**PEMBUNGAAN *Eucalyptus occidentalis* PADA PERPANJANGAN MASA
PENYINARAN DAN PACLOBUTRAZOL**

Effect of extended light dan paclobutrazol to Eucalyptus occidentalis flowering

Rina Laksmi Hendrati

Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta

Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta 55582

Telp. (0274) 895954, 896080, Fax. (0274) 896080

ABSTRACT

Flowering stimulation were investigated to accelerate deployment of E. occidentalis. It was found that extended daylength (16-h) in juvenile plants stimulate flowers of very limited individuals/family with less number of buds than normal inflorescences. Extended daylength (16-h) promote flowering of most families from 2 year-old E. occidentalis plants. In combination with paclobutrazol (1 mg. a.i/mm), number of buds were doubled. Under 16-h daylength, juvenil plants were taller up to 25 weeks than under natural light but shorter for family 96-LM that produced more flowers than others. There were no height differences between 16-h daylength and in combination with paclobutrazol in 2-year old plants.

Key Words : *Extended light, paclobutrazol, Eucalyptus occidentalis, flowering*

ABSTRAK

Pengamatan stimulasi pembungaan dilakukan untuk menunjang penyebaran *E. occidentalis*. Perpanjangan masa penyinaran 16-jam dapat menstimulir pembungaan pada sejumlah terbatas individu juvenil dari famili yang tertentu dengan jumlah kuntum yang lebih rendah dari rangkaian bunga yang normal. Perlakuan perpanjangan masa penyinaran tersebut mempromosi pembungaan pada sebagian besar tanaman *E. occidentalis* umur 23 bulan. Jika dikombinasikan dengan paclobutrazol (1 mg. a.i/mm), kombinasi perlakuan meningkatkan jumlah kuntum bunga rata-rata dua kali lipat. Dibandingkan dengan sinar matahari alami, tanaman juvenil lebih tinggi dengan 16-jam penyinaran sampai umur 28 minggu, namun tanaman menjadi lebih pendek pada famili 96-LM yang memproduksi bunga lebih banyak dibandingkan famili lain. Tidak terdapat perbedaan tinggi tanaman antara perlakuan 16-jam masa penyinaran dengan tanaman yang diperlakukan dengan kombinasi 16-jam masa penyinaran dan paclobutrazol pada umur tanaman 23 bulan.

Kata Kunci : *Perpanjangan penyinaran, paclobutrazol, Eucalyptus occidentalis, pembungaan*

I. PENDAHULUAN

Pemuliaan tanaman hutan menghendaki proses seleksi dari sumber genetik yang luas, pengujian terhadap sifat yang diinginkan, analisis, seleksi tetua dan perkawinan, dan propagasi untuk perbanyakannya (Talbert, 1992; Eldridge *et al.*, 1994). Pada tanaman kehutanan kegiatan pemuliaan sering tertunda dan hal ini antara lain disebabkan karena panjangnya generasi, ukuran tanaman dan variasi dari lokasi (Libby, 1992). Ketika genotip superior telah diperoleh, optimasi penyebaran dan propagasinya sangat diharapkan dalam rangka memperoleh keuntungan untuk mengembalikan besarnya investasi yang telah ditanamkan dalam program pemuliaan hutan, oleh karenanya metode untuk penyebaran material yang telah dimuliakan sangat dibutuhkan untuk dikembangkan.

Produksi benih unggul yang berhubungan dengan pembungaan perlu penanganan yang memadai (Sedgley dan Griffin, 1989). Kegiatan ini bertujuan untuk memaksimalkan panen karena biji dari genotip superior dari kebun benih akan menguntungkan jika bisa diproduksi lebih banyak dan lebih awal (Guries, 1990). Optimasi produksi bunga termasuk mempersingkat masa juvenil dan stimulasi pembungaan dengan menggunakan zat penghambat pertumbuhan, pupuk, perlakuan masa pencahayaan dan stres mekanis. Zat penghambat pertumbuhan, paclobutrazol {(2RS,3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol}, telah berhasil digunakan pada beberapa spesies *Eucalyptus* (Hetherington dan Jones, 1991; Hasan, 1993; Griffin *et al.*, 1993; Moncur *et al.*, 1994; Moncur, 1998; Williams *et al.*, 2003) namun belum pernah dilakukan di *E. occidentalis*. Paclobutrazol dapat

