

**LAPORAN HASIL
PENELITIAN UNGGULAN UNIVERSITAS BENGKULU
TAHUN ANGGARAN 2010**



**PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PENYELAMATAN EMBRIO
CEMARA LAUT (*Casuarina equisetifolia*) SEBAGAI UPAYA
PELESTARIAN KAWASAN KONSERVASI WILAYAH PESISIR
KOTA BENGKULU**

Disusun Oleh :

**IR. MARLIN, M.Sc
DR. IR. YULIAN, M.Sc
IR. BAMBANG GONGGO M., M.S.**

**DIBIYAI OLEH DIPA UNIVERSITAS BENGKULU
KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
SESUAI DENGAN SURAT KEPUTUSAN REKTOR
NOMOR : 2780/H30/PL/2010, Tanggal 22 Maret 2010**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BENGKULU
TAHUN 2010**

HALAMAN PENGESAHAN
HIBAH PENELITIAN UNGGULAN UNIVERSITAS BENGKULU

1. Judul Penelitian : Pengembangan Teknologi Penyelamatan Embrio Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai Upaya Pelestarian Kawasan Konservasi Wilayah Pesisir Kota Bengkulu
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Ir. Marlin, M.Sc
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP : 19700314 199403 2 002
 - d. Jabatan fungsional : Lektor Kepala
 - e. Jabatan Struktural : -
 - f. Bidang Keahlian : Bioteknologi Tanaman (Teknik Kultur Jaringan Tanaman)
 - g. Fakultas/Jurusan : Fakultas Pertanian / Budidaya Pertanian
 - h. Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu
 - i. Anggota Peneliti

No.	Nama dan Gelar	Bidang Keahlian	Jurusan/Fakultas
1.	DR. Ir. Yulian, M.Sc	Bio-resource Plant Production	Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian UNIB
2.	Ir. Bambang Gonggo M., M.S.	Konservasi Tanah dan Air	Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNIB

3. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian
- a. Jangka waktu penelitian yang diunggulkan : 2 (dua) tahun
 - b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 80.000.000,00
 - c. Biaya yang disetujui Tahun Pertama : Rp. 40.000.000,00

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian

Bengkulu, 30 Oktober 2010
Ketua Peneliti

Prof. DR. Ir. Yuwana, M.Sc
NIP. 19591210 198603 1 003

Ir. Marlin, M.Sc
NIP. 19700314 199403 2 002

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian UNIB

Drs. Sarwit Sarwono, M.Hum.
NIP. 19581112 198603 1 002

Pengembangan Teknologi Penyelamatan Embrio
Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai Upaya Pelestarian Kawasan
Konservasi Wilayah Pesisir Kota Bengkulu

Oleh :

Marlin, Yulian, dan B. Gonggo

Laboratorium Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu, Telp 0736-28765, E-mail : marlin_iin@yahoo.com

RINGKASAN

Tanaman cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) merupakan tanaman hutan pantai yang memiliki banyak kegunaan. Tanaman ini sangat kokoh dan indah sehingga merupakan tanaman yang potensial untuk dikembangkan dalam upaya konservasi kawasan pesisir, sebagai penahan angin dan abrasi air laut seperti di kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang Bengkulu. Umumnya cemara laut berkembangbiak secara generatif menggunakan biji. Biji berukuran sangat kecil dan ditutupi dibungkus oleh selaput yang tipis (bersayap), sehingga mudah diterbangkan oleh angin. Biji cemara laut memiliki embrio dengan daya kecambah yang rendah. Dengan demikian sangat penting untuk dilakukan upaya penyelamatan embrio cemara laut agar dapat tumbuh dan berkembang sehingga mampu melestarikan kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang di Bengkulu khususnya, kawasan pesisir secara nasional umumnya.

Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan teknologi penyelamatan embrio cemara laut sebagai upaya pelestarian kawasan konservasi wilayah Taman Wisata Pantai Panjang kota Bengkulu. Penelitian dilakukan dengan 2 metode perbanyakan, yaitu secara konvensional (persemaian dan prenurseri), dan secara non konvensional (dengan teknik *in vitro*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Upaya penyelamatan embrio cemara laut dapat dilakukan melalui perbanyakan secara konvensional maupun non-konvensional. Perlakuan pada 3 jenis media dengan perendaman dengan larutan IBA menunjukkan interaksi yang positif dalam mempercepat saat benih berkecambah. Perendaman benih dalam larutan IBA sampai dengan konsentrasi 150 ppm, mampu meningkatkan tinggi tanaman secara linier, dengan tinggi tanaman tertinggi 21 mm (2 mst). Hasil penelitian menunjukkan piula bahwa media yang terbaik untuk mengecambahkan benih cemara laut adalah media pasir. Pada media ini diperoleh persentase tumbuh benih tertinggi (86,5%). Saat benih berkecambah tercepat (9,4 hst), dan tinggi tanaman 21,4 mm (2 mst).

Pada perbanyakan cemara laut dengan menggunakan teknik non konvensional, yaitu dengan kultur *immature embryo* secara *in vitro* menunjukkan pertumbuhan terbaik *immature-embryo* diperoleh pada media dengan konsentrasi $\frac{1}{2}$ hara makro media MS. Pada media $\frac{1}{2}$ MS diperoleh respon tertinggi terhadap peubah persentase tumbuh (30,67%), jumlah tunas (2,53 tunas/eksplan), dan jumlah akar (2,27 akar/eksplan). Embrio yang berasal dari buah yang hampir matang memiliki persentase tumbuh dan jumlah tunas tertinggi dibandingkan perlakuan umur embrio yang lain. Embrio yang lebih matang, umumnya memiliki tingkat kontaminasi yang lebih tinggi dibandingkan *immature embryo*.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis sampaikan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karuniaNya maka Laporan Hasil Penelitian Unggulan Universitas Bengkulu Tahun Anggaran 2010 ini dapat diselesaikan. Penelitian dengan judul " Pengembangan Teknologi Penyelamatan Embrio Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai Upaya Pelestarian Kawasan Konservasi Wilayah Pesisir Kota Bengkulu" ini dilaksanakan dengan adanya bantuan dana dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional, Nomor Kontrak : 102/101/H30.10/PL/2010 tanggal 29 Maret 2010.

Tanaman cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) merupakan tanaman hutan pantai yang memiliki banyak kegunaan. Tanaman ini sangat kokoh dan indah sehingga merupakan tanaman yang potensial untuk dikembangkan dalam upaya konservasi kawasan pesisir, sebagai penahan angin dan abrasi air laut seperti di kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang Bengkulu. Umumnya cemara laut berkembangbiak secara generatif menggunakan biji. Biji berukuran sangat kecil dan memiliki bulu dipermukaannya, sehingga mudah diterbangkan oleh angin. Biji cemara laut memiliki embrio dengan daya kecambah yang rendah. Dengan demikian sangat penting untuk dilakukan upaya penyelamatan embrio cemara laut agar dapat tumbuh dan berkembang sehingga mampu melestarikan kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang di Bengkulu khususnya, kawasan pesisir secara nasional umumnya.

Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan teknologi penyelamatan embrio cemara laut sebagai upaya pelestarian kawasan konservasi wilayah Taman Wisata Pantai Panjang kota Bengkulu. Penelitian dilakukan dalam waktu 2 tahun penelitian, yang meliputi teknik penyelamatan embrio secara konvensional dan non konvensional (*in vitro*). Melalui penelitian ini, diharapkan akan mampu mempercepat penyediaan benih cemara laut yang berkualitas sehingga dapat mengatasi kendala dalam pelestarian kawasan pesisir. Disamping itu, diharapkan melalui penelitian ini dapat ikut memberdayakan masyarakat di kawasan konservasi pesisir kota Bengkulu dengan ikut serta menggalakkan penanaman cemara laut.

Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Maret sampai dengan bulan Oktober 2010 di Laboratorium Bioteknologi dan Kultur Jaringan Tanaman, dan di *greenhouse* Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam atas segala bantuan dalam pelaksanaan dan penyelesaian penelitian ini, kepada Bapak Ketua Lembaga Penelitian Universitas Bengkulu beserta staf, Bapak Dekan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Bapak Ketua Laboratorium Agronomi Divisi Bioteknologi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu beserta laboran, mahasiswa (Wiyogo dan Windri), Ir. Novi Syatria yang telah memfasilitasi kegiatan di laboratorium kultur jaringan, serta semua pihak yang tak dapat kami sebutkan satu persatu. Akhirnya penulis berharap agar laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Bengkulu, November 2010

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN DAN SUMMARY	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
A. LAPORAN HASIL PENELITIAN	
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	10
BAB IV. METODE PENELITIAN	12
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	36
B. DRAFT ARTIKEL ILMIAH	43
C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh 3 jenis media tanam dan perendaman dengan larutan IBA terhadap pertumbuhan benih cemara laut (2 mst).....	20
2. Pengaruh jenis media tanam terhadap persentase tumbuh benih (PTB), saat benih berkecambah (SBB), dan tinggi tanaman (TT), cemara laut (2 mst).....	24
3. Pengaruh 3 jenis media tanam dan pemberian pupuk organik cair terhadap pertumbuhan benih cemara laut pada tahap nursery (9 mst).....	26
4. Pengaruh jenis media tanam terhadap tinggi tanaman (TT), jumlah cabang primer (JCP), dan jumlah cabang sekunder (JCS) cemara laut pada tahap prenursery (9 mst).....	26
5. Pengaruh umur embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro terhadap pertumbuhan benih cemara laut secara <i>in vitro</i> (6 mst).....	29
6. Pengaruh umur kematangan embrio terhadap persentase tumbuh embrio (PE) dan jumlah tunas mikro (JT) cemara laut secara <i>in vitro</i> (6 mst)	29
7. Pengaruh konsentrasi hara makro media MS pada persentase tumbuh embrio (PE), dan jumlah tunas mikro (JT) dan jumlah akar (JA) cemara laut secara <i>in vitro</i> (6 mst)	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang Bengkulu ditanami dengan Cemara Laut (a), Buah cemara laut (b).....	6
2. Morfologi bunga cemara laut. A. Letak bunga pada ranting batang, B. Susunan bunga jantan dan betina, a) bunga jantan b) bunga betina, C. Bakal buah dari bunga yang sudah dibuahi	15
3. Buah cemara laut dengan 3 tingkat kematangan buah.....	16
4. Morfologi buah cemara laut. A. Penampang membujur buah dengan susunan cone yang berisi biji. B. Penampang melintang buah dengan susunan cone yang berisi biji, C. Susunan cone pada buah belum matang, D. Buah yang telah matang dengan cone yang telah membuka	16
5. Morfologi biji cemara laut. A) biji mentah (<i>immature seeds</i>) dalam cone, B) biji matang (<i>mature seeds</i>), C) biji dengan embrio, D) bagian-bagian biji; endosperma, kotiledon dan embrio cemara laut, E-F) kotiledon biji cemara laut (pembesaran 100 X).....	17
6. Persiapan penanaman di lapang. A) penjemuran benih B) Benih yang siap disemai, C) Penanaman di lapang dalam hamparan langsung D) benih mulai berkecambah	18
7. Persiapan penanaman dalam naungan paranet 55%. A) persiapan <i>screen</i> , B-C-D) persiapan media tanam	19
8. Benih mulai berkecambah (2 mst)	19
9. Pengaruh interaksi antara konsentrasi larutan IBA dan media tanam terhadap saat benih berkecambah (hst).....	21
10. Pengaruh konsentrasi larutan IBA terhadap tinggi tanaman cemara laut (2 mst)	22
11. Pertumbuhan benih pada tahap prenursery.....	27
12. Pengecambahan <i>immature embryo</i> pada media MS cair	30

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Angka kerusakan hutan dan lahan di Indonesia pada tahun 2006 sudah mencapai 59,2 juta hektar. Di beberapa daerah kerusakan hutan di kawasan pesisir sangat tinggi. Di Jawa Timur 53.000 ha hutan mangrove yang ada, 13.000 ha diantaranya rusak berat (Anonim, 2007). Kerusakan tersebut sebagai akibat pembukaan lahan untuk dijadikan tambak, serta akibat pencemaran dari limbah industri. Pada daerah kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang kota Bengkulu, kerusakan kawasan pesisir terjadi sebagai akibat perambah liar dan penambangan pasir ilegal (BKSDA Bengkulu, 2004), serta pembangunan kawasan pantai menjadi kawasan pariwisata dan pembangunan jalan-jalan baru (Rakyat Bengkulu, 2006).

Kondisi geografis kota Bengkulu terletak di pesisir barat Sumatera, merupakan daerah pantai yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia. Perubahan iklim atau "*climate change*" mulai berdampak terhadap masyarakat yang bermukim di wilayah pesisir propinsi Bengkulu (Antara, 2009). Terjadinya berbagai bencana alam di kawasan pantai seperti gelombang pasang dan tsunami menimbulkan kerusakan yang sangat besar lingkungan pantai. Selain itu, pengalihan fungsi pantai menjadi kawasan pariwisata mengakibatkan kerusakan dan perubahan ekosistem pantai. Kondisi ini memerlukan usaha konservasi pantai untuk mengembalikan fungsi ekosistem kawasan pesisir. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah revitalisasi kawasan pantai menjadi hutan tanaman pantai dengan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai salah satu tanaman utama. Penanaman cemara laut sepanjang kawasan pesisir sebagai jalur hijau di sempadan pantai dapat berfungsi sebagai pelindung dari ancaman gelombang pasang maupun untuk memenuhi kebutuhan kayu bagi masyarakat (Nurahmah, *et al.* 2007).

Cemara laut merupakan tanaman hutan pantai yang memiliki banyak keunggulan atau *Multipurpose tree species* (Syamsuwida, 2005). Kayu cemara laut mempunyai kualitas tinggi untuk bahan bakar (arang), kayu gelondongan, dan berperan penting dalam konservasi tanah dan rehabilitasi lahan, serta sebagai

penahan angin. Umumnya cemara laut berkembang biak secara generatif dengan menggunakan biji yang terdapat di dalam buah yang berbentuk *cone*. Setiap buah cemara laut mengandung 20-50 biji. Biji cemara laut berukuran sangat kecil, dengan permukaan yang memiliki selaput tipis sehingga sangat mudah diterbangkan oleh angin ke daerah lain yang menyebabkan biji sulit untuk tumbuh. Disamping itu, biji tidak memiliki cadangan makan (endosperma) sehingga menghambat embrio untuk tumbuh dan berkembang. Perkecambahan embrio di lingkungan alami hanya dapat terjadi pada kondisi yang menguntungkan, yaitu pada media yang lembab dan berpasir. Pengaruh lingkungan tumbuh sangat berperan, viabilitas atau daya kecambah biji sangat rendah dan mudah hilang (Nurahmah *et al.*, 2007) Menurut Eze dan Ahonsi (1993), persentase perkecambahan benih cemara laut hanya 7-16 % di lingkungan alami. Hal ini terjadi karena biji hanya memiliki cadangan makanan yang sedikit sehingga menghambat pertumbuhan dan perkecambahan embrio.

