



**LIPI**

**ISSN 0126-1754**  
Volume 8, Nomor 2, Agustus 2006

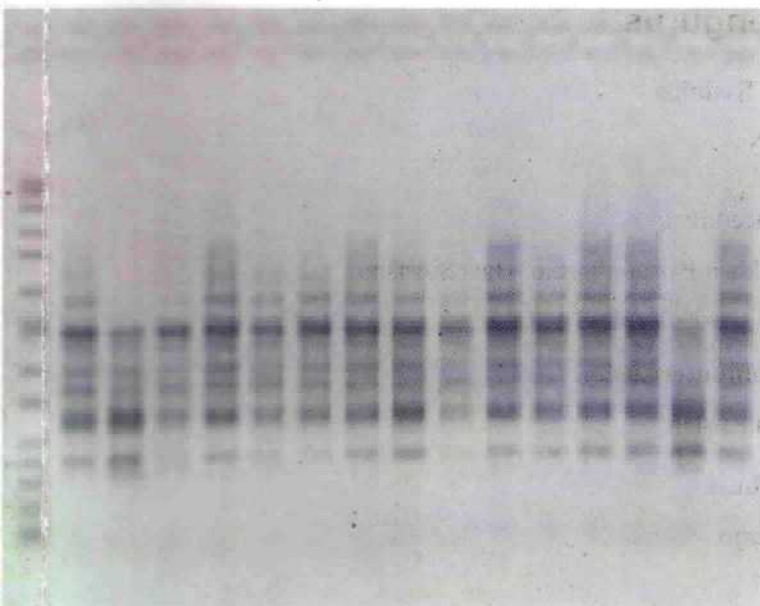


Terakreditasi Peringkat A  
SK Kepala LIPI  
Nomor 14/Akred-LIPI/P2MBI/9/2006

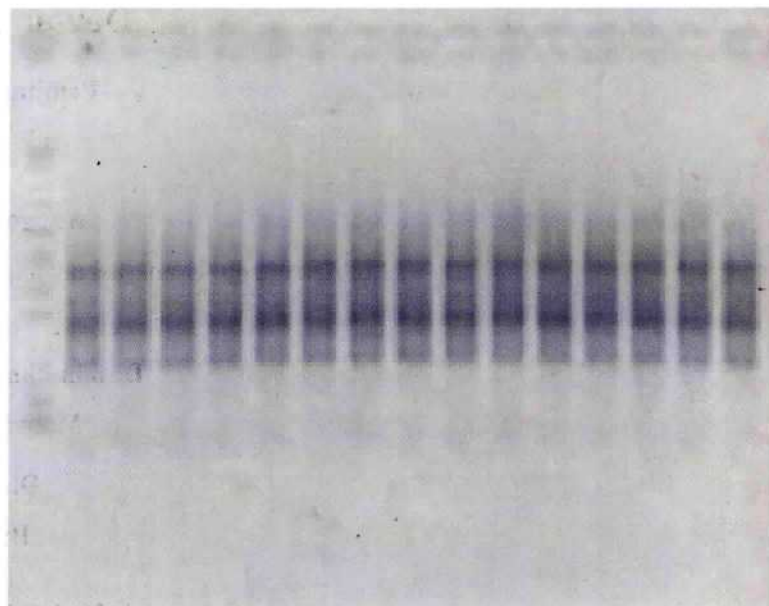
# Berita Biologi

Jurnal Ilmiah Nasional

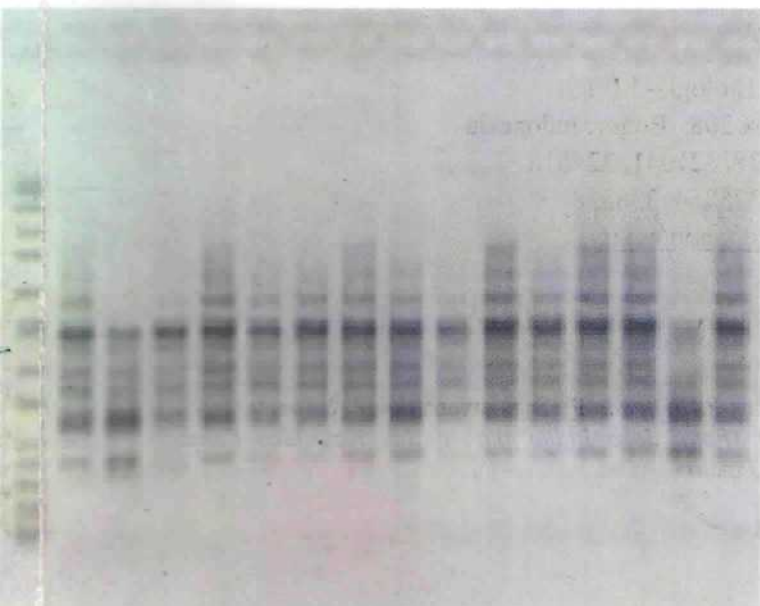
M 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



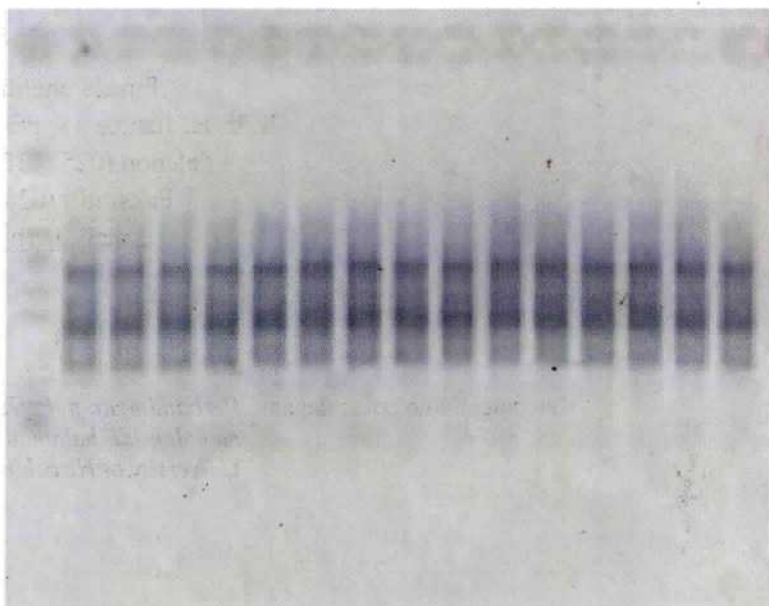
M 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



