

**PENGARUH PACLOBUTRAZOL TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN PEMBUNGAAN JERUK SATSUMA  
MANDARIN PADA BEBERAPA KONDISI SUHU**

**(EFFECT OF PACLOBUTRAZOL ON  
VEGETATIVE GROWTH AND FLOWER BUD  
DIFFERENTIATION OF SATSUMA MANDARIN AT DIFFERENT  
TEMPERATURE CONDITIONS)**

**OLEH :**

**Roedhy Poerwanto<sup>1)</sup> and Hiroshi Inoue<sup>2)</sup>**

**Abstract**

*Two experiments were conducted at phytotron to investigate the effects of paclobutrazol on vegetative growth and flower bud differentiation of Satsuma Mandarin (Citrus unshiu Marc.) grown under different temperature conditions. One-year-old Satsuma Mandarin trees budded onto trifoliate orange rootstocks were used in these experiments. The trees were planted in root observation chamber (Experiment I) or Wagner's pot (Experiment II) in late March of 1988.*

*In experiment I, the treatments were temperature (20 & 30°C) and paclobutrazol (treated and not treated). Paclobutrazol was applied 3 times to the soil at the rate of 0.5 gram a.i. per tree per application. The growth of shoots and roots were observed at 5-day intervals. In experiment II, the treatments were temperature (15, 20, 25, 30°C and field condition) and paclobutrazol (sprayed to the leaves, drenched to the soil, and none). Paclobutrazol was applied 3 times; foliar application was 1000 ppm and soil application was 0.05 grams a.i. per tree per application. Temperature treatments were done from June to December, 1988. At the end of the treatments, the trees were defoliated and then exposed to 25°C to observe flower bud development.*

*Paclobutrazol inhibited shoot and root elongation effectively. Paclobutrazol decreased dry weight of the plant top (trunk, stem and leaves), but increased root dry weight. Paclobutrazol also increased the root diameter by increasing the number of cortex cells, although the cell diameter was not different. Paclobutrazol affected nutrients distribution; it decreased nutrients in the top part of trees, and increased nutrient in the root. Effects of paclobutrazol in flower bud differentiation was not significant.*

---

1) Staf pengajar Jurusan Budidaya Pertanian, Faperta IPB

2) Profesor Emeritus Faculty of Agriculture, Kagawa University, Japan.

## RINGKASAN

Dua percobaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh paclobutrazol terhadap pertumbuhan dan pembungaan jeruk Satsuma Mandarin pada beberapa kondisi suhu. Jeruk Satsuma Mandarin berumur satu tahun digunakan pada percobaan ini. Pohon tersebut ditanam pada Kotak Pengamat Akar (Percobaan I) atau pot Wagner (Percobaan II) pada akhir Maret 1988.

Perlakuan pada Percobaan I adalah suhu (20 dan 30°C) dan paclobutrazol (diberi dan tidak). Paclobutrazol diberikan dengan penyiraman ke tanah sebanyak 0.5 g bahan aktif per pohon, diberikan tiga kali. Pertumbuhan pucuk dan akar diamati setiap 5 hari. Pada Percobaan II, perlakuannya adalah suhu (15, 20, 25°C, suhu lapangan) serta aplikasi Paclobutrazol (pada daun, lewat tanah dan kontrol). Aplikasi lewat daun dilakukan dengan konsentrasi 1000 ppm sampai seluruh daun basah, sedangkan lewat tanah sebanyak 0.05 g b.a. per pohon, masing-masing sebanyak tiga kali. Perlakuan suhu dimulai pada tanggal 11 Juni, dan pada tanggal 1 Desember seluruh daun diluruhkan dan tanaman dipindahkan ke phytotron 25°C. Pohon tersebut diamati pertumbuhannya setiap 2 hari.

Paclobutrazol efektif menghambat pertumbuhan vegetatif pohon jeruk. Produksi bahan kering bagian atas pohon berkurang, tetapi pada akar bertambah. Diameter melintang akar serabut bertambah besar pada perlakuan paclobutrazol, karena jumlah lapisan sel korteksnya bertambah, walaupun ukuran selnya tidak berubah. Paclobutrazol mempengaruhi penyebaran unsur hara; pada bagian atas pohon semua unsur hara menurun, tetapi pada akar meningkat karena paclobutrazol. Pengaruh paclobutrazol terhadap pembungaan jeruk tidak nyata.