diterapkan dengan 2 perlakuan. Penerapan pada media tanah dilakukan dengan konsentrasi 0,02 g.a.i. per cm keliling batang pada *E. nitens* (Moncur dan Hasan, 1994; Williams *et al.*, 2003) dan dengan konsentrasi 0,44 - 2,2 gram g.a.i. per cm keliling batang pada *E. globulus* (Griffin *et al.*, 1993). Penerapan ini cocok bagi tanaman kecil dalam kontainer (Reid *et al.*, 1995). Injeksi paclobutrazol pada batang cocok bagi penerapan tanaman yang lebih besar (Hetherington *et al.*, 1991) dan cara ini berhasil dengan konsentrasi 0,025 - 0,05 (g.a.i.) pada *E. globulus* dan *E. nitens* umur 2 tahun (keliling 27 dan 33 cm, tinggi 5,1 dan 4,2 m secara berurutan) (Griffin *et al.*, 1993). Penerapan paclobutrazol sebelum kemasakan reproduktif bertujuan untuk menginduksi bunga pada tanaman muda seperti pada *E. globulus* yang dapat distimulir untuk berbunga pada umur 18 bulan saat tanaman masih mempunyai daun juvenil (Hasan *et al.*, 1992). Sementara penerapan setelah masa reproduktif bertujuan untuk menambah kelimpahan pembungaan untuk meningkatkan produksi biji. Pembungaan awal dan kelimpahan pembungaan dengan penerapan paclobutrazol diharapkan dapat meningkatkan produksi dan penyebaran benih pada *E. occidentalis*.

Pembungaan pada sebagian tanaman juga dapat dilakukan dengan perlakuan penerapan masa penyinaran baik dengan masa yang lebih singkat maupun lebih panjang dibandingkan dengan penyinaran matahari alami. Sebagian besar tanaman apel berumur 26 bulan dapat dirangsang untuk berbunga dengan perpanjangan masa penyinaran, sementara semai yang sama yang ditanam di lapangan baru dapat berbunga setelah 4 tahun (Aldwinckle, 1975). Per-

panjang masa penyinaran 16 jam juga terbukti dapat merangsang pembungaan awal pada *E. occidentalis* pada umur 3-6 bulan (Bolotin, 1975; Southerthon, 2007), namun demikian keberhasilannya belum teratur karena respon tidak terdapat pada semua individu, sumber benih, provenan atau famili. Pada habitat aslinya tanaman tersebut dapat berbunga pada umur 3-5 tahun (Blakely, 1955) dan telah ditemukan berbunga kurang dari 1 tahun di persemaian (Zohar 1975). Mengingat keberhasilan untuk merangsang pembungaan dengan paclobutrazol pada *Eucalyptus* dan dengan perpanjangan 16 jam penyinaran pada *E. occidentalis*, penggabungan perlakuan tersebut diterapkan dalam percobaan untuk merangsang pembungaan pada jenis *E. occidentalis*.

II. BAHAN DAN METODE

A. Percobaan 1. Panjang penyinaran

Sejumlah 96 semai berumur 5 minggu (penaburan 7 Feb 2006) dari 4 famili (4 provenan) ditanam dalam pot (15 cm diameter x 15 cm tinggi) dengan media *potting mix* (Produksi Baileys Fertilizers, Perth) dan disusun dibangku persemaian secara CRD menggunakan perlakuan dengan dan tanpa perpanjangan masa penyinaran (3 ulangan dan 4 semai per ulangan). Famili yang digunakan adalah: 86 (provenan B), 96 (LM), 138 (GP) dan 151 (RLS). Tanaman diletakkan di bawah sinar matahari (10 jam 20 menit - 12 jam 45 menit) atau di bawah panjang penyinaran 16 jam pada tanggal 14 Maret 2006. Lampu *incandescent* 75 watt yang digantungkan 1,5 m di atas persemaian dengan jarak antara 1 m digunakan untuk memperpanjang penyinaran. Penyinaran tambahan diatur dengan *timer* 2 jam

sebelum fajar (04.00 - 06.00) dan 2 jam setelah senja (18.00 - 20.00) sehingga memberikan 16 jam penyinaran. *Quantum meter* (Apogee Instrumentation, Utah USA) menunjukkan bahwa sinar buatan ini menambah cahaya 5 - 11 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ di atas permukaan tanah dan 50 - 100 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ dipucuk semai sebelum fajar dan sesudah senja. Sinar pada siang hari terukur 43 - 68 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ di permukaan tanah dan 143 - 242 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ di ujung semai.