Beberapa hasil penelitian dilakukan untuk memacu pertumbuhan benih di lapang. Muthukumar dan Udaiyan (2010) melaporkan bahwa pemberian bioinokulan *Glomus geosporum*, *Paenibacillus polymixa* dan *Frankia* secara individual atau dikombinasikan, memacu pertumbuhan benih, efisien dalam menyerap hara, dan memperbaiki kualitas benih cemara laut. Sedangkan Eze dan Ahonsi (1993), meneliti pemberian 0.1 mM GA₃ yang diikuti dengan 2500 mg.dm³ ascorbic acid dan 10 mM NaNO₃ dapat meningkat pertumbuhan kecambah. Tetapi, tingkat perkecambahan baru mencapai 62 %. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penting dilakukan penelitian untuk meningkatkan dan mempercepat upaya penyediaan benih cemara laut dan mendapatkan faktor lingkungan tumbuh yang optimal bagi perkecambahan embrio, sehingga dapat mengatasi ketersediaan benih cemara laut untuk melestarikan lingkungan pesisir di Bengkulu khususnya, dan perbenihan nasional umumnya.

Salah satu alternatif usaha yang dapat dilakukan untuk menyelamatkan embrio cemara laut dan meningkatkan pertumbuhannya adalah melalui perbaikan metode perkecambahan benih (konvensional), serta melalui teknik kultur jaringan tanaman atau teknik *in vitro* (non konvensional). Dengan penggunaan teknik kultur jaringan, bahan tanam yang dihasilkan akan mempunyai tingkat multiplikasi yang tinggi, materi

tanaman yang berkualitas, lebih homogen, secara genetik sama dengan induknya, dan dapat diperoleh dalam waktu yang relatif singkat (Bhojwani, 1990).

Menurut Warreing dan Phillips (1981), kebutuhan nutrisi dan zat pengatur tumbuh untuk memacu proses morfogenesis pada kultur *in vitro* akan berbeda untuk setiap jenis tanaman dan eksplan yang digunakan. Krikorian (1982) dan Ammirato (1983) menjelaskan bahwa untuk stimulasi proses morfogenesis ini sangat dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh, terutama auksin dan sitokinin, dan komponen-komponen penyusun media. Van dan Trinh (1990) menyatakan bahwa suplai hormon secara eksogen sangat mempengaruhi proses tersebut, sejalan dengan laju metabolismenya. Regenerasi *Anthurium scherzerium* dilakukan dengan mereduksi hara makro menjadi $\frac{1}{2}$ konsentrasi (Hamidah *et al.*, 1997). Kultur *immature seeds* menghasilkan pertumbuhan terbaik pada tanaman *Rynchosyilis gigantea* (Lindl.) yang dikulturkan pada media MS dengan $\frac{1}{2}$ konsentrasi hara makro (Zhi-Ying dan Xu, 2009)

Dengan demikian, usaha penyelamatan embrio cemara laut sangat penting dilakukan baik secara konvensional maupun secara non konvensional dengan teknik kultur jaringan tanaman, sebagai upaya percepatan produksi benih cemara laut yang berperan penting dalam melestarikan ekosistem pesisir Bengkulu. Melalui penelitian ini, diharapkan akan mampu mempercepat penyediaan benih cemara laut yang berkualitas sehingga dapat mengatasi kendala dalam pelestarian kawasan pesisir. Disamping itu, diharapkan melalui penelitian ini dapat ikut memberdayakan masyarakat di kawasan konservasi pesisir kota Bengkulu dengan ikut serta menggalakkan penanaman cemara laut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya bertujuan mengusahakan terwujudnya kelestarian sumber daya alam hayati serta keseimbangan ekosistemnya sehingga dapat lebih mendukung upaya peningkatan kesejahteraan masyarakat dan mutu kehidupan manusia. Menurut UU No. 5 Tahun 1990, tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya, pengawetan jenis tumbuhan dan satwa di dalam kawasan suaka alam dilakukan dengan membiarkan agar populasi semua jenis tumbuhan dan satwa tetap seimbang menurut proses alami di habitatnya. Salah satu kawasan suaka alam yang perlu mendapat perhatian dalam pelestarian dan menjaga keseimbangan ekosistem di dalamnya adalah kawasan pesisir. Kawasan pesisir barat sumatera merupakan wilayah yang paling beresiko terhadap dampak perubahan iklim. Perubahan tutupan lahan kawasan hutan di daerah perbukitan dan lereng sangat cepat memicu bencana banjir bandang dan tanah longsor. Posisi pesisir yg langsung berhadapan dengan samudra hindia, membuat kehidupan masyarakat kawasan pesisir barat sumatera menjadi sangat rentan terhadap perubahan geomorfologi, kekacauan arus dan gelombang akibat pemanasan global. Masyarakat pesisir barat sumatera terjebak oleh 2 ancaman besar yang disebabkan perubahan iklim ditambah ancaman geologis yang membuat wilayah ini seolah di berada dibibir ancaman bencana Gempa (Departemen Kampanye Walhi Bengkulu, 2008).

Propinsi Bengkulu termasuk dalam kawasan pesisir barat Sumatera dengan daerah pesisir pantai yang cukup luas. Ditinjau dari kondisi geografisnya, letak pantai Bengkulu berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Menurut SK Menteri Kehutanan No. 420/Kpts-II/ 1999 Tahun 1999, kawasan konservasi wilayah pesisir Kota Bengkulu adalah Taman Wisata Alam (TMA) Pantai Panjang. TMA Pantai Panjang ini memiliki luas 967, 2 hektar (BKSDA, 2004).

Terjadinya berbagai bencana alam di kawasan pantai seperti gelombang pasang dan tsunami menimbulkan kerusakan yang sangat besar lingkungan pantai. Selain itu, pengalihan fungsi pantai menjadi kawasan pariwisata mengakibatkan kerusakan dan perubahan ekosistem pantai. Kondisi ini memerlukan usaha konservasi pantai

untuk mengembalikan fungsi ekosistem kawasan pesisir. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah revitalisasi kawasan pantai menjadi hutan tanaman pantai dengan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai salah satu tanaman utama.

Cemara laut merupakan salah satu jenis keanekaragaman hayati dari ekosistem pesisir pantai yang perlu dilestarikan. Tanaman ini merupakan tanaman hutan pantai yang memiliki keunggulan. Dommergues (1995) menggambarkan keberadaan Cemara laut sebagai tanaman yang mempunyai potensi sebagai tanaman campuran dengan jenis tanaman hutan lainnya. Karena tahan terhadap angin, Cemara laut digunakan secara luas untuk menstabilkan bukit pasir di pantai, serta penahan angin untuk melindungi perkebunan. Pada beberapa sistem agroforestry dataran rendah di daerah tropis, Cemara laut ditanam di perkebunan bersama tanaman kopi, jambu mete, kelapa, kacang tanah, wijen dan legume berbiji lainnya. Selain itu *C. equisetifolia* dan hibridnya sering digunakan sebagai tanaman hias untuk mempercantik daerah perkotaan, taman dan tempat peristirahatan di tepi laut. Cemara laut dapat dikategorikan sebagai jenis pohon serbaguna atau *Multi Purpose Tree Species*, yaitu jenis pohon yang ditanam untuk memenuhi lebih dari satu manfaat (fungsi) pada suatu areal. Sebagai contoh, petani dapat memanfaatkan baik kayu maupun non kayu dari satu pohon yang sama. Manfaat utama jenis ini berupa kayu yang sangat tinggi kualitasnya sebagai bahan bakar (arang), kayu gelondongan untuk pancang, tonggak dan pagar. Cemara laut mempunyai potensi yang baik sebagai bahan kayu bakar terbaik di dunia (Syamsuwida, 2005). Namun di daerah-daerah yang sangat kekurangan kayu seperti Cina bagian tenggara, kayu dari pohon cemara dapat digunakan untuk tiang rumah dan perabotan sederhana (Dommergues, 1983). Selain itu Cemara laut bisa dimanfaatkan untuk konservasi tanah dan rehabilitasi lahan, jalur hijau penahan angin dan kayu konstruksi (Syamsuwida, 2005).



Gambar1. Kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang Bengkulu ditanami dengan Cemara Laut (a), Buah cemara laut (b).

Kendala utama yang dihadapi dalam pengembangan hutan pantai adalah belum dikuasainya teknik silvikultur mulai dari pesemaian sampai penanaman. Dalam penanganan pesemaian cemara laut misalnya kesulitan yang dihadapi adalah karena benih cemara yang sangat kecil dan ringan, memiliki embrio yang mudah hilang viabilitasnya. Embrio merupakan calon tanaman baru yang terbentuk dari hasil pembuahan gamet jantan dan betina. Faktor genetik dan lingkungan sangat mempengaruhi kemampuan benih untuk dapat berkecambah. Diantaranya adalah tingkat kemasakan benih. Pada benih yang belum matang (*immature seeds*), umumnya embrio belum tumbuh sempurna dan cadangan makanan dalam benih belum cukup untuk pertumbuhan embrio (Sutopo, 1985). Beberapa jenis tanaman seperti tomat, benih yang belum matang dapat berkecambah dan memiliki kecambah normal, tetapi tidak memiliki kekuatan tumbuh dan ketahanan seperti benih yang telah matang. Berbagai upaya perlu dilakukan untuk dapat menyelamatkan embrio

yang terdapat pada benih cemara laut sebagai upaya untuk mempercepat penyediaan benih cemara laut yang berkualitas dan bermanfaat bagi pelestarian kawasan konservasi wilayah pesisir.

Salah satu teknik yang dapat mempercepat perbanyak tanaman adalah melalui kultur jaringan (teknik *in vitro*). Dengan adanya teknik penanaman dengan cara kultur jaringan (teknik *in vitro*), upaya penyelamatan embrio (*embryo rescue*) dapat dilakukan. Pada dasarnya, teknik *in vitro* merupakan suatu sistem pertumbuhan sel-sel yang belum berdiferensiasi, sehingga berkemampuan menghasilkan tanaman baru (Welsh *et al.*, 1991). Umumnya jaringan-jaringan meristematik, embrionik dan reproduktif merupakan sumber eksplan yang sangat baik dan mempunyai kemampuan yang tinggi untuk tumbuh dan membentuk organ tanaman. Dengan teknik ini akan memungkinkan menghasilkan bibit tanaman dalam jumlah yang besar dengan kondisi yang relatif seragam. Selain itu waktu dalam penyediaan bibit akan lebih dipersingkat dengan kualitas bibit yang lebih baik.

Proses morfogenesis yang terjadi secara *in vitro* dapat terjadi melalui berbagai cara (Ammirato, 1985). Proses tersebut dapat terjadi secara langsung dari jaringan tanaman (*direct multiplication*) ataupun tidak langsung (*indirect multiplication*) dengan adanya pembentukan kalus dan somatik embrio, yang akhirnya dapat membentuk plantlet yang dapat tumbuh dengan normal. Pembentukan kalus dari jaringan eksplan merupakan sumber inokulum penting untuk meningkatkan multiplikasi dan meregenerasi tanaman baru (Kehr and Schaeffer, 1976).

Salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan dalam kultur jaringan tanaman adalah media tanam (Gunawan, 1988). Media tanam yang digunakan dapat berupa media cair, media semi padat, ataupun media padat. Beberapa modifikasi dapat dilakukan dengan cara mengkulturkan tanaman pada media padat-cair (*double layer*). Pertumbuhan dan perkembangan kultur sangat ditentukan oleh bentuk fisik media (Razdan, 1993; Marlin, 2001). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa jaringan tanaman dapat dikulturkan pada media padat (dengan penambahan agar) maupun media cair (Wetler and Constasel, 1991). Pemberian bahan pematik ditujukan untuk menunjang pertumbuhan tanaman sehingga tanaman yang dihasilkan secara *in vitro* dapat tumbuh sempurna, dengan arah pertumbuhan pada dua arah polar yang berlawanan. Umumnya bahan pematik yang digunakan adalah agar.

Penggunaan agar sebagai bahan pematat memiliki beberapa keuntungan, diantaranya 1) agar membeku pada suhu kurang dari 45°C dan mencair pada suhu 100°C, 2) tidak dicerna oleh enzim tanaman, 3) tidak bereaksi dengan persenyawaan penyusun media (Gunawan, 1988). Hasil penelitian Cutter (1971) menunjukkan bahwa pada beberapa spesies yang dikulturkan pada medium cair atau semi padat menyebabkan daun tanaman mempunyai kandungan lilin yang rendah dengan morfologi yang mirip daun tanaman air. Selanjutnya hasil penelitian Deberg *et al.* (1981) pada tanaman artichoke (*Cynara colymus*) menunjukkan pula bahwa anatomi dan morfologi daun menjadi abnormal bila dikulturkan pada media cair atau semi padat.

Selain itu, untuk menunjang proses diferensiasi maupun inisiasi, beberapa komponen esensial ditambahkan ke dalam media kultur. Umumnya media kultur terdiri dari komposisi hara makro, hara mikro, vitamin, sukrosa, asam amino dan N organik, persenyawaan kompleks alamiah, buffer, arang aktif dan zat pengatur tumbuh (Gunawan, 1988). Penggunaan zat pengatur tumbuh, auksin dan sitokinin, dan komponen-komponen lain dalam media juga sangat berperan dalam pembentukan dan penentuan proses morfogenesis (Krikorian, 1982). Pemberian zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin umumnya ditujukan untuk menstimulasi dan meningkatkan proses organogenesis *in vitro*. Dengan adanya pemberian auksin dan sitokinin sangat mempengaruhi proses pembelahan sel (Skoog dan Miller, 1957). Tran Thanh Van and Trinh (1990) lebih jauh menyatakan bahwa suplai auksin dan sitokinin secara eksogen sangat mempengaruhi morfogenesis sejalan dengan laju metabolismenya. Pemberian auksin yang dikombinasikan dengan pemberian sitokinin dengan konsentrasi yang lebih tinggi (1 : 10) memacu pertumbuhan dan proliferasi tunas, walaupun tunas yang terbentuk cenderung pendek, tebal dan multiplikasi rendah (Ma *et al.*, 1994). Pemberian sitokinin dalam media dalam bentuk BAP dapat mendorong multiplikasi tunas jahe *in vitro* (Marlin, 2000). Efektifitas konsentrasi BAP sangat berbeda dalam merangsang pembentukan tunas pada masing-masing tanaman yang ditanam secara *in vitro*.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan pula bahwa berbagai perlakuan dapat dilakukan untuk meningkatkan jumlah tunas dan akar *in vitro*. Peningkatan kualitas perakaran salak dapat dilakukan dengan dilakukan dengan *hardening in vitro* dengan

cara melakukan pemotongan akar, memodifikasi konsentrasi sukrosa dan penggunaan arang aktif (Gardner *et al*, 1985; Gunawan, 1988; Katuuk, 1989). Adanya penambahan sukrosa dalam media berfungsi sebagai sumber energi dan untuk keseimbangan tekanan osmotik media (George dan Sherrington, 1984). Menurut Thorpe (1982), pati dan gula bebas merupakan sumber energi yang berguna untuk morfogenesis, karena bahan ini dapat meningkatkan respirasi dan meningkatkan kerja enzim dalam oksidasi serta mempercepat perombakan glukosa. Dalam proses respirasi sukrosa (gula) juga diubah menjadi bahan-bahan struktural, metabolik, energi translokasi dan transport nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Gardner *et al.*, 1991). Lebih jauh Salysbury and Ross (1985) menjelaskan bahwa tahap pertama dalam respirasi adalah glikolisis (pemecahan gula), fungsinya adalah untuk memproduksi ATP yang berguna untuk pertumbuhan tanaman. Selanjutnya, menurut Kubota dan Kozai (1995) bahwa penambahan sukrosa ini sangat diperlukan selama proses penyimpanan secara *in vitro*. Besarnya peranan gula dalam media menyebabkan gula merupakan komponen yang selalu ditambahkan dalam media, kecuali dalam media untuk tujuan yang spesifik (Gunawan, 1988). Menurut Wilson *et al.* (1998) penambahan 2% sukrosa pada medium dapat meningkatkan berat kering dan luas daun serta dapat memelihara kualitas bibit selama masa penyimpanan. Proses diferensiasi secara *in vitro* sangat bergantung pada suplai sukrosa dalam media (Moncousin, 1991).