## PENDAHULUAN

Paclobutrazol dikenal sebagai zat pengatur tumbuh antigiberelin yang sukses menghambat pertumbuhan pucuk pada beberapa spesies (Early dan Martin, 1988; LeCain *et al.*, 1986; Swietlik dan Miller, 1983; Tromp, 1987; Wood, 1984). Paclobutrazol juga dilaporkan meningkatkan pertumbuhan akar adventif pada stek herba (Davis *et al.*, 1985) dan akar semai apel (Wang dan Faust, 1986). Dilaporkan pula bahwa pemberian paclobutrazol menyebabkan perubahan morfologis pada akar persik (Early dan Martin, 1988) dan jeruk (Bausher dan Yelenosky, 1984). Tetapi pengamatan mikroskopis terhadap akar-akar tersebut tidak dilakukan.

Paclobutrazol juga dilaporkan dapat menginduksi pembungaan beberapa pohon buah-buahan tropis (Voon *et al.*, 1992) sebagai akibat dari kemampuannya menghambat biosintesis giberelin. Goldschmidt dan Monselise (1972) menghipotesiskan bahwa giberelin adalah faktor endogen yang menghambat pembungaan jeruk dan beberapa pohon buah-buahan lain. Poerwanto dan Inoue (1990) telah membuktikan bahwa aktivitas mirip giberelin pada daun jeruk Satsuma yang terinduksi

bunganya, lebih rendah daripada yang tidak terinduksi. Berdasarkan hal tersebut diatas timbul pemikiran bahwa perangsangan pembungaan mungkin dapat dilakukan dengan pemberian zat yang bersifat anti giberelin.

Lontoh *et al.* (1989) melaporkan bahwa paclobutrazol dapat mempercepat pembungaan dan meningkatkan jumlah bunga mangga. Iwahori dan Tominaga (1986) menyatakan bahwa paclobutrazol meningkatkan jumlah bunga pada pembungaan siklus pertama dari kumquat, tetapi tidak meningkatkan total bunga.

Telah dilaporkan bahwa tanaman jeruk terinduksi untuk berbunga pada suhu udara di bawah 20°C. Tanaman tidak akan berbunga pada suhu udara diatas 25°C (Poerwanto *et al.*, 1989b). Pada suhu udara diatas 25°C, hanya terjadi pertumbuhan vegetatif bila kondisi lingkungan lainnya optimum.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paclobutrazol pada pertumbuhan pucuk dan akar jeruk, perubahan morfologi dan anatomi akar akibat pemberian paclobutrazol, serta pembungaan jeruk satsuma yang ditanam pada berbagai kondisi suhu udara.

## BAHAN DAN METODE

Pada percobaan ini digunakan pohon jeruk Satsuma Mandarin berumur satu tahun dengan batang bawah Trifoliolate Orange. Pohon-pohon ini ditanam pada Kotak Pengamatan Akar (40 cm x 60 cm x 20 cm) pada Percobaan I dan pot Wagner (diameter 175 mm dan dalam 199 mm) pada Percobaan II. Pot dan kotak tersebut diisi campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 2:1. Pohon-pohon tersebut ditanam bulan Maret 1988. Percobaan dilakukan di kebun percobaan buah-buahan dan phytotron Fakultas Pertanian, Universitas Kagawa, Jepang.

