	2.3333 ab
BAP 2 + NAA 0 mg/l	2.4667 ab
BAP 0,5 + NAA 0,5 mg/l	2.5000 ab
BAP 0 + NAA 0,5 mg/l	2.7200 ab
BAP 2 + NAA 0,1 mg/l	2.7667 ab
BAP 0 + NAA 0,25 mg/l	3.0000 bc
BAP 2 + NAA 0,5 mg/l	4.3333 c

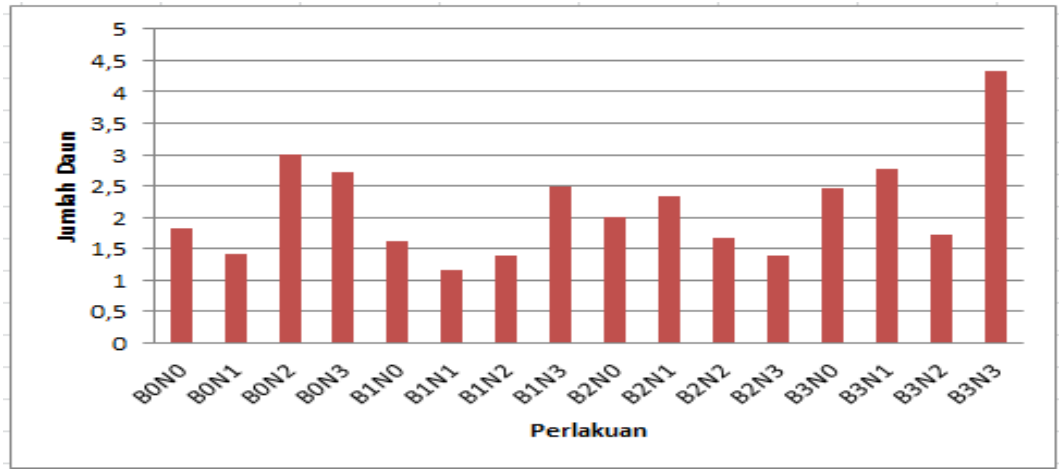
Hasil dari uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% terhadap parameter jumlah daun pada Cendana menunjukkan bahwa perlakuan BAP 0 mg/l + NAA 0,25 mg/l dan BAP 2 mg/l + NAA 0,5 mg/l tidak berbeda nyata. Namun konsentrasi yang efektif digunakan adalah BAP 0 mg/l + NAA 0,25 mg/l karena dengan perbandingan konsentrasi yang rendah sudah memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan BAP 2 mg/l + NAA 0,5 mg/l.

Hasil uji DMRT 5 % menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi BAP dan NAA memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap jumlah daun. Tidak dapat menjadi acuan meskipun eksplan ditambahkan sitokinin (BAP) dengan konsentrasi yang semakin tinggi maka jumlah daun akan meningkat meskipun fungsi dari sitokin adalah pembelahan sel dan pembentukan organ salah satunya adalah daun. Hal ini terjadi karena adanya hormon endogen yang berbeda-beda sehingga menghasilkan respon yang berbeda-beda pula.

Menurut Hardjo (1994) pemberian sitokinin pada media yang eksplannya mengandung sitokinin endogen sedikit menghasilkan respon yang positif, namun sebaliknya bila eksplan mengandung sitokinin endogen yang cukup, maka tidak ada respon terhadap pemberian sitokinin, bahkan akan menimbulkan respon yang negatif.

Sitokinin merupakan suatu zat di dalam tanaman yang bersama dengan auksin dalam menentukan arah terjadinya deferensiasi sel. Keefektifan sitokinin sangat bervariasi diantaranya ditentukan oleh dosis yang digunakan, umur dan bagian tanaman yang diguakan (Kusumo, 1984).