Keberhasilan teknik *in vitro* ini masih harus dibuktikan lagi dengan adanya keberhasilan hasil kultur untuk dapat beradaptasi dengan lingkungan *in vivo*. Kendala utama sulitnya menumbuhkan hasil kultur di lapangan dapat diatasi dengan perlakuan pada tahap aklimatisasi. Perlakuan yang kurang tepat selama tahap ini menyebabkan terbentuknya organ tanaman yang abnormal. Adanya kelembaban yang tinggi dalam media kultur seringkali mengakibatkan terbentuknya akar-akar palsu (*glassy root*) yang bila dipindahkan ke lapangan mudah busuk dan tidak mampu bertahan.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mengidentifikasi bentuk morfologi dan anatomi tanaman cemara laut dengan menggunakan *light microscope*
2. Menghasilkan teknik penyelamatan embrio cemara laut melalui perbanyakan secara konvensional (dalam tahap perkecambahan samapai dengan tahap prenursery)
3. Menghasilkan teknik penyelamatan embrio cemara laut melalui perbanyakan secara non konvensional (teknik kultur jaringan tanaman)

3.2 Manfaat Penelitian

Propinsi Bengkulu termasuk dalam kawasan pesisir barat Sumatera dengan daerah pesisir pantai yang cukup luas. Ditinjau dari kondisi geografisnya, letak pantai Bengkulu berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Semua perubahan alam seperti tingginya gelombang dan hempasan angin berpengaruh sangat besar terhadap perubahan iklim kawasan pesisir kota Bengkulu. Terbukti dengan semakin berkurangnya luas daratan pesisir akibat abrasi, kenaikan suhu, dan perubahan kualitas lingkungan hidup. Dengan melihat kondisi tersebut, sangat penting dilakukan upaya-upaya yang dapat menyelamatkan dan mengembalikan fungsi hutan di kawasan pesisir pantai untuk mengurangi bahaya yang ditimbulkan akibat perubahan lingkungan pesisir. Upaya konservasi ditujukan agar sumber daya alam hayati dan ekosistemnya selalu terpelihara dan lestari secara seimbang. Penanaman kawasan pesisir dengan tanaman yang kokoh mampu menahan hempasan angin dan gelombang laut. Selain itu, pembangunan hutan di kawasan taman wisata pantai juga dilakukan dengan memilih jenis tanaman sesuai dan memiliki nilai estetika dan keindahan.

Melalui penelitian ini diharapkan akan menjadi *scientific frontier* yang mampu memberikan kontribusi bagi penyediaan benih cemara laut yang berkualitas untuk

bahan penanaman hutan pantai di pesisir kota Bengkulu khususnya, serta dapat mendukung kebijaksanaan perbenihan nasional umumnya. Diharapkan pula penelitian ini dapat ikut memberdayakan masyarakat di kawasan konservasi pesisir kota Bengkulu dengan ikut serta menggalakkan penanaman cemara laut. Disamping itu, kegiatan pelaksanaan penelitian dapat mempercepat penyelesaian tugas akhir mahasiswa Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi. Dengan penelitian ini mahasiswa akan lebih mampu mengaplikasikan teori-teori yang mereka dapatkan melalui perkuliahan dan lebih meningkatkan ketrampilan dan mengembangkan daya nalar mereka terhadap pemecahan suatu masalah, khususnya untuk menjaga pelestarian lingkungan pesisir pantai Kota Bengkulu.

BAB IV

METODE PENELITIAN

3.1 Kegiatan Penelitian Tahun Pertama

Kegiatan penelitian pada tahun pertama terdiri dari 3 tahap penelitian

Tahap 1. Identifikasi Struktur Morfologi dan Anatomi Biji

Penelitian dilakukan cara mengamati bentuk morfologi dan anatomi dari biji cemara laut. Biji diambil dari batang cemara laut yang berumur lebih dari 3 tahun. Biji yang diamati berasal dari buah yang belum matang (dengan warna hijau), buah agak matang (dengan warna kuning kehijauan), serta buah matang (dengan warna kuning kecoklatan). Masing-masing biji yang berasal dari umur buah yang berbeda diamati dibawah light microcope. Hasil pengamatan di dokumentasikan dengan menggunakan kamera.

Tahap 2. Penyelamatan Embrio : secara Konvensional

1. Penyemaian benih pada 3 jenis media dan perendaman dalam IBA (indole butiric acid)

Penelitian dilakukan dengan menggunakan bahan tanam yang berupa benih cemara laut yang berasal dari pohon induk yang ditanam di pantai panjang Bengkulu. Pohon induk yang dipilih adalah pohon yang telah berumur \pm 3 tahun. Buah dipanen yang telah matang dengan melihat kulit buah yang sudah berwarna kuning kecoklatan.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah penggunaan jenis media semai yang terdiri dari 3 taraf, yaitu media pasir, media pasir : kompos (1 : 1), dan media kompos. Faktor kedua adalah perendaman dalam larutan IBA, yang terdiri dari 3 taraf perlakuan, yaitu konsentrasi 0 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L, dan 150 mg/L larutan IBA. Masing-masing perlakuan dilakukan dengan 3 ulangan, dengan 50 benih pada setiap perlakuan. Benih selanjutnya disemaikan dan dipelihara sesuai perlakuan.

Pengamatan terhadap kecambah dilakukan pada 2 mst dengan cara mengamati persentase benih berkecambah, saat benih berkecambah, jumlah benih abnormal, dan tinggi tanaman. Pengamatan terhadap pertumbuhan benih dilakukan pada umur 8 mst dengan mengamati tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang. Data hasil pengamatan selanjutnya dianalisis dengan analisis keragaman pada taraf 5%. Bila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncant's Multiple Range Test 5 % dan *orthogonal polynomial*.

2. *Prenursery : modifikasi media tanam dan pemberian pupuk*

Penelitian dilakukan dengan menggunakan benih hasil penelitian pada tahap 1 yang telah berumur 8 mst. Benih dipelihara dalam tahap *prenursery* untuk memacu dan meningkatkan pertumbuhan benih. Benih ditanam dalam polibag dengan diameter 10 cm. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak kelompok lengkap dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama adalah komposisi media tanam yang terdiri dari 3 taraf yaitu, media pasir, media pasir : pupuk kandang (1:1), dan media pupuk kandang. Faktor kedua adalah pemberian pupuk organik cair, yang terdiri dari 4 taraf yaitu, tanpa pupuk, pupuk 1 g/L, pupuk 2 g/L, dan pupuk 3g/L. Masing-masing tanaman ditanam secara individual di dalam polibag yang diletakkan dan dipelihara di lahan percobaan di pantai panjang Bengkulu. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara menyiramkan 200 mL larutan pupuk sesuai dengan konsentrasi perlakuan. Pemberian pupuk dilakukan setiap minggu sampai dengan minggu ke 10

Pengamatan terhadap pertumbuhan benih dilakukan pada 12 mst dengan cara mengamati persentase hidup tanaman di tahap *prenursery*, tinggi tanaman, jumlah cabang primer dan jumlah cabang sekunder. Data hasil pengamatan selanjutnya dianalisis dengan analisis keragaman pada taraf 5%. Bila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncant's Multiple Range Test 5 %.

Tahap 3. Penyelamatan Embrio : Non Konvensional

Inisiasi Pertumbuhan Embrio

Penelitian dilakukan dengan menggunakan bahan tanam yang berupa embrio dari biji cemara laut. Biji cemara laut berasal dari tanaman induk yang terpilih dan berumur lebih dari 3 tahun. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah tingkat kematangan embrio yang terdiri dari 3 taraf. Tingkat kematangan embrio dipilih berdasarkan tingkat kematangan buah, dengan mengamati warna buah buah, yaitu embrio yang belum matang *immature embryo* (dengan buah berwarna hijau), embrio hampir matang (dengan buah berwarna kuning kehijauan), serta embrio matang (dengan buah berwarna kuning kecoklatan). Faktor kedua adalah komposisi media kultur. Media kultur yang digunakan adalah media MS (Murashige dan Skoog, 1962). Komposisi media terdiri dari 4 taraf, yaitu $\frac{1}{4}$ MS, $\frac{1}{2}$ MS, full MS, dan $1\frac{1}{2}$ MS.

Pembuatan media diawali dengan pembuatan larutan stok dengan kepekatan tertentu. Pembuatan media dilakukan dengan cara mengencerkan semua larutan stok sesuai perlakuan. Media ditambahkan sukrosa 3 %, dan ditetapkan pada pH 5.8. Media dibuat dalam bentuk *solidified medium* dengan penambahan agar powder 0.7 %. Media dimasak sampai mendidih, dan dimasukkan ke dalam botol kultur dengan 20 mL media untuk masing-masing botol kultur. Sterilisasi media dilakukan dengan menggunakan autoclave pada suhu 121°C pada tekanan 15 psi selama 20 menit. Media diinkubasi di dalam ruang kultur selama 1 minggu. Penanaman eksplan dilakukan di ruang transfer di dalam *laminar airflow cabinet*.

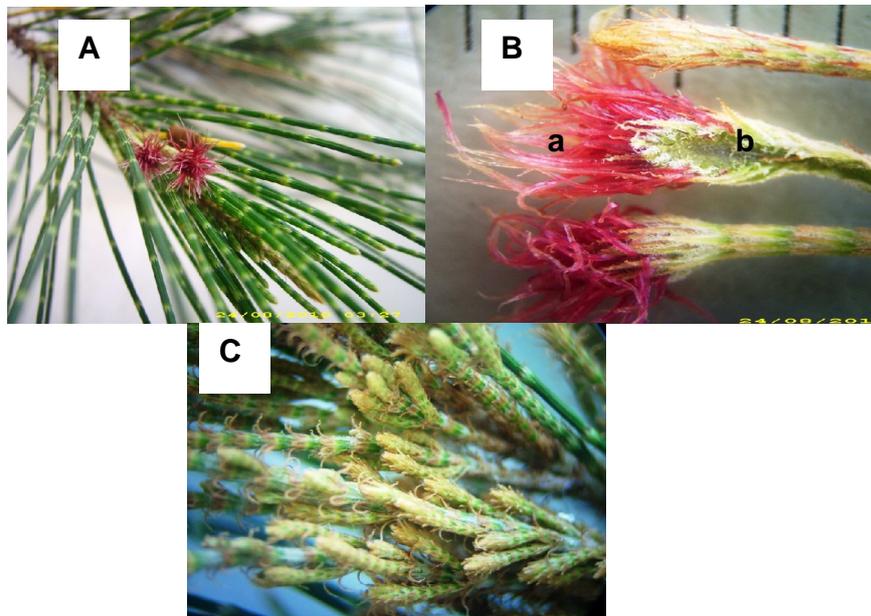
Pengamatan dilakukan terhadap persentase tumbuh embrio, saat berkecambah embrio, persentase pembentukan tunas mikro, jumlah tunas mikro, persentase pembentukan akar mikro, dan jumlah akar mikro. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis keragaman pada taraf 5%. Bila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncant's Multiple Range Test pada taraf 5 %.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Struktur Morfologi dan Anatomi Biji

Tanaman cemara laut termasuk tanaman yang hijau sepanjang tahun. Cemara laut merupakan tanaman dioecious. Kanopi berbentuk seperti mahkota yang meruncing ke bagian atasnya. Batang tumbuh tegak dan silindris. Bunga cemara merupakan bunga unisexual. Bunga jantan terletak diujung bunga, bentuknya memanjang dengan ukuran 5-30 mm. Bunga betina berbentuk bulat/silindris.

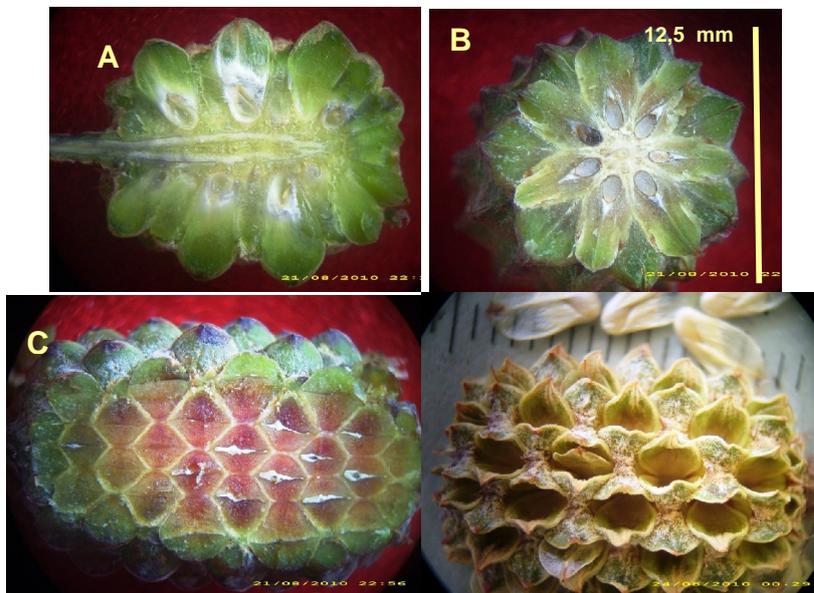


Gambar 2. Morfologi bunga cemara laut. A. Letak bunga pada ranting batang, B. Susunan bunga jantan dan betina, a) bunga jantan b) bunga betina, C. Bakal buah dari bunga yang sudah dibuahi

Buah cemara berkembang dari bakal buah (ovari) yang berbentuk bulat/silindris. Buah cemara laut memiliki rerata diameter 12,5 mm. Buah memiliki ruang (*cone*). Setiap cone berisi 1 biji cemara. Jumlah cone bervariasi antara 17-50 cone, tergantung ukuran buah (Gambar 3 dan Gambar 4).



Gambar 3. Buah cemara laut dengan 3 tingkat kematangan buah



Gambar 4. Morfologi buah cemara laut. A. Penampang membujur buah dengan susunan cone yang berisi biji. B. Penampang melintang buah dengan susunan cone yang berisi biji, C. Susunan cone pada buah belum matang, D. Buah yang telah matang dengan cone yang telah membuka

Buah cemara laut memiliki biji dengan ukuran biji sangat kecil, dengan rerata diameter 4,8 mm, dan rerata ketebalan 0,25 mm. Biji memiliki selaput tipis dan membungkus embrio cemara di dalamnya. Embrio tidak memiliki cadangan makanan sehingga vigor mudah hilang. Rerata panjang embrio 0,6 mm.