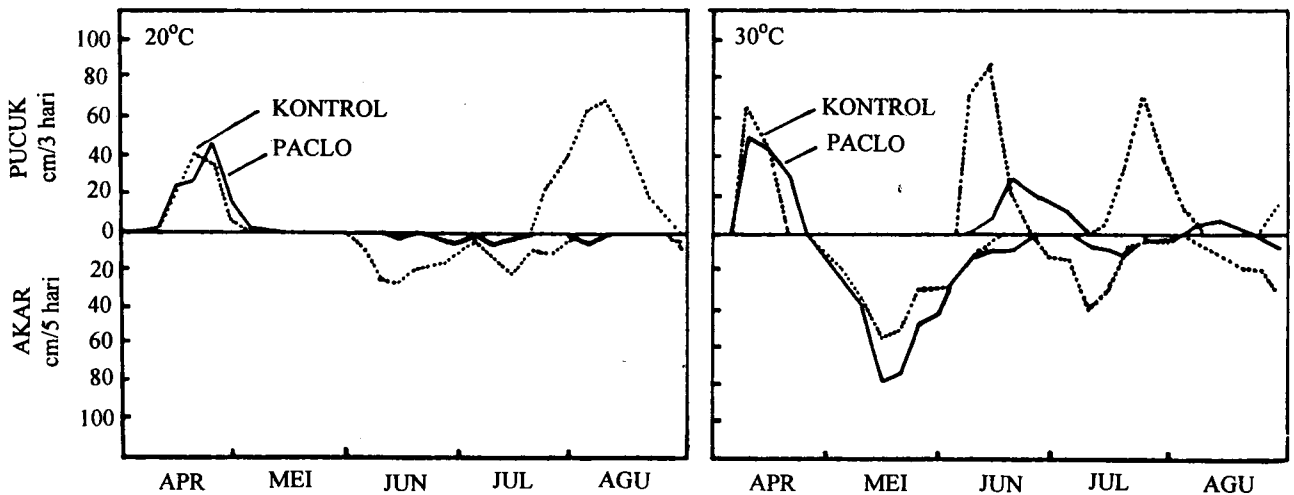
Pada Percobaan I, perlakuan yang dicobakan adalah suhu (20 dan 30°C) dan pemberian paclobutrazol (diberi dan tidak diberi). Percobaan dilakukan dengan tiga ulangan. Perlakuan suhu dimulai tanggal 1 April 1988. Paclobutrazol diaplikasikan 3 kali pada tanggal 11 dan 26 Mei serta 10 Juni. Pada setiap pemberian, setiap pohon memperoleh 0.5 g bahan aktif yang dilarutkan dalam 50 ml air dan disiramkan ke tanah. Pengamatan pertumbuhan akar dilakukan pada satu sisi kotak yang ditutup kaca seluas 40 cm x 60 cm. Pengamatan pertumbuhan pucuk dan akar dilakukan setiap 5 hari. Pada tanggal 31 Agustus 1988 pohon dipanen. Pengamatan dilakukan terhadap berat basah dan kering tanaman, panjang dan volume akar, morfologi akar, luas daun dan kandungan unsur hara N,P,K, Ca dan Mg di daun (daun siklus pertama, kedua dan ketiga), cabang (cabang siklus pertama, kedua dan ketiga), batang, akar tunggang, cabang akar dan akar serabut. Pengamatan morfologi akar dilakukan dengan menggunakan Hitachi S-800 Scanning Electron Microscope (SEM). Panjang akar diukur dengan metode Newman (1966) yang telah dimodifikasi (Poerwanto *et al.*, 1989a) dan volumenya diukur secara volumetrik. Luas daun diukur dengan LI-COR LI-3000 Portable Area Meter. Nitrogen diukur dengan metoda semi mikro Kjeldahl, phosphor dengan spectrophotometry (vanadate-molybdate- yellow method), kalium dengan flame photometry dan kation lainnya dengan atomic absorption spectrophotometry.

Pada percobaan II, perlakuan yang dicobakan adalah kombinasi suhu (15,20,25,30°C dan suhu lapangan) dengan aplikasi paclobutrazol (pada daun, tanah dan tanpa paclobutrazol). Percobaan dilakukan dengan 4 ulangan. Perlakuan suhu dimulai pada tanggal 11 Juni 1988, setelah semua tunas yang muncul pada bulan April cukup dewasa. Paclobutrazol diberikan pada tanggal 11 dan 26 Juni serta 7 Juli. Aplikasi pada daun dilakukan dengan konsentrasi 1000 ppm dan pada tanah sebanyak 0.05 g b.a. per pohon (dilarutkan dalam 50 ml air). Pada tanggal 1 Desember 1988, semua daun diluruhkan dan seluruh pohon dipindahkan ke phytotron yang bersuhu 25°C, untuk memaksa munculnya tunas. Pohon-pohon tersebut diamati setiap dua hari. Jumlah tunas yang muncul (generatif atau vegetatif) dicatat. Pengamatan dihentikan setelah tidak ada lagi tunas yang muncul (kira-kira 45 hari sejak pohon dipindahkan).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan Pucuk dan Akar