B. Percobaan 2. Perlakuan Panjang Penyinaran dan Paclobutrazol

Penelitian dilakukan dengan menggunakan semai yang seragam berumur 15 bulan (penaburan 16 Desember 2004) dengan ukuran pot dan jenis media yang sama dengan percobaan 1. Sejumlah 144 semai dari 12 famili dan 7 provenan: 14 (provenan S), 30 (K), 86 (B), 94 dan 96 (LM), 108 dan 111 (YR), 136 dan 138 (GP), dan 149, 151 dan 153 (RLS) diatur secara CRD (3 ulangan 2 semai per ulangan) dan diletakkan di bawah 16 jam penyinaran pada 14 Maret 2006. Paclobutrazol diterapkan dengan injeksi pada umur 16 bulan (5 April 2006). Konsentrasi yang digunakan adalah 0 (kontrol) atau 1 mg. a.i./mm keliling batang dan disuntikkan pada 3 lubang (2 mm diameter dengan kedalaman 2 mm) pada arah kompas yang berbeda di sekitar batang 5, 10 dan 15 cm di atas tanah. Sejumlah individu (8 dari 144 semai) dari LM (famili 94 dan 96), YR (108 dan 111) dan RLS (149 dan 153) telah mulai berbunga pada umur 10 bulan (1-8 rangkaian) pada bulan Oktober 2005 sebelum perlakuan, namun 5 famili dari provenan GP, K, S dan belum pernah berbunga. Untuk keseragaman semua bunga dihilangkan. Satu blok tambahan dengan

12 semai dari semua famili digunakan sebagai kontrol dan diletakkan di bawah sinar matahari alami. Pada blok ini 3 individu telah mulai berbunga, namun dihilangkan untuk keseragaman.

C. Pengukuran dan analisis data

Pengukuran tinggi dan diameter dilakukan pada bulan April, Juni dan Oktober 2006. Rata-rata suhu bulanan minimum dan maksimum adalah 5,8° - 10,3°C (rata-rata harian minimum) dan 25,7° - 30°C (rata-rata harian maksimum) pada bulan April - Juni dengan panjang sinar matahari 10 - 11 jam dan suhu bulanan 6,5° - 10,3°C (rata-rata harian minimum) dan 17,7° - 24,1°C (rata-rata harian maksimum) pada bulan Juni-Oktober dengan 10 - 12,5 jam sinar matahari. Jumlah bunga (individu bunga dan rangkaian) diamati pada bulan April (sebelum aplikasi paclobutrazol atau 3 minggu setelah perlakuan cahaya), Agustus dan Oktober/November 2006 (musim bunga pertama setelah perlakuan). Tinggi tanaman diukur pada bulan April, Juni dan Oktober dan data dianalisis dengan analisis 2 arah dengan menggunakan Genstat 9,2 (VSN International, Oxford). Karena adanya perbedaan

tinggi pada famili, tinggi awal digunakan sebagai kovariat. Famili dan paclobutrazol atau penyinaran digunakan sebagai faktor, sementara data pembungaan dianalisis menggunakan ANOVA setelah dinilai dengan 0 (tak bunga) dan 1 (berbunga) untuk melihat signifikansinya dan dilanjutkan dengan ANOVA dari nilai sesungguhnya dan uji Turkey untuk melihat perbedaan rata-rata.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Percobaan 1. Dengan atau Tanpa Penyinaran Tambahan (tanaman 5 minggu)

Beberapa tanaman berbunga pada umur 9 bulan pada bulan Nopember setelah 8 bulan diperlakukan dengan penyinaran 16 jam (Gambar 1.), namun bunga tidak muncul pada tanaman kontrol di bawah cahaya matahari alami yang mempunyai panjang sinar matahari kurang dari 12 jam. Pembungaan hanya terdapat pada 2 famili 96 - LM (8 dari 24 semai dengan masing-masing 1-3 rangkaian bunga) dan famili 151 - RLS (1 dari 24 semai dengan 5 rangkaian bunga).

Gambar 1B

Gambar. 1A. Pembungaan pada tanaman *E. occidentalis* berumur 9 bulan yang muncul pada famili 96-LM dan 151-RLS dengan perlakuan 16-jam penyinaran. Pada perlakuan kontrol (sinar matahari alami) tanaman tidak memproduksi bunga. Gambar 1 B. Tanaman yang berbunga pada umur 9 bulan (foto diambil pada umur 11 bulan)

Rangkaian bunga memiliki 4 - 6 kuntum untuk famili 96 - LM dan 1-2 kuntum untuk famili 151 - RLS dengan rata-rata 3,8 kuntum per rangkaian.