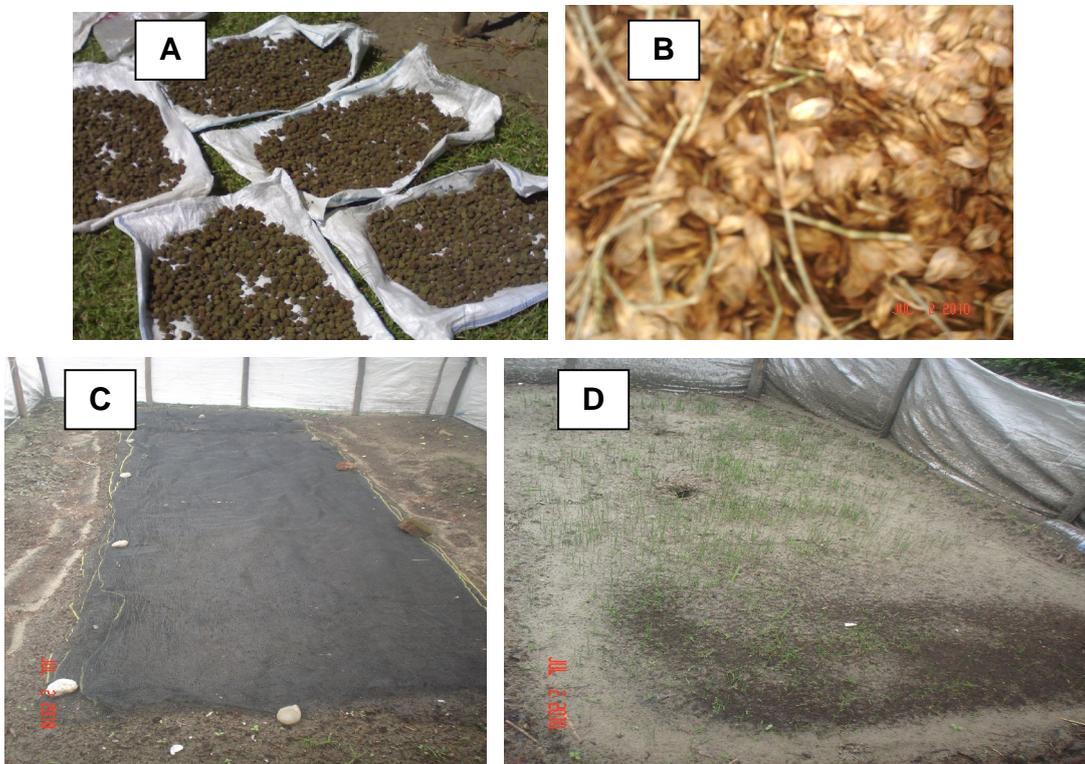


Gambar 5. Morfologi biji cemara laut. A) biji mentah (*immature seeds*) dalam cone, B) biji matang (*mature seeds*), C) biji dengan embrio, D) bagian-bagian biji; endosperma, kotiledon dan embrio cemara laut, E-F) kotiledon biji cemara laut (pembesaran 100 X).

Hasil pengamatan terhadap anatomi buah dan benih cemara laut menunjukkan bahwa embrio terletak di bagian basal biji yang dibungkus dengan selaput yang tipis. Cemara laut memiliki biji yang berkeping dua (*dicotyledonae*). Bagian dalam biji terdapat keping biji yang membungkus embrio, dengan ukuran ± 1.2 mm. Embrio berukuran rerata 0,6 mm, berwarna kekuningan. Kotiledon membuka saat biji berkecambah dengan tipe perkecambahan epigeal.

2. Penyemaian benih pada 3 jenis media dan perendaman dalam IBA (indole-3-butiric acid)

Penyemaian benih cemara laut dilakukan di lahan percobaan di Jalan Pariwisata Pantai Panjang Bengkulu. Penyemaian dilakukan langsung pada lahan dengan 3 jenis media tanam yang berbeda. Namun, penanaman pertama ini mengalami kegagalan, karena benih terendam air hujan sehingga hanyut dan tidak berkecambah. Penanaman selanjutnya dilakukan dengan menggunakan pot-pot plastik yang berdiameter 25 cm.



Gambar 6. Persiapan penanaman di lapang. A) penjemuran benih B) Benih yang siap disemai, C) Penanaman di lapang dalam hamparan langsung D) benih mulai berkecambah



Gambar 7. Persiapan penanaman dalam naungan paranet 55%. A) persiapan *screen*, B-C-D) persiapan media tanam



Gambar 8. Benih mulai berkecambah (2 mst)

Pada masing-masing pot ditanamkan 25 benih cemara laut, dan diletakkan di bawah naungan paranet dengan intensitas cahaya 55 %. Setelah tanaman berumur 2 minggu, terdapat gangguan hama yang merusak persemaian benih cemara. Sehingga dilakukan kembali penanaman yang ketiga. Penanaman yang ketiga ini dilakukan kembali di dalam pot plastik dengan diameter 25 cm. Pot-pot plastik ini

diletakkan di *greenhouse* Fakultas Pertanian UNIB. Saat pelaporan, semai baru berumur 2 minggu. Hasil analisis keragaman terhadap pertumbuhan dan perkembangan embrio yang ditanam secara konvensional dengan menggunakan 3 jenis media tanam dan perendaman dengan larutan IBA disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pengaruh 3 jenis media tanam dan perendaman dengan larutan IBA terhadap pertumbuhan benih cemara laut (2 mst).

Peubah	F hitung		
	IBA	Media	Interaksi
Persentase tumbuh benih	0,075 ^{ns}	6,123 ^{**}	0,935 ^{ns}
Saat benih berkecambah	0,825 ^{ns}	14,874 ^{**}	3,309 [*]
Jumlah benih tak normal	0,879 ^{ns}	2,092 ^{*ns}	1,218 ^{ns}
Tinggi tanaman	10,222 ^{**}	33,877 ^{**}	0,975 ^{ns}

Keterangan : * = berbeda nyata pada taraf 5 %

** = berbeda sangat nyata pada taraf 1 %

^{ns} = berbeda tidak nyata pada taraf 5 %

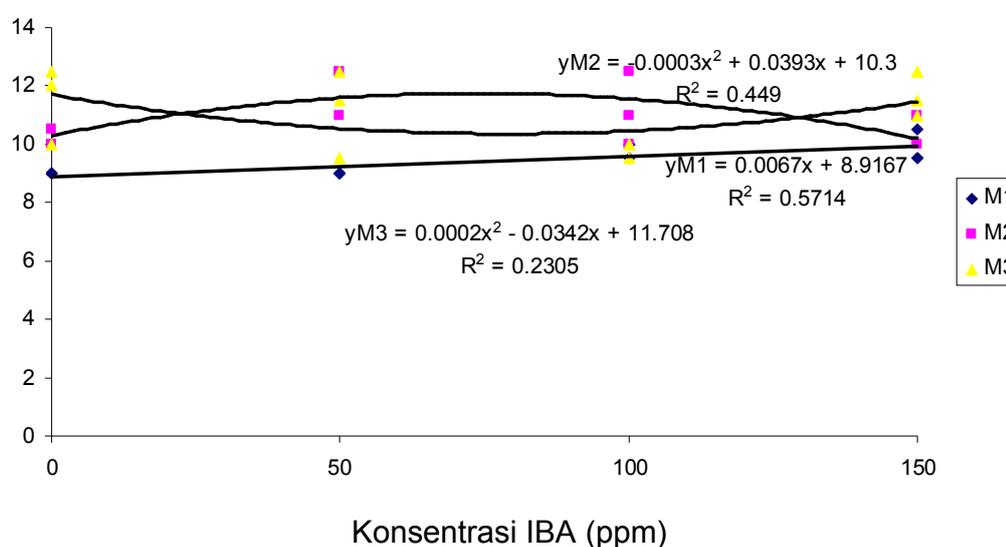
Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis media tanam dan perendaman dalam larutan IBA yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada peubah saat benih berkecambah. Pengaruh perendaman dalam IBA memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada peubah tinggi tanaman. Sedangkan perlakuan jenis media tanam memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap persentase tumbuh benih, saat benih berkecambah dan tinggi tanaman.

Benih cemara dikecambahkan terlebih dahulu sebelum disapih atau ditanam di lapang. Hal ini dilakukan agar diperoleh semai yang baik berdasarkan kriteria abnormalitas kecambah (Syamsuwida, 2005). Semai yang baik merupakan kunci utama dari pembuatan tanaman cemara laut karena dari semai yang baik, pada saat tanaman menjadi pohon, mampu bertahan karena mampu memfiksasi N yang banyak untuk dirinya sendiri (NAS, 1980).

Proses perkecambahan merupakan tahap awal dari proses terbentuknya individu baru pada tumbuhan berbiji. Untuk tetap menjamin kelangsungan jenisnya, kelompok tumbuhan berbiji menghasilkan biji yang merupakan propagul untuk

tumbuh menjadi individu baru. Di dalam biji tersebut terdapat berbagai komposisi kimia yang berperan sebagai embrio yang dapat aktif tumbuh menjadi individu baru apabila berada pada kondisi lingkungan yang sesuai. Kondisi lingkungan yang sesuai untuk perkecambahan biji ini mencakup kesesuaian akan air, udara, cahaya dan panas.

Pengaruh interaksi antara jenis media tanam dan perendaman dalam larutan IBA pada peubah saat benih berkecambah terlihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 9. Pengaruh interaksi antara konsentrasi larutan IBA dan media tanam terhadap saat benih berkecambah (hst).
 M_1 = media pasir, M_2 = pasir : kompos (1:1), M_3 = media kompos

IBA merupakan salah satu jenis auksin yang berfungsi sebagai katalisator dalam metabolisme dan berperan sebagai penyebab perpanjangan sel. Selain dipakai untuk merangsang perakaran, hormon IBA juga mempunyai manfaat yang lain seperti menambah daya kecambah, merangsang perkembangan buah, mencegah kerontokan, pendorong kegiatan kambium dan lain-lainnya.

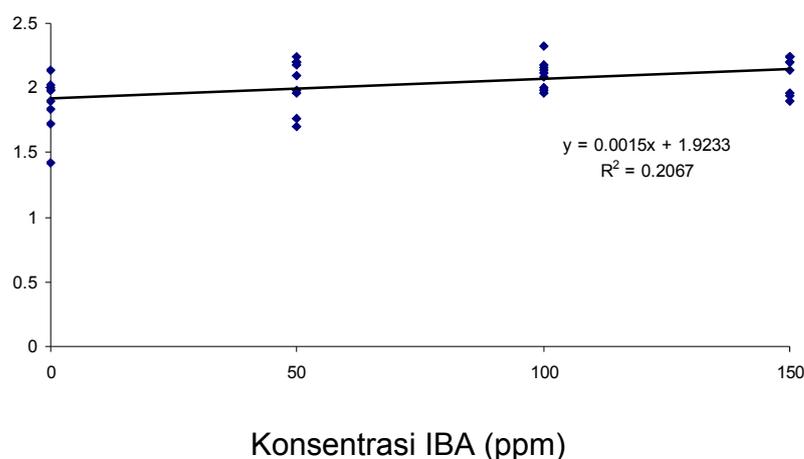
Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi antara konsentrasi larutan IBA dan jenis media tanam terhadap saat benih berkecambah. Interaksi antara perendaman benih dalam larutan IBA dengan media pasir menunjukkan adanya hubungan linier dengan pola persamaan hubungan $y_{M_1} = 0,0067x + 8,9167$ ($R^2 = 0,5714$). Pada media pasir, peningkatan konsentrasi IBA menyebabkan peningkatan

waktu yang dibutuhkan benih untuk berkecambah. Waktu yang tercepat diperoleh pada media pasir tanpa pemberian IBA.

Interaksi antara perendaman benih dalam larutan IBA dengan media pasir : kompos (1:1) menunjukkan adanya peningkatan saat berkecambah benih yang terjadi secara kuadrat dengan pola hubungan $yM_2 = 0,0003x^2 + 0,0393x + 10,3$ ($R^2 = 0,0449$). Sedangkan interaksi antara perendaman benih dengan media kompos menunjukkan adanya pengurangan waktu yang diperlukan benih untuk berkecambah. Pola hubungan interaksi antara kedua perlakuan tersebut ditunjukkan dengan persamaan $yM_3 = 0,0002x^2 - 0,0342x + 11,708$ ($R^2 = 0,2305$).

Lukitariati (1996) melaporkan bahwa terdapat interaksi antara pemberian IBA dengan pemberian naungan yang mempengaruhi perkecambahan dan pertumbuhan biji manggis. Penelitian Alrasyid dan Widiarti (1990) menunjukkan adanya penurunan persen jadi stek *Khaya anotheca* pada tingkat konsentrasi 200 ppm dan 300 ppm bila dibandingkan dengan tingkat konsentrasi 100 ppm. Aminah, Dick, Leakey, Grace dan Smith (1994) mendapatkan hasil yang sama pada stek *Shorea leprosula* yang diberi beberapa konsentrasi IBA, persentase tumbuh menjadi menurun bila konsentrasi IBA lebih dari 20 µg. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh hormon pada kadar yang lebih tinggi akan menghambat pertumbuhan, meracuni, bahkan mematikan tanaman.

Respon tinggi tanaman terhadap pemberian IBA disajikan pada Gambar 7 berikut.



Gambar 10. Pengaruh konsentrasi larutan IBA terhadap tinggi tanaman cemara laut (2 mst)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa benih cemara laut merespon baik perlakuan perendaman benih dalam larutan IBA. Perlakuan perendaman benih cemara laut dalam larutan IBA memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada peubah tinggi tanaman (2 mst).

Proses pemberian hormon harus memperhatikan jumlah dan konsentrasinya agar didapatkan sist im perakaran yang baik dalam waktu relatif singkat. Konsentrasi dan jumlah hormon ini sangat tergantung pada faktor-faktor seperti umur bahan stek, waktu/lamanya pemberian hormon, cara pemberian hormon, jenis tanaman dan sistim stek yang digunakan (Yasman dan Smits, 1988).

Hasil uji dengan *orthogonal polinomial* terhadap respon tinggi tanaman cemara laut (2 mst) menunjukkan adanya korelasi yang positif. Perlakuan perendaman dalam larutan IBA menyebabkan adanya peningkatan tinggi tanaman cemara laut (2 mst) secara linier, dengan persamaan regresi $Y = 0,0015x + 1,9233$ ($R^2 = 0,2067$). Semakin meningkatnya konsentrasi larutan IBA yang diberikan (sampai dengan 150 mg/L IBA) menyebabkan semakin meningkat tinggi tanaman cemara laut. Tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan perendaman benih dalam 150 mg/L IBA, yaitu 21 mm.

Pada kadar rendah tertentu hormon maupun zat pengatur tumbuh akan mendorong pertumbuhan, sedangkan pada kadar yang lebih tinggi akan menghambat pertumbuhan, meracuni, bahkan mematikan tanaman. Stek *Khaya anhoteca* yang direndam selama 1 - 3 jam dengan konsentrasi larutan hormon IBA 100 ppm menghasilkan rata-rata per sen tumbuh yang berbeda nyata dengan persen hidup stek tanpa perlakuan hormon yaitu berkisar antara 85 - 97 persen. Sedangkan rata-rata persen hidup stek tanpa perlakuan hormon 61,25 persen (Alrasyid dan Widiarti, 1990). Sedangkan hasil penelitian Siagian (1992) menunjukkan bahwa pemberian IBA dengan konsentrasi 400 mg/L dengan perendaman stek selama 2 jam memberikan rata-rata persentase jadi stek *Gmelina arborea* yang berakar lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tingkat dosis hormon IBA lainnya.

Untuk jenis tanaman *Shorea polyandra*, pernah dilakukan percobaan pembiakan secara stek melalui sistem water-rooting dengan penggunaan hormon IBA dimana persentase stek yang berakar tert inggi mencapai 85 persen dan rata-rata

jumlah akar sebesar 6,2 buah tiap stek (Omon dan Smits, 1988 dalam Omon *et al.*, 1989). Stek *Shorea leprosula* yang direndam selama 45 menit dalam Hormon IBA dengan konsentrasi 1/1000 dan mempergunakan media padat menghasilkan persentase berakar mencapai 77,1 persen dalam jangka waktu 14 minggu. Cangkokan dari *Shorea lamellata*, *Shorea palembanica* dan *Vatica pauciflora* dapat berhasil mencapai 80-90 persen jika mempergunakan IBA 0,05 persen (Anonim, 1991).