Hasil percobaan menunjukkan bahwa suhu 20°C menghambat pertumbuhan vegetatif. Pada suhu 30°C terjadi tiga siklus pertumbuhan pucuk, sedang pada 20°C hanya terjadi satu siklus (pada perlakuan paclobutrazol) atau dua siklus (pada kontrol). Paclobutrazol menghambat pertumbuhan pucuk dan akar, baik pada suhu 20°C maupun 30°C. Pada suhu 20°C, pemberian paclobutrazol menghambat munculnya trubus siklus kedua dan mengurangi laju pertumbuhan akar. Pada suhu 30°C, paclobutrazol mengurangi panjang ranting siklus kedua dan ketiga serta menghambat pertumbuhan akar (Gambar 1). Panjang total ranting dan akar yang diukur pada akhir percobaan juga berkurang oleh perlakuan paclobutrazol (Tabel 1).



Gambar 1. Pola pertumbuhan pucuk dan akar akibat perlakuan paclobutrazol pada suhu 20 dan 30°C.

Figure 1. Shoot and growth pattern at 20 and 30°C as affected by paclobutrazol.

Tabel 1. Pengaruh paclobutrazol dan suhu pada produksi bahan kering, panjang ranting dan akar serabut, serta jumlah dan luas daun

Tabel 1. *Effects of paclobutrazol and temperature on dry weight production, length of stems and fibrous roots, number of leaves and leaves area*

Parameter yang diamati (Observed parameters)	20°C		30°C		Significance		
	Paclo. (Paclo)	Kontrol (Control)	Paclo. (Paclo)	Kontrol (Control)	Suhu (Temperature)	Paclo. (Paclo)	Interaksi (Interaction)
<b>Berat Kering (dry weight, g)</b>							
Daun (leaves)	11.68	23.87	32.18	51.75	**	*	ns
Ranting (Stem)	2.25	14.50	8.74	32.68	**	**	**
Batang (Trunk)	19.53	34.50	25.50	35.55	**	**	ns
Akar (Roots)	38.29	33.60	56.68	48.28	**	ns	ns
Total (Total)	71.79	106.47	120.44	168.27	**	**	ns
<b>Nisbah pucuk/akar (Toproot ratio)</b>	0.87	2.24	1.13	2.49	ns	**	ns
<b>Panjang (Length)</b>							
Ranting (cm) (Stems)	96.90	225.60	214.00	432.07	**	**	ns
Akar serabut (m) (Fibrous roots)	204.45	335.31	768.54	991.95	**	*	ns
<b>Daun (Leaves)</b>							
Jumlah daun (Number of leaves)	51.67	96.33	186.00	289.00	**	**	ns
Luas daun (cm <sup>2</sup> ) (Leaves area)	892.71	2267.13	2975.89	4811.10	**	**	ns
<b>Nisbah daun/akar (cm<sup>2</sup>/m) (Leaves/root ratio)</b>	4.40	7.27	3.78	4.87	ns	ns	ns

Pola pertumbuhan pucuk dan akar pada perlakuan paclobutrazol pada 20°C mirip dengan pertumbuhan pohon jeruk yang ditempatkan pada phytotron dengan suhu 15°C. Pada suhu 15°C, selama 8 bulan percobaan pohon jeruk hanya menghasilkan satu trubus dan tanpa ada puncak pertumbuhan akar (Poerwanto *et al.*, 1989a). Dilaporkan pula oleh Poerwanto dan Inoue (1990) bahwa aktivitas mirip giberelin pada daun jeruk dari pohon yang ditempatkan pada suhu 15°C rendah.