Pembungaan dapat dipercepat pada tanaman *E. occidentalis* yang juvenil sehingga dapat mengurangi masa juvenil dan mempercepat produksi biji. Namun tidak semua individu dan famili dapat memproduksi bunga dengan perlakuan tersebut. Selain itu jumlah rata-rata kuntum bunga per rangkaian juga lebih rendah dari jumlah kuntum bunga normal (6 - 7 kuntum per rangkaian) (FAO, 1981; Gardner, 1987). Hasil percobaan ini sesuai dengan kemampuan beberapa tanaman *E. occidentalis* yang berumur kurang dari 9 bulan yang dapat distimulasi untuk berbunga dengan perlakuan 16 jam penyinaran (Bolotin, 1975; Southerton, 2007). Pemanjangan sinar tersebut juga mampu menstimulir pembungaan pada tanaman tahunan (Kanellos dan Pearson 2000).

Seluruh famili di bawah sinar matahari alami lebih rendah (5 cm) dibandingkan dengan 12,6 cm ($p = 0,01$) di bawah 16 jam penyinaran setelah 3 minggu (Gambar 2A dan 2B). Pada umur 11 bulan, tanaman tetap lebih rendah di bawah sinar alami (36,9 cm) dibandingkan dengan perlakuan 16 jam sinar (46,0 cm, $p = 0,01$). Namun setelah 25 minggu, tanaman mempunyai tinggi yang sama (72,6 vs 72,4 cm).

Tinggi tanaman per famili tidak sama dengan pertumbuhan 50% - 150% lebih tinggi di bawah perlakuan 16 jam dibandingkan dengan penyinaran alami selama 3 minggu pertama ($p = 0,01$). Famili 96-LM yang memproduksi bunga terbanyak, mempunyai tinggi yang sama di bawah kedua perlakuan penyinaran setelah 11 minggu. Sementara famili yang tidak (86-BR dan 138-

GP) atau hanya sedikit sekali berbunga (151-RLS) tumbuh lebih tinggi di bawah 16 jam sinar ($p = 0,01$). Pada 28 minggu penyinaran tambahan, famili terbanyak berbunga 96-LM menjadi lebih rendah di bawah 16 jam sinar dibandingkan dengan penyinaran alami ($p = 0,01$), sedangkan 3 famili yang lain mempunyai ketinggian yang sama (138-GP dan 151-RLS) atau lebih tinggi (86-B). Famili 151-RLS merupakan famili tertinggi diantara semua famili.

Gambar 2A

Gambar 2B

Antar famili: 3 minggu (April) ***, 11 minggu (Juni)***, 28 minggu (Oktober)***
Isd 3 minggu = 2.9, Isd 11 minggu = 7.3, Isd 28 minggu = 7
Interaksi (waktu x famili): *** (3 minggu), ns (11 minggu), ns (28 minggu)

Gambar 2A. Tinggi tanaman dari famili-famili *E. occidentalis* di bawah sinar matahari alami (umur-(bulan pengamatan)) dan Gambar 2B. Tinggi tanaman di bawah 16 jam penyinaran (lama penyinaran-(bulan pengamatan))

B. Percobaan 2. Perlakuan pemanjangan penyinaran tanpa/dengan paclobutrazol (tanaman 16 bulan)

Seluruh famili yang diperlakukan dengan perpanjangan masa penyinaran memproduksi bunga pada bulan November 2006 saat tanaman berumur 23 bulan. Lima famili (94 dan 96-LM, 86-B, 108-Y dan 111-Y) menunjukkan kuntum bunga yang lebih banyak dibandingkan famili-famili lain. Penambahan perlakuan paclobutrazol tidak meningkatkan jumlah individu yang

berbunga jika dibandingkan dengan perlakuan panjang penyinaran 16 jam saja. Namun perlakuan zat pengatur tumbuh tersebut meningkatkan jumlah kuntum bunga pada sebagian besar famili. Hanya sedikit tanaman yang berbunga dari famili-famili yang berasal dari provenan K dan GP, sementara 9 famili yang lain menunjukkan peningkatan jumlah kuntum 1,2 - 22 kali dengan adanya perlakuan paclobutrazol (Gambar 3). Untuk rata-rata seluruh famili, perpanjangan cahaya memproduksi 6 kuntum bunga per tanaman sementara dengan perlakuan cahaya dan paclobutrazol tanaman rata-rata memproduksi 12 kuntum bunga per tanaman.