Perlakuan jenis media tanam memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap persentase tumbuh benih, saat benih berkecambah, dan tinggi tanaman. Respon pertumbuhan benih cemara terhadap jenis media tanam disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengaruh jenis media tanam terhadap persentase tumbuh benih (PTB), saat benih berkecambah (SBB), dan tinggi tanaman (TT), cemara laut (2 mst).

Perlakuan	PTB (%)	SBB (hst)	TT (mm)
pasir	86,5 a	9,4 a	21,4 a
pasir : kompos (1:1)	67,3 b	10,9 b	21,2 a
kompos	70,5 b	11,0 b	18,5 b

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

Hasil analisis dengan DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa media pasir memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap respon pertumbuhan benih cemara laut dibandingkan dengan media pasir : kompos, serta media kompos saja. Perlakuan media pasir : kompos, dan media kompos memberikan pengaruh yang sama terhadap persentase tumbuh benih, saat benih berkecambah, dan tinggi benih cemara laut (2 mst). Persentase pertumbuhan benih tertinggi diperoleh pada media pasir (86,5 %) dibandingkan dengan media pasir : kompos(67,3%), ataupun media kompos (70,5%).

Penelitian ini berhasil meningkatkan persentase pertumbuhan benih cemara laut dibandingkan penelitian-penelitian yang ada sebelumnya. Penelitian Nurrahmah *et al.* 2007) menunjukkan bahwa persentase perkecambahan benih cemara laut

tertinggi diperoleh pada media pasir steril dengan penyungkupan yaitu sebesar 45,63 % dibanding dengan kontrol yang hanya mencapai rata-rata 5 %.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perkecambahan benih cemara laut memerlukan media yang memiliki porositas yang baik. Pada media pasir, benih dapat menyerap air dengan cukup, akar tanaman dapat memperlancar gerak akar dalam menyerap hara dibandingkan media lainnya. Disamping itu adanya pasir menyebabkan media memiliki udara yang cukup untuk melakukan proses perkecambahan. Proses perkecambahan dimulai dengan proses penyerapan air, bila air berlebihan dalam media akan menyebabkan embrio menjadi tidak tumbuh. Untuk perkecambahan diperlukan media yang mempunyai tekstur gembur, porositas tinggi dan daya ikat air yang kuat. Media tanah umumnya mempunyai partikel yang liat, setelah penyiraman cepat menjadi padat dan aerasi kurang sehingga oksigen yang tersedia untuk biji tidak mencukupi dan biji gagal berkecambah (Hartman *et al.*, 1997). Media yang padat juga menghambat pertumbuhan dan perkembangan akar.

Hasil penelitian Nurrahmah *et al.* (2007) menunjukkan bahwa perlakuan dengan sterilisasi media + pemberian sungkup (A1B1) memperlihatkan presentase tumbuh benih cemara yang paling baik (45,63 %) dibanding dengan kontrol (A0B0) yang hanya mencapai rata-rata 5 % . Bahkan persentase tumbuh benih hanya mencapai rata-rata 2 % pada perlakuan sterilisasi + tanpa sungkup (A1B0). Hasil penelitian Lendri (2003) menunjukkan bahwa benih yang disemai pada media campuran pasir : tanah : kompos, serta media dengan campuran pasir : kompos, menunjukkan persentase pertumbuhan benih mengkudu 90 %.

3. Prenursery : modifikasi media tanam dan pemberian pupuk

Pengamatan terhadap pertumbuhan benih cemara laut pada tahap prenursery menunjukkan adanya perbedaan respon tanaman akibat perlakuan jenis media tanam dan pemberian pupuk organik cair. Hasil analisis keragaman pengaruh perlakuan tersebut terhadap peubah yang diamati disajikan dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Pengaruh 3 jenis media tanam dan pemberian pupuk organik cair terhadap pertumbuhan benih cemara laut pada tahap nursery (9 mst).

Peubah	F hitung			
	Media	Pupuk	Interaksi	Blok
Tinggi tanaman	115,150**	1,879 ^{ns}	1,074 ^{ns}	0,773 ^{ns}
Jumlah cabang primer	39,676**	0,554 ^{ns}	0,787 ^{ns}	0,476 ^{ns}
Jumlah cabang sekunder	34,464**	0,158 ^{ns}	0,743 ^{ns}	0,156 ^{ns}

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata pada taraf 1 %
^{ns} = berbeda tidak nyata pada taraf 5 %

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata antara jenis media tanam dan pemberian pupuk organik cair terhadap semua peubah yang diamati. Perlakuan jenis media tanam memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada tinggi tanaman, jumlah cabang primer, dan jumlah cabang sekunder. Sedangkan pemberian pupuk organik cair juga memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada semua peubah yang diamati.

Hasil uji DMRT taraf 5% pengaruh jenis media tanam terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang primer, dan jumlah cabang sekunder disajikan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Pengaruh jenis media tanam terhadap tinggi tanaman (TT), jumlah cabang primer (JCP), dan jumlah cabang sekunder (JCS) cemara laut pada tahap prenursery (9 mst).

Perlakuan	TT (cm)	JCP (cabang)	JCS (cabang)
pasir	28,2 b	18,5 b	21,6 b
pasir : kompos (1:1)	48,5 a	29,6 a	50,2 a
kompos	47,3 a	31,6 a	52,6 a

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

Hasil analisis dengan uji DMRT taraf 5% menunjukkan bahwa media pasir : kompos, dan media kompos memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan bibit cemara laut pada tahap prenursery dibandingkan pada media

pasir. Antara perlakuan media pasir : kompos, dan media kompos memberikan pengaruh yang sama terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang primer, dan jumlah cabang sekunder cemara laut pada tahap prenursery (9 mst).



Gambar 11. Pertumbuhan benih pada tahap prenursery.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk pertumbuhan bibit cemara laut di tahap prenursery, tanaman memerlukan lebih banyak nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhannya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar umur tanaman, kebutuhan aka nutrisi juga semakin tinggi. Pada media dengan penambahan kompos memungkinkan ketersediaan hara dalam bentuk organik dan anorganik menjadi lebih baik bagi tanaman. Berbeda dengan tahap perkecambahan embrio, dimana media pasir memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan media lainnya.

Hasil penelitian Utami *et al.* (2006) menunjukkan bahwa laju perkecambahan pada media campuran tanah+kompos (1:1 dan 1:3) maupun kompos saja memberikan persentase perkecambahan ramin yang tinggi sejak awal pengamatan sampai 60 hst. Kompos dapat membuat aerasi tanah yang baik dan struktur tanah menjadi gembur, sehingga tanaman dapat berkembang lebih baik dan efektif menyerap unsurunsur hara (Salisbury dan Ross, 1991). Bahan organik selain berperan memperbaiki struktur tanah menjadi lebih gembur, daya pegang air dan permeabilitas tanah tinggi, juga meningkatkan ketersediaan unsur hara (Kononova, 1996).

Hasil analisis keragaman taraf 5 % menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap semua peubah yang diamati. Hal ini diduga karena tanaman belum menunjukkan respon terhadap pemberian pupuk organik cair tersebut karena umur pengamatan yang masih terlalu muda. Tanaman cemara laut merupakan tanaman tahunan. Disamping itu, adanya suplai nutrisi yang cukup dari media tanam telah dapat memenuhi kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan benih selama masa prenursery.

4. Inisiasi Pertumbuhan Embrio secara in vitro

Pengamatan terhadap pertumbuhan *immature embryo* yang dikulturkan secara *in vitro* menunjukkan pertumbuhan yang relatif rendah. Perlakuan yang diberikan ke dalam media kultur tidak direspon secara signifikan pada beberapa peubah pengamatan terhadap pertumbuhan *immature embryo*. Tingginya tingkat kontaminasi dalam media kultur menyebabkan eksplan tidak tumbuh optimal. Pada embrio dengan umur buah yang belum matang, eksplan mengalami browning sebagai akibat adanya senyawa sulfat dan fenolat yang dikeluarkan dari eksplan yang dikulturkan. Adanya *browning* menyebabkan pertumbuhan tanaman mengalami stagnasi, bahkan mati. Pada kultur embrio yang berasal dari buah yang matang, kontaminasi terjadi karena sterilisasi yang dilakukan menjadi kurang optimal. Hal ini disebabkan karena *cone* telah membuka, sehingga kontak antara udara luar (kontaminan) dengan biji dan embrio di dalam biji semakin besar. Hasil analisis keragaman terhadap pengaruh

umur embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro terhadap peubah pengamatan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh umur embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro terhadap pertumbuhan benih cemara laut secara *in vitro* (6 mst).

Peubah	F hitung		
	Embrio	Media	Interaksi
Persentase tumbuh embrio	9,44 ^{**}	8,70 ^{**}	1,76 ^{ns}
Saat tumbuh tunas mikro	2,00 ^{ns}	1,97 ^{ns}	0,47 ^{ns}
Jumlah tunas	9,80 ^{**}	8,92 ^{**}	1,04 ^{ns}
Jumlah akar	2,89 ^{ns}	10,78 ^{**}	0,77 ^{ns}

Keterangan : ^{**} = berbeda sangat nyata pada taraf 1 %

^{ns} = berbeda tidak nyata pada taraf 5 %

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara umur kematangan embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro dalam media MS memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap semua peubah yang diamati. Perbedaan umur kematangan embrio memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada persentase tumbuh embrio dan jumlah tunas mikro, dan berpengaruh tidak nyata untuk peubah yang lainnya. Perbedaan konsentrasi hara makro dari media MS memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada semua peubah yang diamati, kecuali pada saat tumbuh tunas mikro. Hasil uji DMRT pada taraf 5 % terhadap peubah yang diamati disajikan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Pengaruh umur kematangan embrio terhadap persentase tumbuh embrio (PE) dan jumlah tunas mikro (JT) cemara laut secara *in vitro* (6 mst)

Perlakuan	PE	JT
<i>Young immature embryo</i> (E1)	11 c	0,80 b
<i>immature embryo</i> (E2)	28 a	2,25 a
<i>mature embryo</i> (E3)	20 b	1,40 b

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

Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur kematangan buah sangat mempengaruhi pertumbuhan embrio. Persentase tumbuh embrio terkecil terjadi pada buah yang

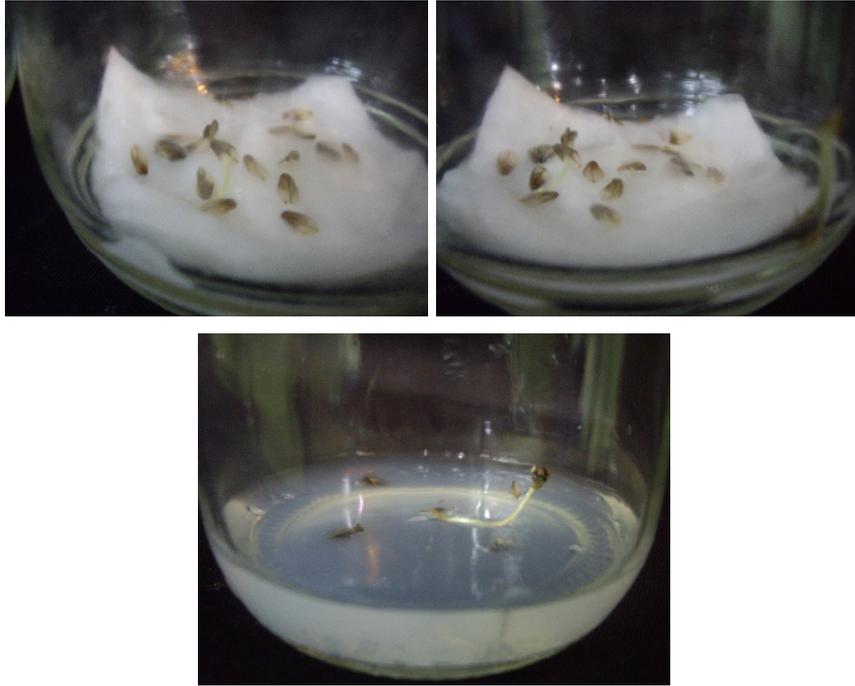
belum matang. Pada buah hampir matang, embrio sudah memiliki energi yang cukup untuk tumbuh dan berkembang. Sedangkan pada buah yang telah matang persentase pertumbuhan embrio lebih rendah. Hal ini lebih disebabkan oleh adanya kontaminasi yang tinggi pada buah matang, sebagai akibat dari telah membukanya ruang (*cone*) buah. Hasil penelitian Prakash dan Gurumurthi (2010) menunjukkan pula bahwa pertumbuhan kotiledon dari benih yang belum matang memberikan frekuensi pertumbuhan callus yang paling tinggi pada media MS dengan penambahan 1 mg/L NAA.

Tabel 7. Pengaruh konsentrasi hara makro media MS pada persentase tumbuh embrio (PE), dan jumlah tunas mikro (JT) dan jumlah akar (JA) cemara laut secara *in vitro* (6 mst)

Perlakuan	PE	JT	JA
Konsentrasi ¼ MS	10,67 b	0,73 c	0,47 b
Konsentrasi ½ MS	30,67 a	2,53 a	2,27 a
Konsentrasi full MS	24,00 a	1,67 b	1,73 a
Konsentrasi 1½ MS	13,33 b	1,00 bc	0,93 b

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

Penentuan suatu jenis unsur hara makro pada konsentrasi yang tepat dan seimbang merupakan langkah yang paling penting dalam menentukan keberhasilan kultur tanaman (George dan Sherrington, 1984). Hasil penelitian menunjukkan bahwa respon terbaik diperoleh pada media dengan konsentrasi hara makro ½ MS. Pada media ini diperoleh respon tertinggi untuk persentase tumbuh embrio (30,67%), jumlah tunas (2,53 tunas/eksplan), dan jumlah akar (2,27 akar/eksplan). Respon terendah diperoleh pada media dengan konsentrasi ¼ MS. Kasi dan Sunaryono (2006) berhasil mengkulturkan somatic embrio sagu pada media dengan konsentrasi hara makro ½ MS dengan penambahan 0,01 mg/L ABA. Sedangkan Marlin (2003) melaporkan bahwa konsentrasi optimum 83.5 % hara makro MS diperlukan untuk membentuk rimpang mikro jahe tercepat (12,5 hst), tetapi konsentrasi hara makro ¼ MS menghasilkan berat basah rimpang tertinggi.



Gambar 12. Perkecambahan dan pertumbuhan immature embryo. A-B) pada media MS cair, C) pada MS solid media

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Upaya penyelamatan embrio cemara laut dapat dilakukan melalui perbanyakan secara konvensional maupun non-konvensional. Interaksi antara media dengan perendaman dengan larutan IBA mempercepat saat benih berkecambah. Perendaman benih dalam larutan IBA sampai dengan konsentrasi 150 ppm, mampu meningkatkan tinggi tanaman secara linier, dengan tinggi tanaman tertinggi 21 mm (2 mst). Media yang terbaik untuk menecambahkan benih cemara laut adalah media pasir. Pada media ini diperoleh persentase tumbuh benih tertinggi (86,5%). Saat benih berkecambah tercepat (9,4 hst), dan tinggi tanaman 21,4 mm.