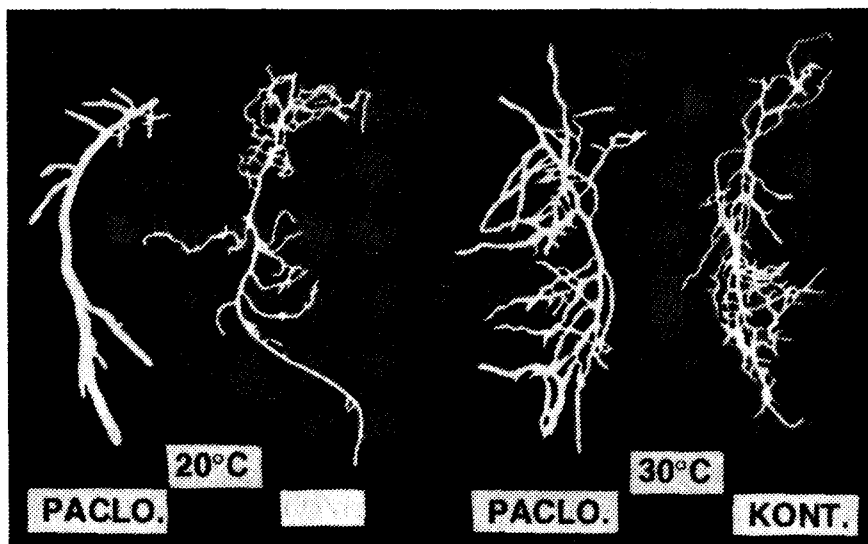
Produksi bahan kering bagian-bagian pohon: daun, ranting, batang dan akar dipengaruhi oleh baik perlakuan suhu maupun paclobutrazol. Bagian-bagian pohon pada perlakuan 30°C lebih berat dibandingkan pada 20°C. Paclobutrazol juga secara nyata mengurangi bobot kering pucuk, tetapi sebaliknya meningkatkan bobot kering akar. Karena itu, nisbah pucuk/akar pohon menurun karena perlakuan paclobutrazol (Tabel 1).

Tampaknya paclobutrazol mempengaruhi distribusi hasil fotosintesa yang dicerminkan dari berat kering bagian tanaman. Hasil fotosintesa lebih banyak didistribusikan ke akar. Yang menarik, walaupun nisbah pucuk/akar menurun oleh perlakuan paclobutrazol, nisbah luas daun/panjang akar tidak terpengaruh (Tabel 1). Hal ini diperkirakan berhubungan dengan fungsi akar sebagai penyerap air dan daun sebagai tempat transpirasi. Tanaman akan mempertahankan keseimbangan absorpsi air dan transpirasi (Borhert, 1973). Jadi penurunan jumlah dan luas daun oleh perlakuan paclobutrazol disertai pula dengan penurunan panjang akar, walaupun berat kering akar meningkat (Tabel 1).

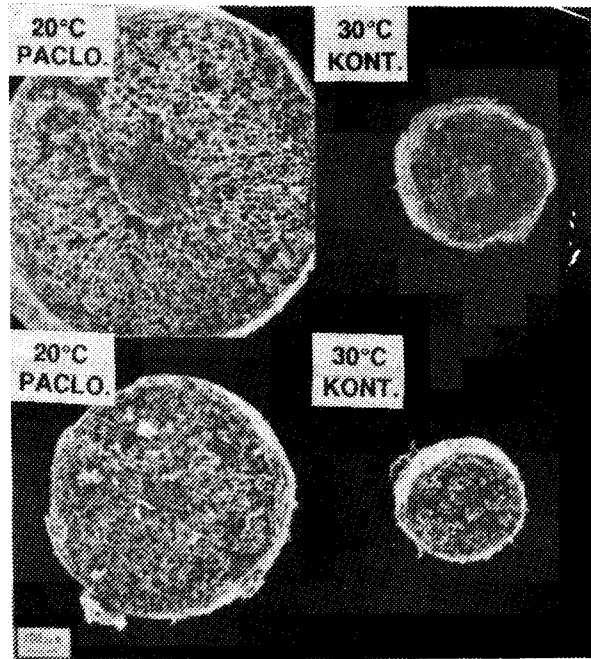
### Morfologi dan Anatomi Akar

Tabel 2 menunjukkan bahwa panjang akar, volume dan berat kering akar pada 20C lebih kecil dibandingkan pada 30<sup>o</sup>C. Perlakuan paclobutrazol mengurangi panjang akar, tetapi meningkatkan volume dan berat kering akar. Panjang akar setiap satuan berat menurun dengan pemberian paclobutrazol; ini berarti akar menjadi lebih gemuk (diameter akar bertambah) karena pengaruh pemberian paclobutrazol. Paclobutrazol juga menyebabkan percabangan akar berkurang. Akar juga lebih gemuk pada 20<sup>o</sup>C dibandingkan pada 30<sup>o</sup>C (Gambar 2 dan 3). Berat jenis akar, dilain pihak, tidak dipengaruhi oleh aplikasi paclobutrazol, tetapi dipengaruhi oleh perlakuan suhu.