Seluruh famili pada tanaman yang masak reproduksi, menunjukkan tinggi tanaman yang sama antara perlakuan 16 jam cahaya dan 16 jam + paclobutrazol. Namun tanaman di bawah 16 jam cahaya lebih 20% lebih tinggi dibandingkan dengan di bawah sinar matahari alami pada umur 23 bulan. Pada tanaman berkayu, lingkungan pertumbuhan yang optimum meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan mencapai kematangan lebih cepat (Aldwinckle, 1975; Snowball *et al.*, 1994).

Eucalyptus occidentalis kemungkinan merespon seperti *Eucalyptus* lain, dan pencapaian ukuran tertentu atau kemasakan dibutuhkan sebelum rangkaian bunga dapat muncul pada meristem lateral (Drinnan dan Ladiges, 1991). Pada tanaman citrus, manakala kemasakan reproduksi telah dicapai, paclobutrazol memperpendek internodia dan menstimulasi pembungaan (Snowball *et al.*, 1994). Demikian juga pada *E. occidentalis*, ketika paclobutrazol diterapkan 1 bulan setelah perpanjangan 16 jam masa penyinaran, perlakuan tersebut mengurangi perpanjangan meninggi dan mempromosi pembungaan. Selain tumbuhan terhambat karena perlakuan paclobutrazol, pertumbuhan pucuk, daun, akar dan aktifitas kambium umumnya tertekan selama masa reproduksi pada tanaman *Eucalyptus* (Sedgley dan Griffin, 1989).

Paclobutrazol umumnya digunakan untuk menghambat pertumbuhan vegetatif tanaman *peach*, jeruk dan apel dan mempromosi pembungaan (Aron *et al.*, 1985; Marini, 1986; Mauk *et al.*, 1990). Paclobutrazol menghambat biosintesis dari asam gibberelin yang aktif (GAs)

Gambar 3. Pembungaan famili *E. occidentalis* di bulan Nopember 2006 (23 bulan) setelah diletakkan dibawah 16-jam penyinaran selama 7 bulan tanpa atau dengan perlakuan paclobutrazol (1 mg/mm diameter keliling batang)

(Hedden dan Graebe, 1985), yang berfungsi untuk perpanjangan internodia (Grossmann, 1990) dan berhubungan dengan pembungaan. Gibberellin memberi sinyal untuk merangsang pembungaan di *Arabidopsis* (Mouradov *et al.*, 2002) namun menghambat pembungaan pada kebanyakan tanaman tahunan berkayu, dan pada *Eucalyptus nitens* konsentrasi G_{A1} berhubungan dengan menurunnya pembungaan (Hasan, 1993).

Perpanjangan 16 jam masa penyinaran menstimulir seluruh famili pada tanaman yang telah mencapai kemasakan reproduktif namun perlakuan tersebut hanya merangsang sebagian kecil individu juvenil pada jumlah famili yang terbatas. Pada tanaman masak reproduktif, panjang masa penyinaran dan paclobutrazol meningkatkan dua kali lipat jumlah kuntum bunga dibandingkan dengan 16 jam penyinaran saja. Paclobutrazol dimungkinkan lebih efektif pada tanaman masak reproduksi karena tanaman tersebut telah mempunyai kandungan asam gibberelin yang rendah (Guardiola *et al.*, 1982; Goldschmidt *et al.*, 1985) dibandingkan tanaman juvenil (Snowball *et al.*, 1994). Kemungkinan lain adalah adanya sumber bahan yang terbatas pada tanaman muda untuk memproduksi bunga. Tanaman yang lebih dewasa lebih baik untuk merespon paclobutrazol dalam mengalokasikan asimilat untuk reproduksi (Harty dan van Staden, 1988).

Beberapa famili terlihat mencapai kemasakan yang lebih awal dibandingkan dengan famili yang lain dan ukuran tinggi antar famili berbeda. Famili 151-RLS pada awalnya merupakan famili tertinggi di bawah perpanjangan sinar sementara famili 96-LM merupakan yang terpendek dan keduanya berbunga setelah 9 bulan. Kedua famili

yang berbunga tersebut menunjukkan penurunan pertumbuhan meninggi sebelum berbunga. Hal ini merupakan hal yang umum bahwa genotip tertentu berbunga lebih awal dan lebih melimpah dibandingkan yang lain (Sedgley dan Griffin, 1989; Nikkanen dan Ruotsalainen, 2000) dan ini termasuk pada jenis *E. occidentalis* (Bolotin 1975; Southerton 2007).