M 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



M 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



Diterbitkan Oleh  
Pusat Penelitian Biologi - LIPI

**B**erita **Biologi** merupakan Jurnal Umiah Nasional yang dikelola oleh Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), untuk menerbitkan hasil karya-penelitian dan karya pengembangan, tinjauan kembali (review) dan ulasan topik khusus dalam bidang biologi. Disediakan pula ruang untuk menguraikan seluk beluk peralatan laboratorium yang spesifik dan dipakai secara umum, standard dan secara internasional. Juga uraian tentang metode-metode berstandar baku dalam bidang biologi, baik laboratorium, lapangan maupun pengolahan koleksi biodiversitas. Kesempatan menulis terbuka untuk umum meliputi para peneliti lembaga riset, pengajar perguruan tinggi (dosen) maupun pekarya-tesis sarjana semua strata. Makalah harus dipersiapkan dengan berpedoman pada ketentuan-ketentuan penulisan yang tercantum dalam setiap nomor.

Diterbitkan 3 kali dalam setahun bulan April, Agustus dan Desember. Satu volume terdiri dari 6 nomor.

### **Surat Keputusan Ketua LIPI**

Nomor: 1326/E/2000, Tanggal 9 Juni 2000

### **Dewan Pengurus**

#### **Pemimpin Redaksi**

B Paul Naiola

#### **Anggota Redaksi**

Andria Agusta, Iwan Saskiawan, Tukirin Partomihardjo, Hari Sutrisno

#### **Desain dan Komputerisasi**

Muhamad Ruslan

#### **Distribusi-**

Budiarjo

#### **Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum**

(berlangganan dan surat-menyurat)

Enok

Pusat Penelitian Biologi - LIPI  
Jl. Ir. H. Juanda 18, PO Box 208, Bogor, Indonesia  
Telepon(0251)321038, 321041, 324616  
Faksimili (0251) 325854; 336538  
Email: [herbogor@indo.net.id](mailto:herbogor@indo.net.id)

Keterangan foto cover depan: *Perbandingan pola fragmen RAPD pada Pinanga javana dan P. coronata, sesuai makalah di halaman 91 (Foto: Joko Ridho Witono dan Katsuhiko Kondo, University of Hiroshima, Japan)*



**LIPI**

**Berita**

**Biologi**

**Jurnal Ilmiah Nasional**

**ISSN 0126-1754**

Volume 8, Nomor 2, Agustus 2006

Terakreditasi Peringkat A

SK Kepala LIPI

Nomor 14/Akred-LIPI/P2MBI/9/2006

**Diterbitkan oleh  
Pusat Penelitian Biologi - LIPI**

## KATA PENGANTAR

Jurnal Ilmiah "Berita Biologi" Nomor ini yang tampil sebagai Volume 8 Nomor 2, Agustus 2006, memuat berbagai bahasan terutama dari hasil penelitian maupun tinjauan ulang (review) para peneliti dari berbagai institusi.

Orasi pengukuhan Ahli Peneliti Utama (APU), kali ini kami pilih dari dunia samudera, yakni karya Dr. Ir. Ngurah Nyoman Wiadnyana yang disampaikan pada tanggal 15 September 2005. Peneliti Senior yang membangun karier penelitiannya di Lembaga Penelitian Oseanografi-LIPI ini mengayakan kita dengan suatu topik yang sangat menarik: plankton dan "red tide" di ekosistem perairan (marine) Indonesia. Pemrasaran secara jelas mengemukakan topik yang belum banyak diteliti di Indonesia. Selain pengayaan pengetahuan tentang plankton, meliputi klasifikasi dan peran ekologis serta manfaat, secara khusus dibahas tentang red tide: fenomena, penyebab dan dampak yang ditimbulkannya. Dr. Wiadnyana mengangkat sebuah tantangan, khususnya bagi para peneliti: akankah Indonesia menjadi lautan red tide?; yang jika tidak dikelola secara bijaksana pertanyaan ini mungkin saja dapat menjadi suatu realita di masa depan, karena permasalahan fenomena red tide, menurutnya tampak semakin meluas di perairan Indonesia. Sementara kita tahu bahwa kehidupan marine adalah juga kehidupan kita masa lalu, sekarang dan masa depan!. Pada salah satu bagian orasinya, ditulis ".....harapan saya semoga apa yang saya uraikan ini dapat dijadikan buah pemikiran dalam upaya terus mengembangkan ilmu planktonologi yang pada umumnya kurang mendapat minat dari para ilmuan muda....".

Masih dari Jepang, sebagai kelanjutan studi tentang *Pinanga*, dibahas aspek modifikasi protokol isolasi DNA dari jaringan daun yang dikeringkan dengan silica gel. Hasil penelitian ini merupakan bagian dari program doktor JRW di University of Hiroshima, Jepang. Sementara itu, informasi karakter kimia dari kekayaan keanekaragaman hayati Indonesia tercermin dalam hasil penelitian spesies *Hopea*. Laporan dari dunia hewan ternak tentang imunologi resistensi domba ekor tipis terhadap infeksi cacing hati. Pulau yang dikenal berpotensi sebagai tumbuhan obat dipelajari aspek kultur jaringannya, meliputi penyimpanan dan regenerasi. Selanjutnya masih dalam studi kultur jaringan, dilakukan terhadap jahe sebagai tanaman obat maupun industri, yakni pengaruh perlakuan-perlakuan spesifik terhadap induksi kalusnya. Studi tentang benalu memberikan gambaran ancaman potensial terhadap koleksi Kebun Raya. Suatu tinjauan ulang (*review*) membahas makluk hidup sebagai sumber obat anti-infeksi, dengan penekanan khusus pada aspek diversitas jalur biosintesis senyawa terpena.

Selamat membaca.