Penambahan auksin dalam hal ini adalah NAA, tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah daun. Beberapa eksplan mampu menghasilkan daun dengan ditambhan NAA namun pada beberapa eksplan tanpa penambahan NAA seperti pada BAP 0,5mg/l + NAA 0 mg/l daun tetap muncul. Hal ini dapat disebabkan adanya pengaruh dari hormon endogen yang ada dalam eksplan. Hal ini didukung oleh George dan Sherrington (1984) yang menyatakan bahwa kemampuan suatu eksplan untuk berdiferensiasi tidak hanya bergantung pada penambahan auksin pada media pertumbuhan tetapi bergantung pula pada interaksi antara auksin dan endogen dan eksogen. Adapun tentang rataan jumlah daun dapat dilihat pada gambar 4.4.3 di bawah ini.



Gambar 4.4.3 Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap jumlah daun tunas aksilar Cendana (*Santalum album* L.) secara *in vitro*

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa pada perlakuan B3N3 (BAP 2 mg/l + NAA 0,5 mg/l) merupakan kombinasi konsentrasi yang memiliki nilai rata-rata paling tinggi. Namun penentuan keefektifan perlakuan kombinasi hormon tetap ditentukan melalui uji statistik DMRT 5% yaitu pada perlakuan BAP 0 mg/l + NAA 0,25 mg/l.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kombinasi konsenrasi BAP 0 mg/l + NAA 0,25 mg/l menghasilkan rata-rata 3 daun pada tiap tunasnya, dibandingakan dengan perlakuan yang lainnya. Pada beberapa perlakuan misalnya B2N3 (BAP 1 mg/l + NAA 0,5 mg/l) meski terdapat tunas yang mempunyai daun lebih dari tiga, namun dari semua tunas yang mumpu menghasilkan daun hanya satu tunas saja.

Terbentuknya daun dipengaruhi oleh sitokinin yang memacu pembelahan sel. Tingginya pertumbuhan yang terjadi pada eksplan dikarenakan adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen eksplan dengan hormon eksogen yang ditambahkan. Keseimbangan konsentrasi auksin dan sitokinin yang ditambahkan dalam media ini mengakibatkan proses fisiologis dalam eksplan dapat berlagsung efektif dalam memacu pertumbuhan daun.

Menurut (Wijayanti, 2007), peran sitokinin dalam pembentukan daun meliputi dua tahapan (1) Sitokinin dalam sklus sel memiliki peranan penting yaitu pemacuan sitokinesis. Sitokinin mendorong pembelahan sel dengan cara meningkatkan peralihan G2 ke mitosis dan dalam hal ini siokinin juga meningkatkan laju sintesis

protein. Beberapa protein itu adalah protein pembangun atau enzim yang dibutuhkan untuk mitosis. Sitokinin juga memperpendek fase S yaitu dengan cara mengaktifkan DNA, sehingga ukuran salinan DNA menjadi dua kali lebih besar kemudian laju sintesis DNA digandakan. (2) Sitokinin dapat mempengatuhi gen KNOX (*Knotted Like Homeobox*). Gen KNOX mengkode suatu protein yang berfungs memacu pertumbuhan dan pemeliharaan maristem ujung batang supaya sel-selnya selalu bersifat maristematis. Ketika gen KNOX sudah terlalu besar, akan menyebabkan aktivitas maristematik terhenti yang kemudian menginisiasi terbentuknya daun.

Gambar 4.4.4 Eksplan Cendana (*Santalum album* L.) yang muncul daun padaminggu ke empat perlakuan BAP 2 mg/l + NAA 0 mg/l

BAB V
PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil penelitian terkait pengaruh hormon BAP dan NAA terhadap panjang tunas dan jumlah daun dapat disimpulkan bahwa:

1. Kombinasi hormon tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap panjang tunas, hal ini dapat diartikan bahwa hormon endogen pada eksplan Cendana telah mampu memberikan pengaruh terhadap panjang tunas. Sehingga ketika ditambahkan dengan hormon eksogen tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata.
2. Kombinasi konsentrasi BAP dan NAA memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap jumlah daun. Konsentrasi yang efektif digunakan adalah BAP 0 mg/l + NAA 0,25 mg/l.