IV. KESIMPULAN

Pembungaan *E. occidentalis* dapat diinduksi dan ditingkatkan dengan perpanjangan masa penyinaran dan paclobutrazol, sehingga reproduksi seksual dimungkinkan pada tanaman umur muda. Hasil perlakuan pada tanaman umur masak reproduksi lebih baik dibandingkan hasil yang sangat terbatas pada tanaman juvenil. Keuntungan ini menjanjikan sebagai jalan keluar untuk perbaikan penyebaran biji unggul pada *E. occidentalis*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada A/Prof. Julie Plummer dari the University of Western Australia dan Dr. Liz Barbour dari *Forest Product Commission* Western Australia yang mengarahkan penulisan dan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada *Forest Product Commission* yang telah menyediakan dana penelitian dan Ryan Abbot dari persemaian *Forest Product Commission* di Wanneroo Western Australia, yang membantu persiapan dan pelaksanaan penelitian di persemaian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldwinckle, H. S. 1975. Flowering of apple seedlings 16-20 months after germination. *HortScience* **10**; 124-126.
- Aron, Y., Monselise, S., Goren, R., and Costo, J. 1985. Chemical control of vegetative growth in citrus trees by paclobutrazol. *Hortscience* **20**; 96-98.
- Blakely, W. F. 1955. "A key to eucalyptus." Forestry and Timber Bureau, Canberra, Australia.
- Bolotin, M. 1975. Photoperiodic Induction of Precocious Flowering in A Woody Species *Eucalyptus occidentalis* Endl. *Botanical Gazette* **136**; 358-365.
- Drinnan, A. N., and Ladiges, P. Y. 1991. Floral Development And Systematic Position of *Eucalyptus curtisii* (Myrtaceae). *Australian Systematic Botany* **4**; 539-551.
- Eldridge, K., Davidson, J., Harwood, C., and Van Wyk, G. 1994. "Eucalyptus domestication and breeding," Clarendon Press, Oxford University, Oxford, UK.
- FAO 1981. "Eucalyptus for Planting," *Forestry Series no 11*, FAO, Rome, Italy.
- Gardner, C. A. 1987. Eucalyptus of Western Australia, WA Herbarium, Dept. Agriculture of Western Australia, Perth, Australia.
- Goldschmidt, E. E., Aschkenazi, N., Herzano, Y., Scaffer, A. A., and Monselise, S. P. 1985. A Role of Carbohydrate Levels in The Control of Flowering in Citrus. *Science Horticulturae* **26**; 159-166.
- Griffin, A. R., Whiteman, P., Rudge, T., Burgess, I. P., and Moncur, M. W. 1993. Effect of Paclobutrazol on Flower-Bud Production And Vegetative Growth in Two Species of *Eucalyptus*. *Canadian Journal of Forest Research* **23**; 648-656.
- Grossman, K. 1990. Plant Growth Retardants As Tools in Physiological Research. *Physiologia Plantarum* **78**; 640-648.
- Guardiola, J. L., Monerri, C., and Agusti, M. 1982. The inhibitory effect of gibberelic acid on flowering in citrus. *Physiologia Plantarum* **55**; 136-142.
- Guries, R. P. 1990. Forest Genetics and Forest Tree Breeding. In "Introduction to forest science" (R. A. Young, Giese, RL, ed.). Second edition, John Wiley & Sons, Brisbane, Australia.
- Harty, A. R., and Van Staden, J. 1988. Minireview, The use of growth retardant in citriculture. *Israel Journal of Botany* **37**; 155-64.
- Hasan, O., Potts, B. M., and Reid, J. B. 1992. Chemical Promotion of Flower Bud Initiation in *Eucalyptus globulus*. In "Proceedings of A Symposium on Mass Production Technology for genetically Improved Fast Growing Forest Tree Species" (J. S. Marnier, Hubert, CL, Alazard, P, ed.), AFOCEL/IUFRO, Bordeaux.
- Hasan, O. 1993. The effect of Paclobutrazol on Flowering Activity And Gibberellin Levels in *Eucalyptus nitens* And *Eucalyptus globulus*, PhD thesis, The University of Tasmania, Hobart, Australia.
- Hedden, P., and Graebe, gentlemen. E. 1985. Inhibition of Gibberellin Biosynthesis By Paclobutrazol in Cell-Free Homogenates of *Cucurbita maxima* endosperm And *Malus*