Pada kultur *immature embryo* secara *in vitro* menunjukkan pertumbuhan terbaik *immature-embryo* diperoleh pada media dengan konsentrasi $\frac{1}{2}$ hara makro media MS. Pada media $\frac{1}{2}$ MS diperoleh respon tertinggi terhadap peubah persentase tumbuh (30,67%), jumlah tunas (2,53 tunas/eksplan), dan jumlah akar (2,27 akar/eksplan). Embrio yang berasal dari buah yang hampir matang memiliki persentase tumbuh dan jumlah tunas tertinggi dibandingkan perlakuan umur embrio yang lain. Embrio yang lebih matang, umumnya memiliki tingkat kontaminasi yang lebih tinggi dibandingkan *immature embryo*.

Perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk mengevaluasi perkecambahan dan pertumbuhan *immature embryo* pada berbagai jenis media kultur.

DAFTAR PUSTAKA

- Alrasyid, H dan A. Widiarti, 1990. Pengaruh Penggunaan Hormon IBA terhadap persentase hidup stek *Khaya anthoteca*. Buletin Penelitian Hutan No.523. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. P.1-22
- Ammirato, P.V. 1986. Control and Expression of Morphogenesis in Culture. *Ed by* : Withers, LA. Withers and P.G. Alderson. Plant Tissue Culture and Its Agricultural Applications. Butterworths University Press. Cambridge.
- Anonimus, 1991. Vademikum Dipterocarpaceae. Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Bhojwani, S.S. (ed.). 1990. Plant Tissue Culture : Applications and Limitations. Elsevier. Amsterdam.
- BKSDA Bengkulu. 2004. Data potensi obyek dan daya tarik wisata alam di Taman Wisata Alam. BKSDA Propinsi Bengkulu. Bengkulu.
- Debergh, P.C., Y. Harbaoui, and R. Lemeur. 1981. Mass Propagation of Globe Artichoke (*Cynara scolymus*): Evaluation of different hypotheses to overcome vitrification with several reference to water potential. *Physiologia Pl.*, 53: 181-187.
- Departemen kampanye Walhi Bengkulu. 2004. <http://walhibengkulu.blogspot.com/2009/08/pertahankan-status-danau-dendam-sebagai.html>. Didownload Tanggal 12 Maret 2010.
- Dormegues, Y. 1995. *Casuarina equisetifolia* : pohon kuno yang menjamin masa depan yang cerah. Lembar Informasi Pohon Pengikat Nitrogen. NFTA. USA
- Eze, J.M.O., and M.O. Ahonsi. 1993. Improved germination of the seeds of whistling pine (*casuarina equisetifolia*) forst and forst (*Cassuarinaceae*) by various presowing treatments. *J. Agronomie* 10: 13 (889-894). http://www.agronomy-journal.org/index.php?option=article&access=standart&itemid=129&url=/articles/agro/abs/1993/10/agronomie_0249-5627_1993_13_10_ART0003.html. Didownload 14 Maret 2010.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. *Diterjemahkan oleh* H. Susilo. Universitas Indonesia. Jakarta.
- George, E.F. and P.D. Sherrington, 1984. Plant Propagation by Tissue Culture. Handbook and Directionary of Commercial Laboratories. Exegetic Ltd. England.

- Gunawan, L.W. 1988. Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan. Laboratorium Kultur jaringan Tumbuhan Pusat Antar Universitas (PAU) Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kehr A.E. and G.W. Schaeffer. 1976. Tissue Culture and Differentiation of Garlic. Hortsciencenece 30(2); 378-385.
- Kompas. 2007. Penghancuran Lingkungan Berlanjut. Kompas.com. Didownload 12 Maret 2010.
- Krikorian, A.D. 1982. Cloning Higher Plants from Aseptically Cultured Tissues and Cells. Biol. Rev. 57: 59-88.
- Lendri, S. 2003. Teknik pembibitan mengkudu pada berbagai jenis media. Buletin Teknik Pertanian. 8(1): 5-7.
- Liputan 6.com. 2010. Pantai Abrasi Cemara laut Ditanam. Didownload tanggal 10 Maret 2010. <http://berita.liputan6.com/daerah/200912/253234/>
- Lukitariati, S., N.L.P. Indriyani, A. Susiloadi, dan M.J. Anwarudin. 1996. Pengaruh naungan dan asam butirat terhadap pertumbuhan bibit batang bawah manggis. Jurnal Hortikultura. 6(3): 220-226.
- Ma, Y., H.L. Wang, C.J. Zhang, dan Y.Q. Kang. 1994. High Rate of Virus-free Plantlet Regeneration via Garlic Scape-tip Culture. Plant Cell Reports 14: 65-68.
- Marlin, Alnopri dan A. Rohim. 2000. Proliferasi tunas jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) *in vitro* dengan pemberian sukrosa dan agar powder. Akta Agrosia Vol. IV (2) : 44-48.
- Marlin. 2001. Regenerasi planlet jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) *in vitro* dengan pemberian nitrogen pada berbagai bentuk media subkultur. Laporan Penelitian Lembaga Penelitian UNIB. Bengkulu. (*Tidak dipublikasikan*).
- Moncousin, C. 1988. Adventitious Rhizogenesis Control: New developments. Acta Hortic. 230: 97-104.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15:473-497.
- Muthukumar, T., and Udaiyan, K. 2010. Growth response and nutrient utilization of Casuarina equisetifolia seedlings inoculated with bioinoculant under tropical nursery conditions. <http://www.springerlink.com/content/7806261tp22m445k/>. Didownload 13 Maret 2010.
- Nagakubo, T., A. Nagasawa and H. Ohkawa. 1993. Micropropagation of Garlic Through *in vitro* Bulblet Formation. Plant Cell Tissue, and Organ Culture 32: 175-183.

- Nurahmah, Y., M.Y. Mile, dan E. Suhaendah. 2007. Teknis perbanyakan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) pada media pasir. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 3. (*Terjemahan*). Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Siagian, Y.T., 1992. Pengaruh Hormon Indole 3-Butyric Acid (IBA) terhadap persentase jadi stek batang *Gmelina arborea* LINN. Buletin Penelitian Hutan No.546. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. P.55-60.
- Skoog, F. dan C.O. Miller. 1957. Chemical Regulation of Growth and Organ Formation in Plant Tissue Culture *in vitro*. Symp. Soc. Exp. Biol. 11:118-131.
- Suara Merdeka. 2009. Kapolda Tanam Pohon Cemara Laut. Suara Merdeka. Jakarta.
- Sutopo, L. 1985. Teknologi benih. CV. Rajawali. Jakarta. 247 halaman.
- Syamsuwida, D. 2005. Budidaya cemara laut sebagai pohon serbaguna dalam pengembangan hutan kemasyarakatan. Info Benih. Vol. 10 No. 1:1-13.
- Tran Thanh Van, K and T.H. Trinh. 1990. Organic Differentiation. *In*; S.S. Bhojwani (ed.). Plant Tissue Culture: Applications and Limitations. Elsevier Science Publ. Netherlands.
- Wareing, P.F. and I.D.J. Phillips. 1981. Growth and differentiation in Plants. Pergamon Press 3rd Ed.
- Wilson, S.B., K. Iwabuchi, N.C. Rajapakse and R.E. young. 1998. Responses of Broccoli Seedlings to Light Quality during Low Temperature Storage *In vitro*. II. Sugar Content and Photosyntetic Efficiency. HortSci. 33:1258-1261.
- Wetler, L.R., and F. Constasel. 1991. Metode Kultur Jaringan Tanaman. Edisi II. ITB. Bandung.
- Yasman, I dan W.T.M. Smits, 1988. Metode Pembuatan Stek Dipterocarpaceae. Balai Penelitian Kehutanan. Samarinda.

Lampiran

Lampiran 4. Biografi/Riwayat Hidup Ketua Peneliti

I. Ketua Peneliti

1.1	Nama Lengkap dan gelar	Tempat /tanggal lahir
	Ir. Marlin, M.Sc.	Bengkulu/14 Maret 1970

1.2. Pendidikan

Universitas/Institut dan Lokasi	Gelar	Tahun selesai	Bidang Keahlian
Universitas Bengkulu	Insinyur (Ir.)	1993	Agronomi
Kagawa University Japan	Master of Science (M.Sc.)	1998	Plant Biotechnology

1.3. Pengalaman kerja dan penelitian dan pengalaman profesional serta kedudukan saat ini (disusun secara kronologis).

1.3.1 Pengalaman kerja

Institusi	Jabatan	Periode Kerja
Fakultas Pertanian UNIB	Asisten Ahli madya	1994-1998
Fakultas Pertanian UNIB	Asisten Ahli	1998-2002
Fakultas Pertanian UNIB	Lektor	2002-2007
Fakultas Pertanian UNIB	Lektor Kepala	2007-sekarang

1.3.2 Pengalaman Penelitian

TAHUN	JUDUL PENELITIAN	KETUA/ ANGGOTA TIM	SUMBER DANA
1999	Upaya Mempercepat Penyediaan Bibit Bawang Putih (<i>Allium sativum</i> L.) melalui Multiplikasi Langsung Meristem-tip.	Ketua	Dosen Muda DP2M Dikti
1999	Peningkatan Mutu dan Produksi Bibit Cabai (<i>Capsicum annum</i> L.) dengan Pelukaan Hipokotil <i>in vitro</i> . (Starter Grants, 1999)	Ketua	Starter Grants
2000	Proliferasi Tunas Jahe (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.) dengan Pemberian Sukrosa pada Statik dan Agitativ Kultur <i>in vitro</i> .	Ketua	Research Grants DUE Project
2001	Regenerasi Plantlet Jahe (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.) <i>in vitro</i> dengan Pemberian Nitrogen pada Berbagai Bentuk Media Subkultur.	Ketua	Research Grants DUE Project
2002	Stimulasi Rimpang Mikro Jahe (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.) dengan Pemberian BAP, GA ₃ dan Sukrosa.	Ketua	Research Grants DUE Project
2002	Mikropropagasi Bawang Putih (<i>Allium sativum</i> L.) dalam Media Cair dengan Penambahan Substrat Pengganti Agar pada Beberapa Konsentrasi Sukrosa.	Ketua	Dosen Muda DP2M DIKTI
2003,	Peningkatan Produksi Bibit Jahe Bebas Penyakit Layu Bakteri dengan Pembentukan	Ketua	Hibah Bersaing DP2M DIKTI

2004	Rimpang Mikro <i>in vitro</i> .		
2005	Produksi kalus kayu bawang (<i>Protium javanicum</i> burm.f) unggulan Bengkulu secara <i>in vitro</i>	Anggota	Dosen Muda DP2M DIKTI
2006	Upaya penyediaan bibit Vanili (<i>Vanilla planifolia</i> Andr.) dengan pembentukan planlet <i>in vitro</i>	Ketua	Research Grants PHK-A2
2007 2008	Upaya penyediaan bibit pisang Ambon 'Curup' Unggulan Propinsi Bengkulu dengan pembentukan planlet <i>in vitro</i>	Ketua	Hibah Bersaing DP2M DIKTI
2009	Kajian Morfologi Struktur Kulit Biji Raflesia dengan Metode SEM (Fundamental DIKTI)	Anggota	Fundamental DP2M DIKTI

1.4. Publikasi Ilmiah yang relevan dengan proposal penelitian yang diajukan :

No.	Judul
1.	High Multiplication of Plantlet Regeneration of Garlic <i>in vitro</i> (Jurnal Akta Agrosia II(2) 57-62. 1998
2.	Induction of <i>in vitro</i> Shoot and Root Differentiation By Callus Culture in Garlic (<i>Allium sativum</i> L.) (Jurnal Akta Agrosia IV(1) 9-13. 2000.
3.	Proliferasi Tunas jahe (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.) <i>in vitro</i> dengan Pemberian Sukrosa dan Agar Powder. (Jurnal Akta Agrosia IV(2) 44-48. 2000.
4.	Regenerasi Plantlet Jahe (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.) dengan pemberian nitrogen pada berbagai bentuk media subkultur (Akta Agrosia VI (1) 12-17. 2003.
5.	Regenerasi <i>in vitro</i> Plantlet Jahe Bebas Penyakit Layu Bakteri pada Beberapa Taraf Konsentrasi 6- Benzyl Amino Purine (BAP) dan 1-Naphthalene Acetic Acid (NAA). (Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia VII (1) 8-14. 2005
6.	Pembentukan rimpang mikro jahe (<i>Zingiber officinale</i> rosc.) dengan pemberian benzyl amino purine dan sukrosa secara <i>in vitro</i> (Akta Agrosia 8(2) 70-73. 2005)
7.	Inisiasi pembentukan akar mikro panili secara <i>in vitro</i> dengan pemberian beberapa konsentrasi Naphthalene Acetic Acid dan arang aktif (Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia (2) : 180-186, 2007

Bengkulu, Maret 2010
Ketua Peneliti

Ir. Marlin, M.Sc.
NIP. 19700314 199403 2 002

II. Anggota Peneliti I

Nama lengkap : Dr. Ir. Yulian, MSc
Jenis Kelamin : Laki-laki
NIP/Golongan : 131789995/IIIId
Jabatan Fungsional : Lektor
Fakultas/Jurusan : Pertanian/Budidaya pertanian
Bidang Ilmu : Pertanian
Alamat Kantor : Jl. Raya Kandang Limun, Bengkulu
Telpon/Faks/e-mail : (0736)21170 (eks. 216)/(0736)
21290/yulian_38226@yahoo.com
Alamat Rumah : Jl. Pangeran Natadirja No 75, Kota Bengkulu
Telpon/Faks/E-mail : (0736) 24837/HP 081541543694/yulian_38226@yahoo.com

Penelitian:

- Yulian, A Study on *Rafflesia arnoldii* R.Br. in Bengkulu Province Indonesia. NEF Newsletter Issue No.5 Spring 1998. p 7. (1998)
- Yulian, B. Hermawan and S.N. Muin. Study on *Rafflesia arnoldii* R.Br. in Bukit Barisan Bengkulu. Final Report Nagao Natural Environment Fundation (NEF) Japan. 78 hal. (1998)
- Yulian, B. Hermawan, N. Okuda and Y. Fujime. Studies on rafflesia flower in Bengkulu, Indonesia. Technical Bulletin of Faculty of Agriculture, Kagawa University 54: 35- 40 (2002).
- Yulian, Y. Fujime , N. Okuda and N. Fukada :Effects of plant growth regulators on budding of garland Chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium* L.). Technical Bulletin of Faculty of Agriculture, Kagawa University, 47(2), 107-113(1995).
- Yulian, Y. Fujime and N. Okuda :Effects of daylength and temperature on capitulum initiation and development of garland chrysanthemum (*Chrysanthemum coconarium* L.). Environment Control in Biology , 34(1), 21-28 (1996).
- Yulian, Y. Fujime and N. Okuda :Effects of day-length on growth, budding and branching of garland Chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium* L.). Technical Bulletin of Faculty of Agriculture, Kagawa University, 47(1), 7-13 (1995).
- Yulian, Y. Fujime and N. Okuda :Morphological observations on capitulum initiation and floret development of garland Chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium* L.). Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 64(4), 867-874 (1996).

Yulian, Y. Fujime and N. Okuda :The relation between leaf morphology and flowering of garland Chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium* L.). Technical Bulletin of Faculty of Agriculture, Kagawa University, 47(2) , 115-120 (1995).