Salam Iptek,

**Redaksi**

### Ketentuan-ketentuan untuk Penulisan dalam Berita Biologi

1. Karangan Ilmiah asli, *hasil penelitian* dan belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain.
2. Bahasa Indonesia. Bahasa Inggris dan asing lainnya, dipertimbangkan.
3. Masalah yang diliput, diharapkan aspek "baru" dalam bidang-bidang
  - Biologi dasar (*pure biology*), meliputi turunan-turunannya (mikrobiologi, fisiologi, ekologi, genetika, morfologi, sistematik dan sebagainya).
  - Ilmu serumpun dengan biologi: pertanian, kehutanan, peternakan, perikanan dan biologi laut, agrobiologi, agro bioklimatologi, kesehatan, kimia, lingkungan, agroforestri. *Aspek/pendekatan biologi* harus tampak jelas.
4. Deskripsi masalah: harus jelas adanya tantangan ilmiah (*scientific challenge*).
5. Metode pendekatan masalah: standar, sesuai bidang masing-masing.
6. Hasil: hasil temuan harus jelas dan terarah.
7. Kerangka karangan: standar.

*Abstrak* dalam bahasa Inggris, maksimum 200 kata, spasi tunggal, ditulis miring, isi singkat, padat yang pada dasarnya menjelaskan masalah dan hasil temuan. *Hasil dipisahkan dari Pembahasan.*
8. Pola penyiapan makalah: spasi ganda (kecuali abstrak), pada kertas berukuran A4 (70 gram), maksimum 15 halaman termasuk gambar/foto; tidak diperkenankan mencantumkan lampiran.

Gambar dan foto: maksimum 4 buah dan harus bermutu tinggi, gambar pada kertas kalkir (bila manual) dengan tinta cina, berukuran kartu pos, foto berwarna akan dipertimbangkan; sebutkan programnya bila gambar dibuat dengan komputer. Versi terakhir (sesudah perbaikan berdasarkan rekomendasi para penilai/referee), harus disertai disket yang ditulis dengan program WP atau Microsoft Word 97 ke atas.
9. Kirimkan 2 (dua) eksemplar makalah ke Redaksi (alamat pada cover depan-dalam): satu eksemplar tanpa nama dan alamat penulis (-penulis)nya.
10. Cara penulisan sumber pustaka: tuliskan nama jurnal, buku, prosiding atau sumber lainnya secara lengkap, jangan disingkat. Nama inisial pengarang tidak perlu diberi tanda **titik** pemisah.
  - a. Jurnal

**Premachandra GS, Saneko H, Fujita K and Ogata S. 1992.** Leaf Water Relations, Osmotic Adjustment, Cell Membrane Stability, Epicuticular Wax Load and (growth as Affected by Increasing Water Deficits in Sorghum. *Journal of Experimental Botany* 43,1559-1576.
  - b. Buku

**Kramer PJ, 1983.** *Plant Water Relationship.* Academic, New York, 76.
  - c. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya dan sebagainya

**Hamzah MS dan Yusuf SA. 1995.** Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh (*Sepioteuthis Lessoniana*) di Sekitar Perairan Pantai Wokam Bagian Barat, Kepulauan Am, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M. Hasan, A. Mattimu, JG Nelwan dan M. Littay (Penyunting). Perhimpunan Biologi Indonesia, 769-777.
  - d. Makalah sebagai bagian dari buku

**Leegood RC and Walker DA. 1993.** Chloroplast and Protoplast. Dalam: *Photosynthesis and Production in a Changing Environment.* DO Hall, JMO Scurlock, HR Bohlar Nordenkamp, RC Leegood and SP Long (Editor). Chapman and Hall. London, 268-282.
11. Kirimkan makalahnya ke Redaksi. Sertakan alamat Penulis yang jelas, juga meliputi nomor telepon (termasuk HP) yang mudah dan cepat dihubungi dan alamat elektroniknya (E-mail).

**Penilai (Referee) Nomor ini**

*BP Naiola*

*D Widyatmoko*

*D Siti Hazar Hoesen*

*Fadjar Satrija*

*Ika Mariska*

## DAFTAR ISI

### ORASI PENGUKUHAN AHLI PENELITI UTAMA

#### PERANAN PLANKTON DALAM EKOSISTEM PERAIRAN: INDONESIA, LAUTAN RED TIDE?

[The Role of Plankton in Aquatic Ecosystem: Indonesia, Red Tide Ocean?]

*Ngurah Nyoman Wiadnyana*.....vii

### MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

#### MODIFICATION OF DNA ISOLATION PROTOCOL FROM SILICA GEL DRIED-LEAF TISSUES OF *Pinanga* (PALMAE)

*Joko Ridho Witono and Katsuhiko Kondo*.....91

#### MEKANISME IMUNOLOGI DARI RESISTENSI DOMBA EKOR TIPIS TERHADAP INFEKSI *Fasciola gigantica*

[Immunological Resistance of Indonesian Thin-Tailed Sheep (ITT) to *Fasciola gigantica*]

*Ening Wiedosari*.....99

#### KAJIAN FITOKIMIA *Hopea mengarawan* DAN IMPLIKASINYA PADA KEMOTAKSONOMI HOPEA

[Phytochemical Screening of *Hopea mengarawan* and Its Implication Against Chemotaxonomy  
of *Hopea*]

*Sahidin, Euis H Hakim, Yana M Syah, Lia D Juliawaty, Sjamsula Achmad,  
Laily Bin Din, Jalifah Latip*.....107

#### PENGARUH 2,4-D DAN BA TERHADAP INDUKSI KALUS EMBRIOGENIK PADA KULTUR MERISTEM JAHE (*Zingiber officinale* Rosc.)

[The Effect of 2,4-D and BA of Embryogenic Callus Induction of Meristem Culture  
of Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.)]

*Rama Riana Sitinjak, Oti Rostiana, Karyono, dan Tiin Supriatun* .....115

#### PENYIMPANAN DAN REGENERASI TANAMAN PULAI {*Alstonia scholaris* (L.) R.Br.} MELALUI KULTUR *IN VITRO*

[Preservation and Regeneration of Pulai {*Alstonia scholaris* (L.) R.Br.} Through *In Vitro* Culture] 121

*Ragapadmi Purnamaningsih, flea Mariska dan SriHutami*.....