Pada persik pemberian paclobutrazol meningkatkan ketebalan akar dan menyebabkan munculnya akar lateral pada daerah dekat ujung akar (Early dan Martin, 1988). Bausher dan Yelenosky (1984) melaporkan bahwa perendaman benih jeruk dalam larutan paclobutrazol 1000 ppm menyebabkan perubahan morfologi akar yang muncul. Pengolesan larutan paclobutrazol pada petiol stek daun *Rough Lemon* menyebabkan akar yang muncul lebih tebal, berubah bentuk dan akar sekundernya tidak berkembang.



Gambar 2. Penampilan akar serabut jeruk karena pengaruh paclobutrazol dan suhu  
Figure 2. Fibrous root appearance as affected by paclobutrazol and temperature



Gambar 3. Penampang melintang pucuk akar yang dipengaruhi oleh paclobutrazol dan suhu  
 Figure 3. Appearance of transversal section of the root tip as affected by paclobutrazol and temperature

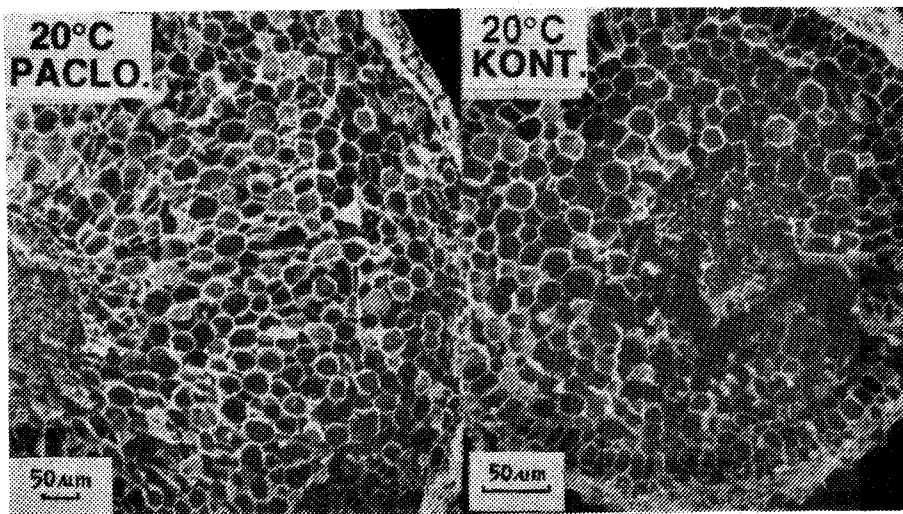
Tabel 2. Pengaruh paclobutrazol dan suhu pada sifat akar serabut  
 Tabel 2. Effect of paclobutrazol and temperature on characteristics of fibrous roots

Parameter yang diamati (Observed parameter)	20°C		30°C		Suhu (Temperature)	Significance	
	Paclo. (Paclo)	Kontrol (Control)	Paclo. (Paclo)	Kontrol (Control)		Paclo. (Paclo)	Interaksi (Interaction)
- Panjang (m) (Length)	204.45	335.31	768.54	991.95	**	*	ns
- Volume (Cm <sup>3</sup> ) (Volume)	106.86	96.59	258.26	187.9	**	*	ns
- Bobot kering (g) (Dry weight)	17.62	14.40	31.64	24.97	**	ns	ns
- Panjang/berat (cm/mg) (Length/weight)	1.29	2.33	2.43	3.97	**	**	ns
- Berat jenis (g/cm <sup>3</sup> ) (Specific weight)	0.16	0.15	0.13	0.13	*	ns	ns

Pengaruh Paclobutrazol ...

Pengamatan dengan SEM pada belahan melintang dekat ujung akar menunjukkan bahwa ukuran sel korteks pada seluruh perlakuan tidak berbeda nyata, gemuknya akar disebabkan karena lebih banyaknya lapisan sel korteks (Gambar 3 dan 4). Pada 20°C, lapisan sel korteks pada perlakuan paclobutrazol 14-16 lapis, sedangkan pada kontrol 8-10 lapis. Pada 30°C, sel korteksnya 10-12 lapis pada perlakuan paclobutrazol dan 7-9 lapis pada kontrol.