- pumilab* embryos. *Journal of Plant Growth Regulator* **4**; 111-122.
- Hetherington, S., and Jones, K. M. 1991. The Effect of Paclobutrazol on The Growth of *Eucalyptus globulus* Seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* **20**; 1811-1813.
- Kanellos, E. A. G., and Pearson, S. 2000. Environmental Regulations of Flowering And Growth of *Cosmos atrosanguineus* (Hook) Voss. *Science Horticulturae* **83**; 265-274.
- Libby, W. J. 1992. Use of Genetic Variation for Breeding Forest Trees. In "Plant Breeding in the 1990s" (H. T. Stalker, Murphy, JP, ed.). CAB International, Oxon, UK.
- Marini, R. P. 1986. Growth And Cropping of 'Redhaven' Peach Trees Following Foliar Applications of Flurprimidol And Paclobutrazol. *Journal of American Society Horticultural Science* **111**; 849-853.
- Mauk, C. S., Unrath, C. R., Blakenship, S. M., and Lehman, L. J. 1990. Influence of growth regulator treatments on dry matter production, fruit abscission and ¹⁴C-assimilate partitioning in citrus. *Journal of Plant Growth Regulator* **5**; 111-120.
- Moncur, M. W., and Hasan, O. 1994. Floral Induction in *Eucalyptus nitens*. *Tree Physiology* **14**; 1303-1312.
- Moncur, M. W., Rasmussen, G. F., and Hasan, O. 1994. Effect of Paclobutrazol on Flower-Bud Production in *Eucalyptus nitens* Espalier Seed Orchards. *Canadian Journal of Forest Research* **24**; 46-49.
- Moncur, M. 1998. Hastening Seed Production: A Tool For Increasing The Rate of Genetic Improvement in Eucalypt Species, In S. Puri, ed. Tree Improvement: Applied Research And Technology Transfer. Science Publishers, Inc. Enfield, USA.
- Mouradov, A., Cremer, F., and Coupland, G. 2002. Control of Flowering Time. Interacting Pathways As A Basis for Diversity. *Plant Cell and Environment* **14**; 111-1130.
- Nikkanen, T., and Ruotsalainen, S. 2002. Variation in flowering abundance and its impact on the genetic diversity of the seed crop in a Norway Spruce Seed Orchard. *Silvae Fennica* **34**; 205-222.
- Reid, J.B., Hasan, O., Moncur, M.W., and Hetherington, S. 1995. Paclobutrazol As A Management Tool for Tree Breeders to Promote Early And Abundant Seed Production In: BM Potts, NMG Borralho, JB Reid, RN cromer, WN Tibbits and CA Raymond (Eds) *Eucalyptus Plantation: Improving Fibre Yield and Quality*. Proc. CRC-IUFRO Conf. Hobart. 293-298.
- Sedgley, M., and Griffin, A. R. 1989. "Sexual reproduction of tree crops," Academic Press, London, UK.
- Snowball, A. M., Warrington, I. J., Halligan, E. A., and Mullins, M. G. 1994. Phase change in citrus: the effects of main stem node number, branch habit and paclobutrazol application on flowering in citrus seedlings. *Journal of Horticultural Science* **69/1**; 149-160.
- Southerton, S. G. 2007. Early Flowering Induction And Agrobacterium Transformation of The Hardwood Tree Species *Eucalyptus occidentalis*. *Functional Plant Biology* **34**; 707-713.

- Talbert, C. B. 1992. Quantitative Genetics: Why Bother? In "Handbook of Quantitative Forest Genetics" (L. Fins, Friedman, ST, Brotschol, JV, ed.). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
- Williams, D. R., Potts, B. M., and Smethurst, P. J. 2003. Promotion of Flowering in *Eucalyptus nitens* By Paclobutrazol Was Enhanced By Nitrogen Fertilizer. *Canadian Journal of Forest Research* **33**; 74-81.
- Zohar, Y. 1975. (Abstract) The Phenology of *Eucalyptus occidentalis* Endl (Hebrew). *La-Yaaran* **25**; 12-16.