#### KERUSAKAN MORFOLOGI TUMBUHAN KOLEKSI KEBUN RAYA PURWODADI OLEH BENALU (LORANTHACEAE DAN VISCACEAE)

[Morphological Damage of Plants Collections in Purwodadi Botanic Gardens  
by Mistletoe {Loranthaceae and Viscaceae}]

*Sunaryo, Erlin Rachman dan Tahan Uji*.....129

### TINJAUAN ULANG:

#### DIVERSITAS JALUR BIOSINTESIS SENYAWA TERPENA PADA MAKHLUK HIDUP SEBAGAI TARGET OBAT ANTIINFEKTIF

[Diversity of the Terpene Biosynthetic Pathways in Living Organisms  
as Antiinfective Drug Targets]

*Andria Augusta*.....141



## PENGARUH 2,4-D DAN BA TERHADAP INDUKSI KALUS EMBRIOGENIK PADA KULTUR MERISTEM JAHE (*Zingiber officinale* Rose.)

[The Effect of 2,4-D and BA to Embryogenic Callus Induction of Meristem Culture in Ginger (*Zingiber officinale* Rose.)]

Rama Riana Sitinjak<sup>1,3</sup>, Oti Rostiana<sup>2</sup>, Karyono<sup>3</sup> dan Titin Supriatun<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Prima Indonesia, Medan

<sup>2</sup>Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), Bogor

<sup>3</sup>Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and N<sup>6</sup>-benzyladenin (BA) to embryogenic callus induction of meristem culture in ginger (*Zingiber officinale* Rose). Completely Randomized Design was applied using factorial pattern, replicated 3 times. Two factors were assigned i.e: 2,4-D (1.0, 2.0 and 3.0 mg/L) and BA (0.0, 1.0, 3.0 and 5.0 mg/L). Result showed that 2,4-D and BA significantly affected the embryogenic callus induction. The highest embryogenic callus (93.33%) was achieved on MS (Murashige & Skoog) containing combination of 1.0 mg/L 2,4-D and 3.0 mg/L BA, after 8 weeks incubation. Histological evaluation informed that the incubation of embryogenic calli started from cortex cells adjacent the meristem vascular tissues.

**Kata kunci:** jahe gajah/*Zingiber officinale* Rose, kultur meristem, kalus embriogenik, asam 2,4-diklorofenoksiasetat (2,4-D), N<sup>6</sup>-bensiladenin/ N<sup>6</sup>-benzyladenin (BA).

### PENDAHULUAN

Jahe (*Zingiber officinale* Rose.) adalah herba tahunan yang tergolong famili Zingiberaceae dan berasal dari sekitar Asia tropik serta tersebar dari India bagian selatan sampai ke Cina. Tanaman ini merupakan tumbuhan tropik yang memiliki nilai ekonomi yang sangat penting antara lain sebagai bahan penyedap masakan, obat tradisional, kosmetik, makanan dan minuman.

Di Indonesia dikenal 3 tipe jahe yaitu jahe putih besar atau jahe gajah, jahe putih kecil atau jahe emprit dan jahe merah atau jahe sunti. Jahe putih besar ini memiliki ukuran rimpang yang lebih besar, berserat halus dan sedikit, serta aroma maupun rasanya kurang tajam daripada klon-klon lainnya. Jahe putih besar lebih banyak dibudidayakan, karena usaha tani jahe ini memberikan beberapa keuntungan, antara lain produksi per hektar lebih tinggi dibandingkan klon lainnya, harga rimpang per kilogram lebih mahal, peluang pasar terbuka lebar baik di dalam maupun di luar negeri sehingga pendapatan yang diterima jauh lebih tinggi. Lebih dari 90% dari total volume jahe yang diekspor sebagai bahan rempah-rempah atau bahan makanan dan minuman adalah jahe putih besar. Permintaan pasar dunia maupun domestik atas jahe cenderung terus

meningkat, dengan rata-rata peningkatan 15% per tahun. Untuk memenuhi permintaan luar negeri, jahe diekspor dalam bentuk jahe segar, simplisiajahe, asinan dan minyak atsiri. Negara konsumen utama jahe pada saat ini adalah Jepang, Hongkong, Thailand, Singapura, Malaysia, Brunai, Pakistan, Bangladesh, Saudi Arabia, Uni Emirat Arab, Inggris, Bulgaria (SPI, 2004). Pasokan jahe di pasaran dunia saat ini dikuasai oleh India (50% dari kebutuhan dunia), sedangkan Indonesia baru mampu mengekspor sebesar 34.564 ton dengan nilai US \$ 18.039.000 pada tahun 1997, meningkat menjadi 43.192 ton dengan nilai US \$ 14.120.000 pada tahun 2000. Hal ini menunjukkan adanya kenaikan volume ekspor pada tahun 2000 dibanding tahun 1997, tetapi harganya merosot (BPS, 2003). Kemerosotan harga jual jahe Indonesia di pasaran dunia disebabkan oleh turunnya mutu produk karena terinfeksi penyakit; selain itu karena mutu rimpang yang rendah akibat budidaya yang kurang optimal, sehingga tidak ada jaminan kontinuitas bahan baku yang standar.

Sekarang ini ada beberapa kendala dalam pengembangan jahe tersebut, yaitu keterbatasan dalam pengadaan bibit tanaman bermutu dan serangan penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*).



Pengadaan bibit jahe umumnya dilakukan dengan menggunakan potongan rimpang. Perbanyak jahe dengan cara ini memerlukan bibit yang sangat banyak, antara 2-3 ton/ha untuk jahe yang dipanen tua atau sekitar 5-6 ton/ha untuk yang dipanen muda (Januwati dan Rosita, 1997). Demikian juga serangan penyakit layu bakteri pada suatu areal pertanaman dapat menggagalkan panen, karena tingkat serangannya bisa mencapai 90% (Asman dan Hadad, 1989). Metode pengendalian penyakit layu bakteri pada tanaman jahe belum tersedia, meskipun sumber gen ketahanan terhadap penyakit ini tersedia. Perbaikan kultivar jahe untuk ketahanan terhadap penyakit layu bakteri melalui persilangan konvensional tidak dapat dilakukan, karena rendahnya fertilitas tepung sari (< 40%) serta adanya sifat inkompatibilitas antar- dan interspesies. Salah satu upaya untuk mengeliminasi serangan penyakit tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan sumber bibit bebas penyakit. Bibit bebas penyakit dalam jumlah banyak dapat diperoleh dari hasil perbanyak melalui teknik kultur jaringan.