B. Saran

Saran yang dapat disampaikan terkait penelitian ini adalah:

1. Penentuan konsentrasi paling efektif didasarkan pada uji DMRT 5% dengan memperhatikan efisiensi pengunaan zat pengatur tumbuh.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai induksi perakaran untuk mengoptimalkan pertumbuhan eksplan.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, Z. 1983. *Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh.* Bandung: Angkasa

Ahmad, Y. A. 2008. *Seri Kemukjizatan Al-Qur'an dan Sunnah*. Yogyakarta : Sajadah Press

Ali, dkk. 1989. *Terjemah Tafsir Al-Maraghiy.* Semarang : Tohaputra

Alitalita, Y. 2008. Pengaruh Pemberian BAP Dan NAA terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tunas Mikro Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*) Secara *In Vitro.* Skripsi Tidak Diterbitkan. Bogor. Institut Pertanian Bogor

Al-Jazairi, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2007. *Tafsir Al-Qur'an Al- Aisar* Jilid 2 Cetakan 1. Jakarta : Darus Sunnah

Al-qarni, A. 2007. *Tafsir Muyassar.* Jakarta : Qisthi Press.

Anwar, N. 2007. Pengaruh Media Multiplikasi Terhadap Pembentukan Akar pada Tunas *In Vitro* Nenas (*Ananas comocus* (L.) Merr.) cv. *Smooth Cayenne* di Media Pengakaran. Skripsi Tidak Diterbitkan.Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Araujo, J. D. 2011. Pertumbuhan Tanaman Pokok Cendana (*Santalum Album* Linn.) Pada Sistem Agroforestri Di Desa Sanirin, Kecamatan Balibo,Kabupaten Bobonaro - Timor Leste. Skripsi Tidak Diterbitkan. Bogor: IPB.

Arimarsetiowti, Rina dan Ardiyani, F. 2012. Pengaruh Penambahan Auxin terhadap Pertunasan dan Perakaran Kopi Arabika Perbanyakan Somatik Embriogenesis. *Jurnal Pelita Perkebunan* 28 (2) : 82-90.

Astuti dan Andayani. 2005. Pengaruh Pemberian BAP dan NAA terhadap Pertumbuhan Krisan (*Chrysanthemum morifolium*, Ram.) . *Jurnal Kultur Jaringan Biota* X (3) : 31-35.

Bagia N, Harijono dan Parsa IM. 2005. *Alat Pemotong Serpihan Limbah Kayu Cendana*. Kupang: Universitas Nusa Cendana.

Campbeell dan Reece. 2012. *BIOLOGI.* Jakarta: Erlangga.

Campbeell dan Reece. 2008. *BIOLOGI.* Jakarta: Erlangga.

Dasuki, H, Alhumam, Yunardi B, Syatibi, Tahar S, Sya'roni M dan Surur B. 1993. Al-Qur'an dan Tafsirnya. Semarang : PT. Citra Effhar

Davies, P. J. 2004. *Plant Hormones: Biosyntesis, Signal Transduction, Action.* London : Kluwer Academic Publisher.

Debnath, Sinha S dan Sinha R. K. 2013. *In Vitro* Multiplication Of Shoot Buds Of *Aquilaria agallocha* Roxb. (Thymelaeaceae). *Journal of Biotechnology* 2(2)

Erwin, N. A., Soekmato, N. H. 2009. 6,6-Dimethoxy-4,4-Dihydroxy 3,2-Furano-Isoflavane, A New Compound from Melochia umbellata (Houtt) Stapf Var. Degrabrata K. (Palisia). *Indonesian Journal of Chemistry.*10 (2): 215-218.

Flick, C.E., D.A. Evans, dan W.R. Sharp. 1983. Organogenesis *in* Y. Yamada (*ed*). Handbook of Plant Cell Culture. Vol. 1 : *Techniques for Propagation and Breeding.* New York: Macmillan Publishing Company.

Gamborg, O. L. 1991. *Metode Kultur Jaringan Tanaman*. USA :International Plant Research Institute.

George, E.F. dan P.D. Sherrington. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*.

Exegetics Limited. England.

Ghoffar, M Abdul. 2007. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 3*. Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i

Gunawan, L. W. 1988. *Teknik Kultur Jaringan*. Bogor. Laboratorium Kultur Jaringan Tanman: PAU IPB.