Yulian, Y. Fujime, N. Okuda and R. Kudou. 1996. Effects of daylength on capitulum formation of garland chrysanthemum(*Chrysanthemum coronarium* L.). Journal of Shita 8 (1): 12-19. (*in Japanese*).

Bengkulu, Maret 2010
Anggota Peneliti I

Dr. Ir. Yulian, MSc
NIP 131789995

II. Anggota Peneliti II

1.1	Nama Lengkap dan gelar	Tempat /tanggal lahir
	Ir. Bambang Gonggo M., MS.	Yogyakarta, 14 Juli 1959

1.2. Pendidikan

Universitas/Institut dan Lokasi	Gelar	Tahun selesai	Bidang Keahlian
Universitas Jember	Insinyur (Ir.)	1983	Ilmu Tanah
Universitas Padjadjaran	Master Pertanian	1991	Konservasi, Reklamasi Tanah dan Air

1.3 Pengalaman Penelitian

<ol style="list-style-type: none">1. Efisiensi pengolahan data numeris dalam analisis data secara paralel dengan klaster PC.[Hibah Pekerti Dikti, UNIB-ITB, 2004]2. Pengembangan dan peningkatan klaster PC melalui pemanfaatan DBMS untuk analisis data secara numeris.[Hibah Pekerti Dikti, UNIB-ITB, 2005]3. Upaya penyediaan bibit Vanili (<i>Vanilla planifolia</i> Andr.) dengan pembentukan planlet <i>in vitro</i> (Program PHK-A2 Batch I Jurusan BDP UNIB, 2006)4. Kajian Morfologi Struktur Kulit Biji <i>Raflesia</i> dengan Metode SEM (Fundamental DIKTI, 2009)
--

1.4. Publikasi Ilmiah :

1. Rehabilitasi lahan alang-alang dengan cara pengolahan tanah dan penanaman ubijalar serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai [J. Penelitian UNIB. 2(5):39-47]
2. Budidaya tanaman ubijalar dan kedelai dengan variasi pola barisan dan saat tanam pada lahan alang-alang [JIPI.1(1) :26-31]
3. Produksi ubi jalar pada lahan marjinal beralang-alang dan endemik serangga penggerek batang [Akta Agrosia. 2(2):]
4. Pengaruh pengolahan tanah dan frekuensi penyiangan gulma pada lahan bekas alang-alang terhadap pertumbuhan kacang panjang, pergeseran dan komposisi gulma [JIPI.1(2):89-94]
5. Pengaruh pupuk hayati dan kascing terhadap kandungan hara Ultisol dan tanaman kedelai [JIPI 1(3):187-192]
6. Pengujian keragaan pertumbuhan dan hasil ubi jalar pada tingkatan waktu bebas dan terinfestasi alang-alang [JIPI. 2(4):54-59]
7. Respon pertumbuhan dan hasil ubi jalar pada sistem tumpangsari ubi jalar-jagung manis di lahan bekas alang-alang [JIPI. 5(1):34-39]
8. Pertumbuhan dan hasil jagung pada lahan gambut dengan penerapan teknologi Tampurin [JIPI 6(1):14-21]

9. Pemanfaatan mikrobia pelarut fosfat dan mikoriza untuk perbaikan fosfor tersedia, serapan fosfor tanah (Ultisol) dan hasil jagung (pada Ultisol) [JIPI 6(1):8-13]
10. Pengaruh jenis tanaman penutup dan pengolahan tanah terhadap sifat fisika tanah pada lahan alang-alang. [JIPI.7(1):44-50]
11. Kemampuan tanaman ubi-ubian yang ditanam pada lahan dengan cara pengolahan yang berbeda dalam menekan pertumbuhan alang-alang. [J.Akta Agrosia.8(1):30-35]
12. Pengolahan data statistik secara simultan menggunakan R-package. [Disajikan sebagai *Poster Session* pada Seminar Nasional Statistika VII di ITS-Surabaya, 26 Nopember 2005]
13. Penampilan klaster PC dalam analisis data statistik.[Disajikan pada Seminar Nasional Statistika VII di ITS-Surabaya, 26 Nopember 2005]
14. Peran pupuk N dan P terhadap serapan N, efisiensi N dan hasil tanaman jahe di bawah tegakan tanaman karet. [JIPI.8(1):61-68]
15. Pertumbuhan dan hasil jahe merah panen muda di bawah tegakan karet pada intensitas naungan dan dosis pupuk KCl berbeda. [Dinamika Pertanian, 2006]
16. Pola pertumbuhan tanaman jahe merah dengan intensitas naungan dan dosis pupuk KCl pada sistem wanafarma di perkebunan karet. [Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, 2006]

Bengkulu, Maret 2010
Anggota Peneliti II

Ir. Bambang Gonggo, M., M.S.
NIP. 131631453

Makalah akan disampaikan pada Seminar Nasional Hortikultura Indonesia 2010
Di Denpasar Bali (25-26 November 2010)

STIMULASI PERTUMBUHAN *IMMATURE-EMBRYO* CEMARA LAUT PADA BEBERAPA KONSENTRASI HARA MAKRO SECARA *IN VITRO*

Marlin dan Yulian Idris

Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu – 38371A E-mail: marlin_iin@yahoo.com

Abstrak

Cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) merupakan tanaman dengan banyak manfaat (*multipurpose*). Sebagai tanaman hias, tanaman ini memiliki nilai ekonomi dan estetika yang tinggi. Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan teknologi penyelamatan embrio cemara laut melalui kultur *immature embryo* pada beberapa modifikasi hara makro secara *in vitro*. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap dengan dua faktor. Faktor pertama adalah tingkat kematangan embrio yang terdiri dari 3 taraf. Tingkat kematangan embrio ditentukan berdasarkan tingkat kematangan buah, dengan mengamati warna buah buah, yaitu embrio muda yang belum matang-*young immature embryo* (dengan buah berwarna hijau), embrio hampir matang (dengan buah berwarna kuning kehijauan), serta embrio matang (dengan buah berwarna kuning kecoklatan). Faktor kedua adalah konsentrasi hara makro dari media MS (Murashige dan Skoog, 1962), terdiri dari 4 taraf yaitu ¼ media MS, ½ media MS, full media MS, dan 1½ media MS. Hasil pengamatan terhadap anatomi buah dan benih cemara laut menunjukkan bahwa embrio terletak dibagian basal benih yang dibungkus dengan selaput yang tipis. Embrio berukuran rerata 0.6 mm, berwarna kekuningan. Hasil kultur *in vitro* menunjukkan pertumbuhan terbaik *immature-embryo* terjadi pada media dengan konsentrasi ½ hara makro media MS. Pada media ini, embrio mampu berkecambah dan membentuk tunas mikro (2,53 tunas/eksplan) dan akar (2,27 akar/eksplan dalam 6 minggu kultur. Embrio yang lebih matang, umumnya memiliki tingkat kontaminasi yang lebih tinggi dibandingkan *immature embryo*.

Kata Kunci : cemara laut, *immature embryo*, hara makro, *in vitro*

1. PENDAHULUAN

Cemara laut merupakan tanaman yang memiliki banyak keunggulan dan manfaat. Tanaman ini memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi sehingga upaya pengembangan tanaman ini sangat penting dilakukan. Cemara laut dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias dan menjadi elemen utama dalam konsep penataan taman *outdoor* maupun *indoor*. Selain itu, cemara laut juga dimanfaatkan sebagai tanaman bonsai. Cemara laut mempunyai kayu dengan kualitas tinggi untuk bahan bakar (arang), kayu gelondongan, dan berperan penting dalam konservasi tanah dan rehabilitasi lahan, serta sebagai penahan angin.

Umumnya tanaman cemara laut berkembang biak dengan cara generatif menggunakan biji. Biji terdapat di dalam buah yang berbentuk *cone*. Setiap buah memiliki 20-50 biji. Biji cemara laut sangat mudah diterbangkan oleh angin, sehingga mudah berpindah tempat satu ke tempat yang lain. Hal ini terjadi karena ukuran biji sangat kecil dan memiliki sayap yang tipis dan membungkus biji. Perkecambahan embrio di lingkungan alami hanya dapat terjadi pada kondisi yang menguntungkan, yaitu pada media yang lembab dan berpasir.

Faktor genetik dan lingkungan sangat mempengaruhi kemampuan benih untuk dapat berkecambah. Diantaranya adalah tingkat kemasakan biji. Pada biji yang belum matang (*immature seeds*), umumnya embrio belum tumbuh sempurna dan cadangan makanan dalam biji belum cukup untuk pertumbuhan embrio. Pengaruh lingkungan tumbuh sangat menentukan viabilitas atau daya kecambah biji cemara laut karena viabilitasnya sangat rendah dan mudah hilang (Nurahmah *et al.*, 2007). Menurut Eze dan Ahonsi (1993), persentase perkecambahan benih cemara laut hanya 7-16 % di lingkungan alami. Hal ini terjadi karena biji hanya memiliki cadangan makanan yang sedikit sehingga menghambat pertumbuhan dan perkecambahan embrio. Berbagai upaya perlu dilakukan untuk dapat menyelamatkan embrio yang terdapat pada biji cemara laut sebagai upaya untuk mempercepat penyediaan benih cemara laut yang berkualitas. Perbanyakkan secara konvensional menunjukkan pertumbuhan benih yang masih rendah. Beberapa hasil penelitian dilakukan untuk memacu pertumbuhan benih di lapang. Muthukumar dan Udaiyan (2010) melaporkan bahwa pemberian bioinokulan *Glomus geosporum*, *Paenibacillus polymixa* dan *Frankia* secara individual atau dikombinasikan, memacu pertumbuhan benih, efisien dalam menyerap hara, dan memperbaiki kualitas benih cemara laut. Sedangkan Eze dan Ahonsi (1993), meneliti pemberian 0.1 mM GA₃ yang diikuti dengan 2500 mg.dm³ ascorbic acid dan 10 mM NaNO₃ dapat meningkatkan pertumbuhan kecambah. Tetapi, tingkat perkecambahan baru mencapai 62 %.

Salah satu alternatif usaha yang dapat dilakukan untuk menyelamatkan embrio cemara laut dan meningkatkan pertumbuhannya adalah melalui teknik kultur jaringan tanaman atau teknik *in vitro*. Dengan penggunaan teknik kultur jaringan, bahan tanam yang dihasilkan akan mempunyai tingkat multiplikasi yang tinggi, materi tanaman yang berkualitas, lebih homogen, secara genetik sama dengan induknya, dan dapat diperoleh dalam waktu yang relatif singkat (Bhojwani, 1990). Kebutuhan nutrisi dan zat pengatur tumbuh untuk memacu proses morfogenesis pada kultur *in vitro* akan berbeda untuk setiap jenis tanaman dan eksplan yang digunakan (Warreing dan Phillips, 1981). Regenerasi *Anthurium scherzerium* dilakukan dengan mereduksi hara makro menjadi ½ konsentrasi (Hamidah *et al.*, 1997). Kultur *immature seeds* menghasilkan pertumbuhan terbaik pada tanaman *Rynchosyilis gigantea* (Lindl.) yang dikulturkan pada media MS dengan ½ konsentrasi hara makro (Zhi-Ying dan Xu, 2009)

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknologi penyelamatan embrio cemara laut melalui kultur *in vitro* dengan memodifikasi konsentrasi hara makro di dalam media kultur.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan bulan Mei sampai dengan Agustus 2010 di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap dengan dua faktor. Faktor pertama adalah tingkat kematangan embrio yang terdiri dari 3 taraf perlakuan. Tingkat kematangan embrio ditentukan berdasarkan tingkat kematangan buah, dengan mengamati warna buah buah, yaitu embrio yang belum matang-*immature embryo* (dengan buah berwarna hijau), embrio hampir matang (dengan buah berwarna kuning kehijauan), serta embrio matang (dengan buah berwarna kuning kecoklatan). Faktor kedua adalah konsentrasi hara makro dari media MS (Murashige dan Skoog, 1962), terdiri dari 4 taraf yaitu $\frac{1}{4}$ hara MS, $\frac{1}{2}$ hara makro media MS, full hara makro media MS, dan $1\frac{1}{2}$ hara makro media MS. Dari kedua faktor tersebut terdapat 12 kombinasi perlakuan dengan 5 ulangan.

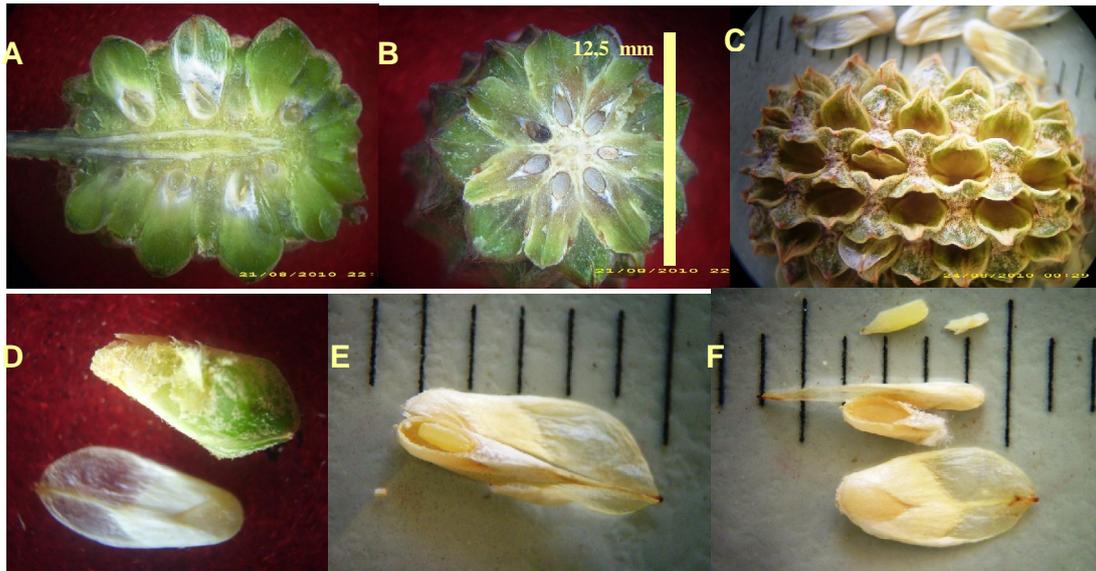
Penelitian dilakukan dengan menggunakan bahan tanam yang berupa embrio dari biji cemara laut. Biji cemara laut berasal dari tanaman induk yang terpilih dan berumur lebih dari 3 tahun. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah tingkat kematangan embrio yang terdiri dari 3 taraf. Tingkat kematangan embrio dipilih berdasarkan tingkat kematangan buah, dengan mengamati warna buah buah, yaitu embrio muda yang belum matang-*young immature embryo* (dengan buah berwarna hijau), embrio hampir matang (dengan buah berwarna kuning kehijauan), serta embrio matang (dengan buah berwarna kuning kecoklatan). Faktor kedua adalah komposisi media kultur. Media kultur yang digunakan adalah media MS (Murashige dan Skoog, 1962). Komposisi media terdiri dari 4 taraf, yaitu $\frac{1}{4}$ MS, $\frac{1}{2}$ MS, full MS, dan $1\frac{1}{2}$ MS.