Menurut Kreuger *et al.* (1995) kultur jaringan memiliki potensi yang besar sebagai suatu cara propagasi vegetatif bagi tumbuhan. Regenerasi tumbuhan dengan menggunakan teknik kultur jaringan dapat dilakukan melalui embriogenesis somatik secara tidak langsung. Embriogenesis somatik merupakan proses pembentukan embrio dari sel somatik melalui proses perkembangan non-seksual (Stasolla *et al.*, 2002). Perbanyak tanaman dengan teknik kultur jaringan melalui embriogenesis somatik dapat berhasil apabila diperoleh persentase kalus remah (kalus embriogenik) yang cukup tinggi dari eksplan yang dikulturkan ke dalam medium tertentu.

Jaringan meristem merupakan eksplan yang lebih responsif untuk induksi kalus embriogenik melalui jalur embriogenesis somatik. Meskipun telah ada yang berhasil menginduksi kalus embriogenik untuk regenerasi embrio somatik pada jahe, yaitu dengan menggunakan eksplan daun yang dikulturkan dalam medium MS + 2,4-D dan dikamba (Kackar *et al.*, 1993), dan beberapa penelitian dari spesies lain dengan menggunakan eksplan tunas yang dikulturkan ke dalam medium MS + 2,4-D + BA, seperti *Kaempferia galanga* (Vincent *et al.*, 1992), *Bouteloua gracillis* (H.B.K) Lag.

Ex Steud (Aguado-Santacruz *et al.*, 2001), dan *Ensete superbum* (Roxb.) pada medium MS + 2,4-D + BA + glutamin (Mathew and Philip, 2003). Namun, hal itu tidak cukup digunakan untuk menentukan keberhasilan induksi kalus embriogenik yang akan dibutuhkan dalam meningkatkan potensi regenerasi embrio somatik pada kultur meristem jahe. Apakah kombinasi konsentrasi 2,4-D dengan BA mempengaruhi induksi kalus embriogenik pada kultur meristem jahe (*Zingiber officinale* Rose.) ?

Kemampuan regenerasi jahe melalui embriogenesis somatik perlu ditingkatkan agar perbaikan sifat jahe dengan teknik rekayasa genetika dapat dilakukan. Oleh karena itu perlu dipelajari jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang lebih efisien untuk induksi kalus embriogenik yang merupakan tahap permulaan untuk keberhasilan regenerasi jahe melalui embriogenesis somatik. Di antara zat pengatur tumbuh yang dikenal, auksin kuat seperti 2,4-D, dicamba dan picloram serta asam amino seperti kasein hidrolisat, L-glutamin, L-prolin, dikenal sebagai komponen media tumbuh yang mampu menginduksi kalus embriogenik pada berbagai jenis tanaman (Ogita *et al.*, 2001). Menurut Jimnez and Bangerth (2001) selain auksin, sitokinin juga berfungsi untuk menstimulasi pembelahan pada massa pro-embriogenik sel. Keduanya dibutuhkan untuk inisiasi kalus embriogenik. Penambahan auksin-sitokinin ke dalam medium tumbuh adalah untuk mengatur pembelahan, pemanjangan, diferensiasi sel, dan pembentukan organ. Dengan mengetahui pengaruh auksin dan sitokinin dalam menginduksi kalus embriogenik pada kultur meristem jahe, akan membantu meningkatkan potensi regenerasi embrio somatik jahe dan proses perbaikan varietas, baik dengan rekayasa genetik maupun seleksi *in vitro*.

## BAHAN DAN METODE

Bahan utama yang digunakan adalah media MS (Murashige & Skoog, 1962), aquades steril, asam 2,4-diklorofenoksiasetat (2,4-D), benziladenin (BA), L-glutamin, sukrosa, HgCl<sub>2</sub>, agar, etanol 70%. Alat utama yang digunakan adalah *laminair air flow cabinet*, autoklaf, timbangan, botol kultur, pinset dan skalpel, lampu spiritus dan handsprayer, mikroskop, pH meter. Eksplan yang digunakan adalah meristem (*inner shoot*

*bud*) jahe putih besar atau jahe gajah varitas Cimanggu-I, dari tunas aksiler yang berumur 3 minggu.

Tunas rimpang direndam dalam larutan agrimicin dan dithane 2 g/L selama 30 menit, setelah itu dibilas dengan air steril. Kemudian direndam dalam alkohol 70% selama 5 menit, larutan HgCl<sub>2</sub> 0,2% selama 5 menit, selanjutnya ke dalam larutan clorox 20% selama 8 menit. Masing-masing setelah perendaman pada larutan tersebut, tunas dibilas dengan air steril. Selanjutnya meristem diisolasi di bawah mikroskop secara aseptik, dengan ukuran antara 0,2-0,5 mm. Meristem dikulturkan ke dalam medium MS yang mengandung 2% sukrosa, 100 mg/L glutamin, dan 2,4-D dengan konsentrasi 1-3 mg/L serta BA dengan konsentrasi 0-5 mg/L. Semua perlakuan diinkubasi dalam ruang kultur yang suhunya 25 ± 1 °C dan dalam keadaan gelap (modifikasi Sharma dan Singh, 1997).

Analisis histologi terhadap sumber kalus embriogenik, dilakukan dengan mengambil sampel dari dalam medium MS. Spesimen tersebut difiksasi dalam larutan formalin, asam asetat glasial, dan etil alkohol 50% (FAA). Dehidrasi dilakukan dalam seri etil alkohol-xylen, kemudian diinfiltirasi dalam xylen dan solid-paraffin. Setelah diinkubasi selama seminggu, lalu dipotong dengan mikrotom putar dan diwarnai dengan larutan toluidine blue (Modifikasi Young and Peterson, 1972).