Gunawan, L. W. 1992. *Teknik Kultur Jaringan*. Bogor. Laboratorium Kultur Jaringan Tanman: PAU IPB.

Hamilton, L.and Conrad,C.E.1990. *Proceedings symposium Sandalwood in the Pacific*.USDA For.Serv.Gen.Tech.Rep.PSW-122

Hardjo, P.H. 1994. Organogenesis langsung dan Kalogenesis pada kultur Kedelai (*Glysine max* L. Merril) dan *Glysine tomentella* H. dalam medium MS dan PCL-2 Termodifikasi. *Tesis*. Program Pascasarjana. IPB. Bogor. 65Pp

Hartman, H.T and D.E. Kester, 2002. *Plant Propagation Principles and Practise third Ed.*Prentice Hall Inc. New Jersey.662p

Hendaryono dan Wijayanti. 1994. *Teknik Kultur Jaringan : Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman Secara Vegetatif Modern*. Yogyakarta

:Kanisius

Herawan, T. 2012. Kultur Jaringan Cendana (*Santalum album* L.). Yogyakarta : Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Jurnal

Hermawan R. 1993. Pedoman Teknis Budidaya Kayu Cendana (*Santalum album*

Linn.). Bogor: Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.

Holmes S. 1983. *Outline of Plant Classification*. .New York : Longman.

IUCN. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org (diakses pada tanggal 16 Februari 2016)

Karjadi dan Buchory. 2007. Pengaruh NAA dan BAP terhadap Pertumbuhan Jaringan Meristem Bawang Putih pada Media B5. *J. Hort.* 17(3):217-223

Kertabaya. 2014. Kayu Bertuah Nusantara. kertabaya.blogspot.co.id (diakses pada tanggal 20 Februari 2016)

Kompas. 2016. Kayu Cendana Asli Timor Leste. *regional.kompas.com* (diakses pada tanggal 30 juni 2016

Kusumo. 1984. *Zat Pengatur Tumbuh*. Jakarta : CV Yasaguna

Lestari, E. G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen.* 7 (1):63-68

Mariska dan Sukmadjaja, 2003. *Kultur Jaringan Abaka Melalui Kultur Jaringan.*

Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.

Nita. 2014. Biotechnology UAJY. blogs.uajy.ac.id (diakses pada tanggal 20 Februari 2016)

Nugrahani, P. 2011. Dasar Bioteknologi Tanaman Teknik Propagasi Secara In Vitro. Surabaya : Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"

Pierik, R.M.L. 1987. *In Vitro Culture of Higher Plant*. Nederland: Marthhinus Nijhoft Publisher

Quraish, S . 2002. *Tafsir Al- Mishbah*. Jakarta : Lentera Hati

Rahardja dan W. Wiryanta. 2003. *Aneka Cara memperbanyak Tanaman.*

Agromedia Pustaka. Jakarta.

Rahayu S, Wawo AH, van Noordwijk M, Hairiah K. 2002. *Cendana Deregulasi dan Strategi Pengembangannya*. Bogor: World Agroforestry Centre (ICRAF).

Rohayati, Euis. 2009. Teknik Perbanyakan Cepat Anthurium dengan Induksi Tunas Aksiler secara *In Vitro*. *Buletin Teknik Pertanian*. 14 (1): 1-5

Ruzic dan Vujovic. 2008. The Effects Of Cytokinin Types And Their Concentration On *In Vitro* Multiplication Of Sweet Cherry Cv. Lapins (*Prunus avium* L.). *Hort. Sci. (Prague).* 35 (1).

Salisbury dan Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuha Jilid 3*. Bandung : ITB Bandung

Santoso, U dan Nursandi, F, 2004. Kultur Jaringan Tanaman. Malang: UMM Press

Sato, Sae S., Tanaka, M dan Mori, H. 2009. Auxin–cytokinin interactions in the control of shoot branching. *Plant Mol Biol.* 69:429-435

Sastrapraja, S. 1980. *Tanaman Industri Lembaga Biologi Nasional LIPI*. Bogor : LIPI.