Pembuatan media diawali dengan pembuatan larutan stok dengan kepekatan tertentu. Pembuatan media dilakukan dengan cara mengencerkan semua larutan stok sesuai perlakuan. Media ditambahkan sukrosa 30 g/L dan ditetapkan pada pH 5.8. Media dibuat dalam bentuk *solidified medium* dengan penambahan agar powder 7 g/L. Media dimasak sampai mendidih, dan dimasukkan ke dalam botol kultur dengan 20 mL media untuk masing-masing botol kultur. Sterilisasi media dilakukan dengan menggunakan autoclave pada suhu 121°C pada tekanan 15 psi selama 20 menit. Media diinkubasi di dalam ruang kultur selama 1 minggu. Penanaman eksplan dilakukan di dalam *laminar airflow cabinet*.

Pengamatan dilakukan terhadap persentase tumbuh embrio, saat tumbuh tunas mikro, jumlah tunas mikro, jumlah akar mikro, dan pengamatan terhadap morfologi benih dan embrio dengan menggunakan light microscope. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis keragaman pada taraf 5%. Bila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncant's Multiple Range Test pada taraf 5 %.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Buah cemara laut memiliki rerata diameter 12,5 mm. Pada tiap buah terdapat ruang (*cone*) yang berisi 1 biji cemara. Ukuran biji sangat kecil, dengan rerata diameter 4,8 mm, dan rerata ketebalan 0,25 mm. Biji memiliki selaput tipis dan membungkus embrio cemara di dalamnya. Embrio tidak memiliki cadangan makanan sehingga vigor mudah hilang. Rerata panjang embrio 0,6 mm.



Gambar 1. Morfologi buah dan benih cemara laut. A) potongan membujur buah muda, B) potongan melintang buah muda, C) susunan cone yang berisi benih matang, D) benih cemara laut, E-F) bagian-bagian benih

Hasil pengamatan terhadap anatomi buah dan benih cemara laut menunjukkan bahwa embrio terletak di bagian basal biji yang dibungkus dengan selaput yang tipis. Cemara laut memiliki biji yang berkeping dua (*dicotyledonae*). Bagian dalam biji terdapat keping biji yang membungkus embrio, dengan ukuran ± 1.2 mm. Embrio berukuran rerata 0,6 mm, berwarna kekuningan. Kotiledon membuka saat biji berkecambah dengan tipe perkecambahan epigeal. Hasil analisis keragaman terhadap pengaruh umur embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro terhadap peubah pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh umur embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro terhadap pertumbuhan benih cemara laut secara *in vitro* (6 mst).

Peubah	F hitung		
	Embrio	Media	Interaksi
Persentase tumbuh embrio	9,44 ^{**}	8,70 ^{**}	1,76 ^{ns}
Saat tumbuh tunas mikro	2,00 ^{ns}	1,97 ^{ns}	0,47 ^{ns}
Jumlah tunas	9,80 ^{**}	8,92 ^{**}	1,04 ^{ns}
Jumlah akar	2,89 ^{ns}	10,78 ^{**}	0,77 ^{ns}

Keterangan : ^{**} = berbeda sangat nyata pada taraf 1 %

^{ns} = berbeda tidak nyata pada taraf 5 %

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara umur kematangan embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro dalam media MS memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap semua peubah yang diamati. Perbedaan umur kematangan embrio memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada persentase tumbuh embrio dan jumlah tunas mikro, dan berpengaruh tidak nyata untuk peubah yang lainnya. Perbedaan konsentrasi hara makro dari media MS memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada semua peubah yang diamati, kecuali pada saat tumbuh tunas mikro. Hasil uji DMRT pada taraf 5 % terhadap peubah yang diamati disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengaruh umur kematangan embrio terhadap persentase tumbuh embrio (PE) dan jumlah tunas mikro (JT) cemara laut secara *in vitro* (6 mst)

Perlakuan	PE	JT
<i>Young immature embryo</i> (E1)	11 c	0,80 b
<i>immature embryo</i> (E2)	28 a	2,25 a
<i>mature embryo</i> (E3)	20 b	1,40 b

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

Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur kematangan buah sangat mempengaruhi pertumbuhan embrio. Persentase tumbuh embrio terkecil terjadi pada buah yang belum matang. Pada buah hampir matang, embrio sudah memiliki energi yang cukup untuk tumbuh dan berkembang. Sedangkan pada buah yang telah matang persentase pertumbuhan embrio lebih rendah. Hal ini lebih disebabkan oleh adanya kontaminasi yang tinggi pada buah matang, sebagai akibat dari telah membukanya ruang (*cone*) buah. Hasil penelitian Prakash dan Gurumurthi (2010) menunjukkan pula bahwa pertumbuhan kotiledon dari benih yang belum matang memberikan frekuensi pertumbuhan callus yang paling tinggi pada media MS dengan penambahan 1 mg/L NAA.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi hara makro media MS pada persentase tumbuh embrio (PE), dan jumlah tunas mikro (JT) dan jumlah akar (JA) cemara laut secara *in vitro* (6 mst)

Perlakuan	PE	JT	JA
Konsentrasi ¼ MS	10,67 b	0,73 c	0,47 b
Konsentrasi ½ MS	30,67 a	2,53 a	2,27 a
Konsentrasi full MS	24,00 a	1,67 b	1,73 a
Konsentrasi 1½ MS	13,33 b	1,00 bc	0,93 b

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

Penentuan suatu jenis unsur hara makro pada konsentrasi yang tepat dan seimbang merupakan langkah yang paling penting dalam menentukan keberhasilan kultur tanaman (George dan Sherrington, 1984). Hasil penelitian menunjukkan bahwa respon terbaik diperoleh pada media dengan konsentrasi hara makro ½ MS. Pada media ini diperoleh respon tertinggi untuk persentase tumbuh embrio (30,67%), jumlah tunas (2,53 tunas/eksplan), dan jumlah akar (2,27 akar/eksplan). Respon terendah diperoleh pada media dengan konsentrasi ¼ MS. Kasi dan Sunaryono (2006) berhasil mengkulturkan somatic embrio sagu pada media

dengan konsentrasi hara makro ½ MS dengan penambahan 0,01 mg/L ABA. Sedangkan Marlin (2003) melaporkan bahwa konsentrasi optimum 83.5 % hara makro MS diperlukan untuk membentuk rimpang mikro jahe tercepat (12,5 hst), tetapi konsentrasi hara makro ¼ MS menghasilkan berat basah rimpang tertinggi.

IV. Simpulan dan Saran

Upaya penyelamatan embrio cemara laut dapat dilakukan melalui kultur *immature embryo* secara *in vitro*. Pertumbuhan terbaik *immature-embryo* diperoleh pada media dengan konsentrasi ½ hara makro media MS. Pada media ½ MS diperoleh respon tertinggi terhadap peubah persentase tumbuh (30,67%), jumlah tunas (2,53 tunas/eksplan), dan jumlah akar (2,27 akar/eksplan). Embrio yang berasal dari buah yang hampir matang memiliki persentase tumbuh dan jumlah tunas tertinggi dibandingkan perlakuan umur embrio yang lain. Embrio yang lebih matang, umumnya memiliki tingkat kontaminasi yang lebih tinggi dibandingkan *immature embryo*.

Perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk mengevaluasi perkecambahan dan pertumbuhan *immature embryo* pada berbagai jenis media kultur.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhojwani, S.S. (ed.). 1990. Plant Tissue Culture : Applications and Limitations. Elsevier. Amsterdam.
- Eze, J.M.O., and M.O. Ahonsi. 1993. Improved germination of the seeds of whistling pine (*Casuarina equisetifolia*) forst and forst (*Cassuarinaceae*) by various presowing treatments. J. Agronomie 10: 13 (889-894).
- George, E.F. and P.D. Sherrington, 1984. Plant Propagation by Tissue Culture. Handbook and Directionary of Commersial Laboratories. Exegetic Ltd. England.
- Hamidah, M., A.G.A. Karim, and P. Debergh. 1997. Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Anthurium scherzerianum*). Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 49: 23-27.
- Kasi, P.D., dan Sumaryono. 2006. Keragaman morfologi selama perkembangan embrio somatik sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.). Menara Perkebunan. 74(1): 44-52.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15:473-497.
- Muthukumar, T., and Udaiyan, K. 2010. Growth response and nutrient utilization of *Casuarina equisetifolia* seedlings inoculated with bioinoculant under tropical nursery conditions. <http://www.springerlink.com/content/7806261tp22m445k/>. Didownload 13 Maret 2010.

- Nurahmah, Y., M.Y. Mile, dan E. Suhaendah. 2007. Teknis perbanyakan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) pada media pasir. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Prakash, M. G. and K. Gurumurthi. 2010. Effects of type of explant and age, plant growth regulators and medium strength on somatic embryogenesis and plant regeneration in *Eucalyptus camaldulensis*. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 100:13–20
- Wareing, P.F. and I.D.J. Phillips. 1981. *Growth and differentiation in Plants*. Pergamon Press 3rd Ed.
- Zhi-Ying, L., and Xu, L. 2009. *In vitro* propagation of White-flower mutan of *Rhynchosstylis gigantea* (Lindl.) Ridl. through immature seed-derived protocorm-like bodies. *Journal of Horticulture and Forestry*. 1(6): 93-97

C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN (TAHUN KEDUA)

Tanaman cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) merupakan tanaman hutan pantai yang memiliki banyak kegunaan. Tanaman ini sangat kokoh dan indah sehingga merupakan tanaman yang potensial untuk dikembangkan dalam upaya konservasi kawasan pesisir, sebagai penahan angin dan abrasi air laut seperti di kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang Bengkulu. Kondisi geografis kota Bengkulu terletak di pesisir barat Sumatera, merupakan daerah pantai yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia. Perubahan iklim atau “*climate change*” mulai berdampak terhadap masyarakat yang bermukim di wilayah pesisir propinsi Bengkulu (Antara, 2009). Terjadinya berbagai bencana alam di kawasan pantai seperti gelombang pasang dan tsunami menimbulkan kerusakan yang sangat besar lingkungan pantai. Selain itu, pengalihan fungsi pantai menjadi kawasan pariwisata mengakibatkan kerusakan dan perubahan ekosistem pantai. Kondisi ini memerlukan usaha konservasi pantai untuk mengembalikan fungsi ekosistem kawasan pesisir. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah revitalisasi kawasan pantai menjadi hutan tanaman pantai dengan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai salah satu tanaman utama.

Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan teknologi penyelamatan embrio cemara laut secara konvensional maupun dengan non konvensional sebagai upaya pelestarian kawasan konservasi wilayah Taman Wisata Pantai Panjang kota Bengkulu. Penelitian pada tahun kedua ini dilakukan melalui 2 tahap penelitian sebagai lanjutan dari penelitian yang telah dilakukan pada tahun pertama.

Tahap pertama penelitian adalah pemeliharaan tanaman pada tahap nursery hingga tanaman di transplanting ke lapangan di kawasan konservasi wilayah pesisir kota Bengkulu. Pada tahap ini, bahan tanam yang digunakan adalah tanaman yang telah berumur 6 bulan (prenursery). Tanaman diperlakukan dengan memperbaiki media tanam dan pemberian pupuk sehingga lebih optimal untuk mendukung pertumbuhannya di lapang. Media yang digunakan adalah campuran antara pasir dan kompos (1:1), dengan beberapa taraf pemberian pupuk organik cair. Penelitian dilakukan dalam rancangan acak kelompok lengkap dengan 3 ulangan dengan 5 tanamianip perlakuan. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan tanaman

seperti tinggi tanaman, jumlah cabang primer, cabang sekunder, panjang akar, jumlah akar sekunder, berat basah total dan berat kering total tanaman. Data hasil pengamatan selanjutnya dianalisis dengan analisis varian taraf 5%. Bila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5% dan *orthogonal polinomial*.

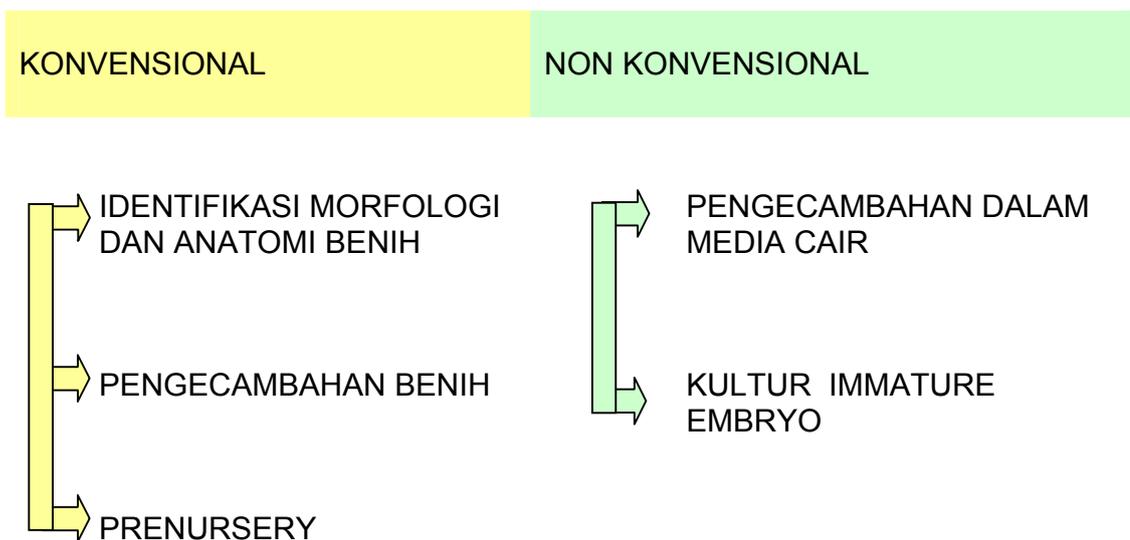
Dalam tahap nursery, tanaman akan dipelihara sampai dengan umur 10 bulan. Selanjutnya tanaman dipersiapkan untuk ditransplanting ke lapang. Proses transplanting akan dilakukan di kawasan konservasi di pantai panjang kota Bengkulu. Kegiatan akan melibatkan Badan Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Propinsi Bengkulu, dan himpunan mahasiswa Agronomi (HIMAGRON) Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

Pada tahap kedua penelitian dilakukan secara kultur jaringan. Pada tahap ini dilakukan peningkatan/penggandaan jumlah tunas mikro dengan memperbaiki media tanam dan pemberian zat pengatur tumbuh dan sukrosa. Penelitian dilakukan dalam rancangan acak lengkap. Bahan tanam yang digunakan adalah benih yang hampir matang, *single node*, yang dikulturkan pada media dasar MS dengan penambahan sukrosa 30 g/L. pH media ditetapkan 5.8 sebelum proses sterilisasi. Tanaman selanjutnya diletakkan dan dipelihara dalam ruang kultur dengan suhu 20oC, dan 16 jam penyinaran. Pengamatan dilakukan terhadap persentase tumbuh eksplan, jumlah tunas yang terbentuk/eksplan, tinggi tanaman, jumlah akar/eksplan, panjang akar terpanjang. Data hasil pengamatan selanjutnya dianalisis dengan analisis varian taraf 5%. Bila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5% dan *orthogonal polinomial*.

Melalui penelitian ini, diharapkan akan mampu mempercepat penyediaan benih cemara laut yang berkualitas sehingga dapat mengatasi kendala dalam pelestarian kawasan pesisir. Disamping itu, diharapkan melalui penelitian ini dapat ikut memberdayakan masyarakat di kawasan konservasi pesisir kota Bengkulu dengan ikut serta menggalakkan penanaman cemara laut.

BAGAN ALUR PENELITIAN

TAHUN I



TAHUN II