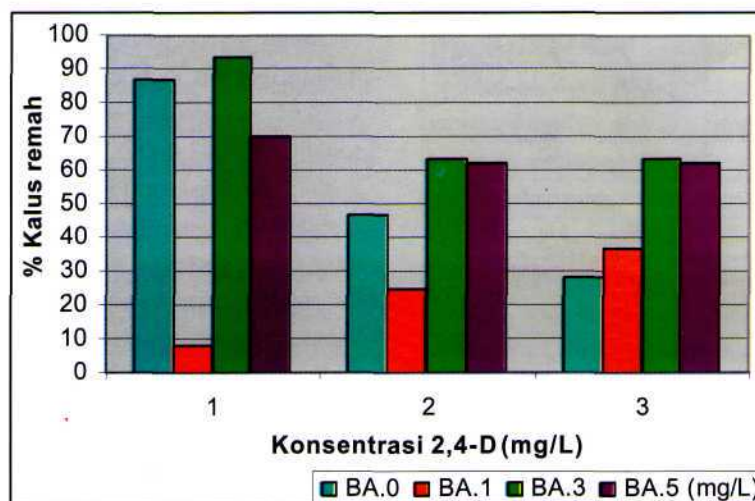
Rancangan percobaan yang digunakan adalah

rancangan acak lengkap yang terdiri dari 12 perlakuan dengan 3 ulangan. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan uji analisis varians (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95%, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%.

## HASIL

Induksi kalus embriogenik (secara visual terlihat berstruktur kalus remah yang mudah pecah dan berwarna putih bening atau keabu-abuan) dapat terjadi pada setiap perlakuan 2,4-D dan BA. Zat pengatur tumbuh ini dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas kalus embriogenik pada kultur meristem jahe. Persentase kalus embriogenik sebesar 86,67 % (dengan kuantitas kalus rata-rata 21 kali lipat dari ukuran eksplan) dapat diperoleh pada medium MS dengan penambahan 1 mg/L 2,4-D. Namun apabila konsentrasi 2,4-D semakin tinggi (2-3 mg/L), struktur kalus cenderung semakin kompak, kuantitas menurun, dan warna berubah menjadi kecoklatan dan mengalami nekrosis.

Penambahan BA (1 mg/L) ke dalam medium MS yang mengandung 2,4-D tidak mampu meningkatkan induksi kalus embriogenik, bahkan kualitas kalus semakin kompak dan sedikit. Tetapi dengan meningkatkan konsentrasi BA (3-5 mg/L), induksi kalus embriogenik dapat ditingkatkan, seperti yang terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Persentase kalus remah dari kultur meristem jahe pada medium MS yang ditambahkan dengan 2,4-D dan BA, 8 minggu setelah kultur

Tabel 1 menunjukkan bahwa persentase kalus embriogenik tertinggi sebesar 93,33% per eksplan (dengan kuantitas kalus sekitar 23,33 kali lipat dari ukuran eksplan) diperoleh pada kombinasi konsentrasi optimum 1 mg/L 2,4-D dengan 3 mg/L BA (kalus remah seperti pada Foto 1). Uji statistik menunjukkan bahwa rasio yang spesifik antara 2,4-D dengan BA dalam medium berpengaruh nyata terhadap induksi kalus embriogenik pada kultur meristem jahe, pada taraf nyata 0,05.

Uji histologi menunjukkan adanya daerah sel-sel meristematik pada kultur kalus (seperti yang terlihat pada Foto 2) yang dikultur pada medium MS yang diberikan BA dan 2,4-D. Daerah-daerah ini terdiri dari sel-sel kecil dan nukleus yang jelas terlihat terwarnai dengan toluidine blue, yang berbeda dari sel-sel tetangganya.

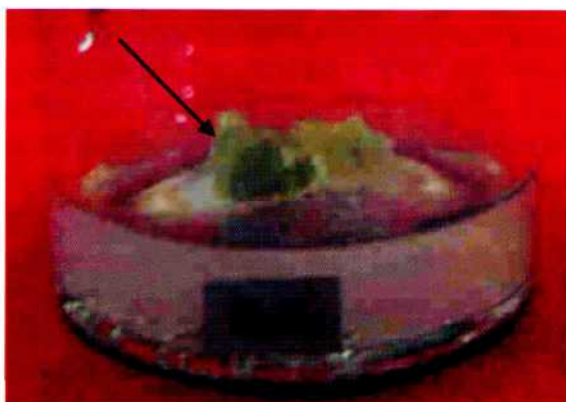
**PEMBAHASAN**

Inisiasi pembelahan sel dan produksi kalus membutuhkan sitokinin dan auksin pada konsentrasi yang optimum. Hasil menunjukkan bahwa untuk menginduksi kalus embriogenik juga dibutuhkan auksin dan sitokinin, di mana persentase kalus yang terinduksi

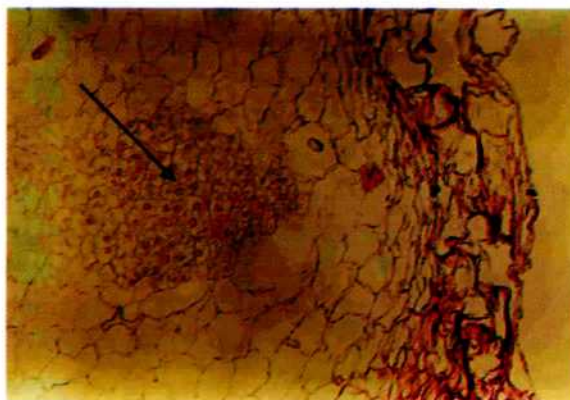
**Tabel 1.** Persentase kalus remah dari kultur meristem jahe pada medium MS yang ditambahkan dengan 2,4-D dan BA, 8 minggu setelah kultur.