Simanjuntak, P. 2003. Uji Antibakteri Ekstrak Metanol Kayu Cendana (*Santalum Album* L.). *Majalah Farmasi Indonesia.* 14(2): 326-332

Sindhu, R.dkk. 2010. Santalum Album Linn: A Review On Morphology, Phytochemistry And Pharmacological Aspects. *International Journal of PharmTech Research*. 2(1): 914-919.

Sonjahi, MH. 1990. *Al- Qur'an dan Tafsirnya*. Yogyakarta : Dana Bhakti Wakaf Sugiyanti, E . 2008. Pengaruh Kombinasi BAP *(Benzil Amino Purine*) Dan NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) terhadap Pertumbuhan Tunas Zodia (*Euodia suaveolens* Scheff.) Secara *In Vitro.* Skripsi Tidak Diterbitkan. Surakarta : Universitas Sebelas Maret

Sundari, L., Siregar , L.A.M dan Hanafiah, Dianah, S. 2015. Kajian Awal : Respon Eksplan Nodus dalam Inisiasi Tunas Mikro Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) dalam Medium WPM. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(1).

Surachman, D. 2011. Teknik Pemanfaatan Air Kelapa untuk Perbanyakan Nilam Secara *In vitro. Buletin Teknik Pertanian* 16 (1): 31-33

Surata, I. K. 2006. *Teknik Budidaya Cendana*. Tidak Diterbitkan. Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Bali dan Nusa Tenggara.

Sutini, 2008. Meningkatkan Produksi Flavon-3-ol Melalui Kalus *Camellia sinensis* L. dengan Elisitor Cu 2+. *Berkas Penelitian Hayati:* 14

Wahyuni, S.R., Lestari, W dan Novriyanti, E. 2014. Induksi *In Vitro* Tanaman Gaharu (*Aquilaria microcarpa* Baill.) dari Eksplan Tunas Aksilar Dengan Penambahan *6-Benzylaminopurine* (Bap). *Jomfmipa*. 1(2).

Wattimena, G. A. 1988. *Bioteknologi Tanaman 1*.Bogor : Institut Pertanian Bogor

Wattimena, G.A. 1991. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman.* PAU Bioteknologi

Tanaman. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Bogor

Wattimena. 1992. *Bioteknologi Tanaman*. DEPDIKBUD, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi, IPB, Bogor.

Werner, T. dan T. Schmulling. 2009. *Cytokinin Action in Plant Development.*

Current Opinion in Plant Biology 2009, 12 : 527-538

Winarsih, S dan Priyono. 2000. ”Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh terhadap Pembentukan dan Pengakaran Tunas Mikro pada Asparagus secara *In Vitro*.” *J. Hort.* 10 (1): 11-17.

Wetherel, D. F. 1982. *Pengantar Propagasi Tanaman secara In vitro*. Avery Publishing Group, Inc. New Jersey.

Wijayani, Yuanita dan Mudyantini, W. 2007. Pertumbuhan Tunas dan Struktur Anatomi *Protocorm Like Body* Anggrek *Grammatophyllumscriptum* (Lindl.) Bl. dengan Pemberian Kinetin dan NAA. *Bioteknologi.* 4 (2): 33-40. ISSN: 0216-6887

Wuzhouchem. 2016. Wanjie International. www.wuzhouchem.com (diakses pada 20 Februari 2016)

Yuliarti, N. 2010. *Kultur Jarinngan Tanaman Skala Rumah Tangga.* Yogyakarta: Penerbit ANDI

Yusnita, 2003. Kultur *Jaringan Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien.*

Jakarta: Agro Media Pustaka

Yuswindasari, C. O. 2010. Kajian Penggunaan Berbagai Konsentrasi BA dan NAA terhadap Pembentukan Tunas Jarak Pagar (Jatropha curcas L.) Pada Kultur *In Vitro.* Skripsi Tidak Diterbitkan. Surakarta. Universitas Negeri Sebelas Maret.

Zaer, J. S. dan Mapes M. O. 1985. Action of Growth Regulators. Hal 231-255

Zhang, Xian, S., Liu, Y. B dan Su, H. Y . 2011. Auxin–Cytokinin Interaction Regulates Meristem Development. *Molecular Plant*. 4 (4).