Penghambatan pertumbuhan dan perubahan morfologi akar oleh paclobutrazol mirip dengan apa yang terjadi karena pengaruh suhu rendah. Poerwanto *et al.* (1989a), melaporkan bahwa suhu rendah (15°C) menghambat pemanjangan akar jeruk Satsuma Mandarin, meningkatkan diameter akar lateral, mengurangi percabangan akar dan menghambat pembentukan rambut akar. Mekanisme bagaimana paclobutrazol dan suhu rendah meningkatkan jumlah lapisan sel korteks belum diketahui. Hal ini mungkin berhubungan dengan rendahnya aktivitas giberelin di akar. Dilaporkan bahwa giberelin menghambat perakaran pada stek (Brian, *et al.*, 1960; Hartman dan Kester, 1983). Davis *et al.* (1985) melaporkan bahwa paclobutrazol pada konsentrasi rendah meningkatkan pembentukan akar pada stek herba.



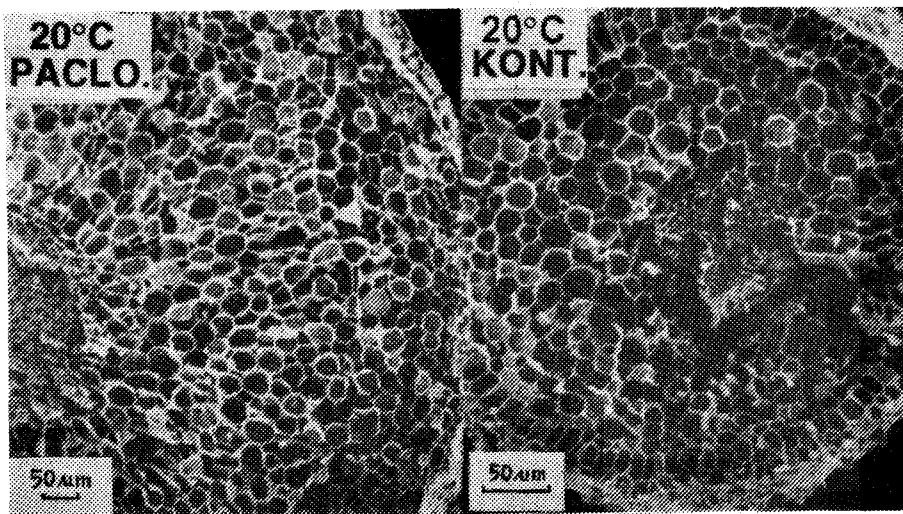
Gambar 4. Sel-sel korteks dari tanaman yang mendapat paclobutrazol dan kontrol pada 20°C  
*Figure 4. Cell cortex of trees affected by paclobutrazol and control at 20°C*

Rambut akar tidak tampak pada permukaan serabut akar pohon yang diperlakukan paclobutrazol, baik pada 20°C, maupun 30°C. Sedangkan pada pohon yang tidak diperlakukan dengan paclobutrazol, rambut akar tumbuh pada kedua perlakuan suhu (Gambar 5).



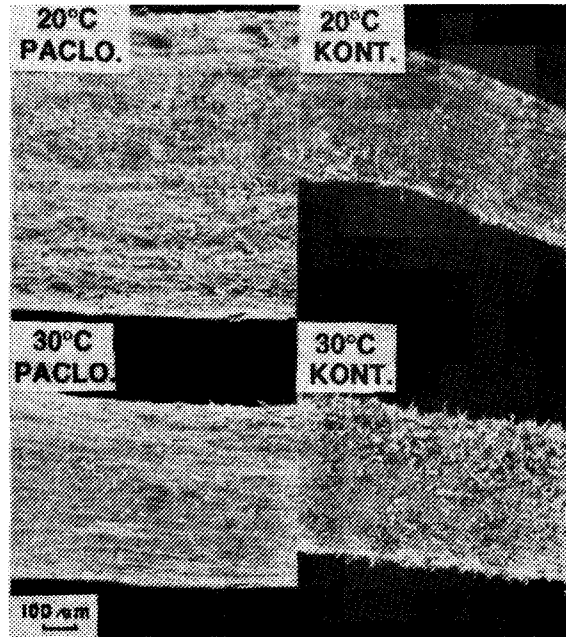
Pengamatan dengan SEM pada belahan melintang dekat ujung akar menunjukkan bahwa ukuran sel korteks pada seluruh perlakuan tidak berbeda nyata, gemuknya akar disebabkan karena lebih banyaknya lapisan sel korteks (Gambar 3 dan 4). Pada 20°C, lapisan sel korteks pada perlakuan paclobutrazol 14-16 lapis, sedangkan pada kontrol 8-10 lapis. Pada 30°C, sel korteksnya 10-12 lapis pada perlakuan paclobutrazol dan 7-9 lapis pada kontrol.