Perlakuan (mg/L)	Rataan Kalus Remah (%)
1,0 2,4-D	86,67 ab
1,0 2,4-D + 1,0 BA	8,33 g
1,0 2,4-D + 3,0 BA	93,33 a
1,0 2,4-D + 5,0 BA	70,00 be
2,0 2,4-D	46,67 de
2,0 2,4-D + 1,0 BA	25,00 fg
2,0 2,4-D+ 3,0 BA	63,33 cd
2,0 2,4-D+ 5,0 BA	61,67 cd
3,0 2,4-D	28,33 f
3,0 2,4-D + 1,0 BA	36,67 ef
3,0 2,4-D+ 3,0 BA	63,33 cd
3,0 2,4-D+ 5,0 BA	61,67 cd

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.



**Foto 1.** Struktur kalus remah (tanda panah) pada umur kultur 56 hari (skala 1:1,5)



**Foto 2.** Penampang melintang meristem jahe 20 hari setelah induksi kalus (pembesaran 10 x 20). Tanda panah menunjukkan daerah sel-sel embriogenik yang mulai muncul pada jaringan korteks

bergantung pada jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh tersebut. Pada kultur meristem jahe, kombinasi konsentrasi terbaik menginduksi kalus embriogenik adalah 1 mg/L 2,4-D + 3 mg/L BA, 8 minggu setelah kultur. Pada perlakuan 1 mg/L 2,4-D + 3 mg/L BA secara visual lebih menunjukkan kalus remah, hal ini didukung dengan pengamatan histologi yang menunjukkan terbentuknya daerah-daerah meristematik pada jaringan kalus yang terinduksi pada perlakuan tersebut. Sedangkan pemberian 2,4-D dengan konsentrasi yang lebih tinggi (3 mg/L) justru menurunkan kualitas kalus bahkan menyebabkan nekrosis (kerusakan atau kematian sel). Penambahan BA (1 mg/L) ke dalam medium MS yang mengandung 2,4-D tidak mampu meningkatkan induksi kalus embriogenik, bahkan

kualitas kalus semakin kompak dan sedikit. Tetapi dengan meningkatkan konsentrasi BA (3-5 mg/L), induksi kalus embriogenik dapat ditingkatkan. Dengan demikian, hipotesis yang menyatakan ada kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh 2,4-D dan BA yang mempengaruhi induksi kalus embriogenik pada kultur meristem jahe dapat diterima.

Pada penelitian ini (kultur meristem jahe), konsentrasi 2,4-D yang lebih rendah (1 mg/L) dari BA (3 mg/L) ternyata efektif meningkatkan induksi kalus embriogenik. Sedangkan pemberian BA dengan konsentrasi rendah (1 mg/L) dari 2,4-D tidak mampu menginduksi kalus embriogenik. Hal ini menunjukkan bahwa untuk induksi kalus embriogenik pada kultur meristem jahe dibutuhkan kombinasi konsentrasi optimum 2,4-D dan BA, yang mampu meningkatkan sensitivitas sel dari jaringan eksplan untuk mengaktifkan kembali siklus sel dan inisiasi pembentukan embrio atau kombinasi konsentrasi hormon yang mampu mengaktifkan gen-gen spesifik untuk induksi kalus embriogenik. Reseptor mengikat hormon secara spesifik, dan respon sel yang berbeda terhadap hormon mungkin ditentukan oleh keberadaan molekul transduksi sinyal sel yang spesifik. Oleh karena itu, pada kultur meristem jahe dibutuhkan konsentrasi kombinasi 2,4-D dan BA yang optimum, yang mampu meningkatkan sensitivitas sel untuk mengaktifkan kembali siklus sel dan inisiasi pembentukan embrio atau mengaktifkan gen-gen yang spesifik untuk induksi kalus embriogenik. Chugh dan Khurana (2002) juga berpendapat bahwa selama induksi embriogenik, ada ekspresi gen yang berubah dalam mensintesis mRNAs baru dan protein. Informasi genetik ini menimbulkan perubahan seluler dan respons fisiologi yang berhubungan dengan perubahan program perkembangan pada sel-sel somatik. Menurut Chaudhury dan Qu (2000) auksin yang digunakan bersama-sama dengan sitokinin dapat menstimulasi embriogenesis, namun untuk menginduksi embriogenesis somatik, diperlukan ratio tertentu dari auksin dan sitokinin tersebut. Kombinasi konsentrasi optimum 2,4-D dan BA yang diberikan pada kultur meristem ini, selain merupakan penginduksi kalus embriogenik (yang dibutuhkan pada embriogenesis somatik) yang sangat efektif dan efisien dalam memacu

aktivitas morfogenesis, juga dapat memperbaiki kecepatan pembentukan sel dan massa sel embriogenik. Zat pengatur tumbuh 2,4-D merupakan auksin kuat yang berinteraksi dengan hormon endogen pada jaringan kultur meristem. Sedangkan penambahan BA diduga untuk meningkatkan pembelahan sel yang diinduksi oleh 2,4-D. Dalam hal ini 2,4-D diduga berperan dalam menginduksi kalus, sementara sitokinin menstimulasi struktur kalus remah.

Umumnya spesies tanaman membutuhkan konsentrasi auksin yang tinggi (biasanya 2,4-D) untuk induksi embriogenesis somatik, sedangkan sitokinin tidak dibutuhkan. Tetapi pada spesies tertentu dari tanaman monokotil dibutuhkan sitokinin (Laublin *et al.*, 1991). Pada umumnya pemberian auksin ke dalam medium padat tanpa sitokinin dapat menginduksi kalus embriogenik, tetapi dengan ditambahkan sitokinin akan meningkatkan proliferasi kalus embriogenik. Contohnya pada kultur bunga muda *Cynodon dactylon* (L.) Pers., dalam medium MS yang mengandung 1-3 mg/L 2,4-D menghasilkan kalus non-embriogenik. Kualitas dan kemampuan regenerasi kultur kalus embriogenik dapat ditingkatkan dengan penambahan 0,01 mg/L BA (Chaudhury dan Qu, 2000). Demikian juga pada kultur tunas *Kaempferia galanga* L., pemberian 1 mg/L 2,4-D + 0,5 mg/L B A ke dalam medium MS efektif menginduksi kalus embriogenik (Vincent *et al.*, 1992).

Pada penelitian ini efektivitas kombinasi konsentrasi 2,4-D dengan BA (1 mg/L dengan 3 mg/L) untuk menginduksi kalus embriogenik diduga selain 2,4-D merupakan auksin kuat, juga adanya kerjasama dengan hormon endogen pada jaringan meristem. Efektivitas zat pengatur tumbuh eksogen bergantung pada konsentrasi hormon endogen (Bhaskaran and Smith, 1990). Berdasarkan pengamatan, hampir semua eksplan dapat membentuk kalus pada media yang mengandung 2,4-D+BA dan diduga dapat mempengaruhi tingkat kecepatan induksi embrio somatik pada tahap perkembangan selanjutnya. Respon yang berbeda dari eksplan yang digunakan, kemungkinan disebabkan oleh umur fisiologi yang berbeda. Menurut Aftab and Iqbal (1999) potensi sel memasuki embriogenesis berhubungan dengan umur eksplan yang digunakan. Sensitivitas sel untuk induksi embriogenesis somatik lebih tinggi pada sel/jaringan eksplan yang lebih muda (Canhoto *et al.*, 1999).

## KESIMPULAN

Kombinasi konsentrasi 2,4-D dan BA berpengaruh nyata terhadap induksi kalus embriogenik pada kultur meristem jahe (*Zingiber officinale* Rose). Kombinasi konsentrasi terbaik yang mampu meningkatkan induksi kalus embriogenik hingga mencapai 93,33% per eksplan, 8 minggu setelah kultur, adalah 1 mg/L 2,4-D dengan 3 mg/L BA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aftab F and Iqbal J.** 1999. Plant Regeneration from Protoplasts Derived from Cell Suspension of Adventive Somatic Embryos in Sugarcane (*Saccharum spp. hybrid* cv. Col-54 and cv.CP-43/33). *Plant cell, Tissue and Organ Cult.* 56,155-162.
- Aguado-Santacruz GA, Cabrera-Ponce JL, Olalde-Portugal V, Sanchez-Gonzalez MAR, Marquez-Guzman J and Herrera-Estrella L.** 2001. Tissue Culture and Plant Regeneration of Blue Grama Grass, *Bouteloua Gracilis* (H.B.K) Lag. Ex Steud. *In vitro CellDev. Bio. Plant* 37,182-189.
- Asman A dan Hadad E A.** 1989. Pemberian Agrimisin, Abu Sekam Ekstrak Bawang Merah dan Bawang Putih pada Tanah Terkontaminasi *P. Solanacearum* untuk Pertanaman Jahe. *Bui. Littro* 4 (2), 64-69.
- Bhaskaran S and Smith RH.** 1990. Regeneration in Cereal Tissue Culture. *A Review. Crop Sci.* 30,1328-1336.
- Biro Pusat Statistik.** 2003. *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia.* Biro Pusat Statistik, Jakarta, him 14.
- Canhoto JH, Lopes ML and Cruz GS.** 1999. Somatic Embryogenesis and Planlet Regeneration in Myrtle (Myrtaceae). *Plant Cell, Tissue and Organ Cult.* 57, 13-21.
- Chaudhury A and Qu R.** 2000. Somatic Embryogenesis and Plant Regeneration of Turf-Type Bermudagrass: Effect of 6-Benzyladenine in Callus Induction Medium. *Plant Cell, Tissue and. Organ Cult.* 60, 113-120.
- Chugh A and Khurana P.** 2002. Gene Expression During Somatic Embryogenesis Recent Advances. *Curr. Sci.* 83(6), 715-730.
- Januwat M dan Rosita SMD.** 1997. Perbanyak Benih Jahe. Dalam: *MonografJahe no. 3.* N Ajijah et al. (ed.). Balitro: Bogor. him. 40-50.
- Jimnez VM and Bangerth F.** 2001. Endogenous Hormone Concentrations and Embryogenic Callus Development in Wheat. *Plant Cell, Tissue and Organ Cult.* 67,37-46.
- Kackar A, Baht SR, Chandel KPS and Malik SK.** 1993. Plant Regeneration via Somatic Embryogenesis in Ginger. *Plant Cell. Tissue and Organ Cult.* 32,289-292.
- Kreuger M, Postma E, Brouwer Y and Hoist G** 1995. Somatic Embryogenesis of *Cyclamen persicum* in Liquid Medium. *Physiol. Plant.* 94,605-612.
- Laublin G, Saini HS and Cappadocia M.** 1991. *In Vitro* Plant regeneration via Somatic Embryogenesis from Root Culture of Some Rhizomatous Irises. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 27, 15-21.
- Mathew MM and Philip VJ.** 2003. Somatic Embryogenesis Versus Zygotic Embryogenesis in *Ensete superbum*. *Plant Cell, Tissue and Organ Cult.* 72,267-275.
- Murashige T and Skoog F.** 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco. *Tissue Cultures. Physiol. Plant.* 15,473-497.
- Ogita S, Sasamoto H, Yeung EC and Thorpe TA.** 2001. The Effects of Glutamine on The Maintenance of Embryogenic Cultures of *Cryptomeriajaponica*. *In vitro Cell Dev. Plant* 37,268-273.
- Sharma TR and Singh BM.** 1997. High-frequency In Vitro Multiplication of Disease-free *Zingiber officinale* Rose. *Plant Cell Reports* 17,68-72.
- Stasolla C, Kong L, Yeung EC and Thorpe TA.** 2002. Maturation of Somatic Embryos in Conifers: Morphogenesis, Physiology, Biochemistry, and Moleculer Biology. *In vitro Cell Dev. Biol. Plant.* 38,93-105.
- Statistik Perkebunan Indonesia.** 2004. *Jahe 2001-2003.* Departemen Pertanian. Dirjend. Bina Produksi Perkebunan. Jakarta, him. 35.
- Vincent KA, Hariharan M and Mathew KM.** 1992. Embryogenesis and Plantlet Formation in Tissue Culture of *Kaempferia galanga L.* Medicinal Plant. *Phytomorphology* 42 (3 & 4), 253-256.
- Young EC and Peterson RL.** 1972. Studies on The Rosette Plant *Hieracium floribundum*. I. Observations Related to Flowering and Axillary Bud Development. *Canadian Journal of Botany* 50,73-78.