Penghambatan pertumbuhan dan perubahan morfologi akar oleh paclobutrazol mirip dengan apa yang terjadi karena pengaruh suhu rendah. Poerwanto *et al.* (1989a), melaporkan bahwa suhu rendah (15°C) menghambat pemanjangan akar jeruk Satsuma Mandarin, meningkatkan diameter akar lateral, mengurangi percabangan akar dan menghambat pembentukan rambut akar. Mekanisme bagaimana paclobutrazol dan suhu rendah meningkatkan jumlah lapisan sel korteks belum diketahui. Hal ini mungkin berhubungan dengan rendahnya aktivitas giberelin di akar. Dilaporkan bahwa giberelin menghambat perakaran pada stek (Brian, *et al.*, 1960; Hartman dan Kester, 1983). Davis *et al.* (1985) melaporkan bahwa paclobutrazol pada konsentrasi rendah meningkatkan pembentukan akar pada stek herba.



Gambar 4. Sel-sel korteks dari tanaman yang mendapat paclobutrazol dan kontrol pada 20°C  
*Figure 4. Cell cortex of trees affected by paclobutrazol and control at 20°C*

Rambut akar tidak tampak pada permukaan serabut akar pohon yang diperlakukan paclobutrazol, baik pada 20°C, maupun 30°C. Sedangkan pada pohon yang tidak diperlakukan dengan paclobutrazol, rambut akar tumbuh pada kedua perlakuan suhu (Gambar 5).



Gambar 5. Pengaruh paclobutrazol dan suhu pada pembentukan rambut akar jeruk  
 Figure 5. Effect of paclobutrazol and temperature on root hair development

### Serapan dan Distribusi Mineral

Hasil analisa kandungan unsur hara mineral (%) pada daun musim semi (daun indikator untuk analisa mineral) menunjukkan bahwa konsentrasi nitrogen lebih tinggi pada perlakuan paclobutrazol dibanding pada kontrol, baik pada suhu 20°C maupun 30°C. Sebaliknya konsentrasi kalsium secara nyata turun dengan pemberian paclobutrazol. Penurunan konsentrasi kalsium lebih banyak pada perlakuan 20°C dari pada 30°C. Konsentrasi fosfor, kalium dan magnesium tidak berbeda antara paclobutrazol dan kontrol. Konsentrasi kalsium dan kalium meningkat dengan naiknya suhu. Magnesium tidak dipengaruhi oleh perlakuan (Tabel 3). Swietlik (1986) melaporkan bahwa paclobutrazol meningkatkan konsentrasi Mg dan Cu pada daun semai *sour orange*

Tabel 3. Pengaruh paclobutrazol dan suhu pada kandungan hara mineral dalam daun musim semi  
 Tabel 3. Effect of paclobutrazol and temperature on nutrient content in spring leaves.

Unsur (Nutrient)	20°C		30°C		Significance		
	Paclo. (Paclo)	Kontrol (Control)	Paclo. (Paclo)	Kontrol (Control)	Suhu (Temperature)	Paclo. (Paclo)	Interaksi (Interaction)
N	2.428	1.984	2.428	1.938	ns	**	ns
P	0.285	0.269	0.305	0.315	ns	ns	ns
K	1.158	1.297	1.575	1.552	*	ns	ns
Ca	1.336	2.352	2.326	2.403	**	**	**
Mg	0.244	0.247	0.277	0.218	ns	ns	ns

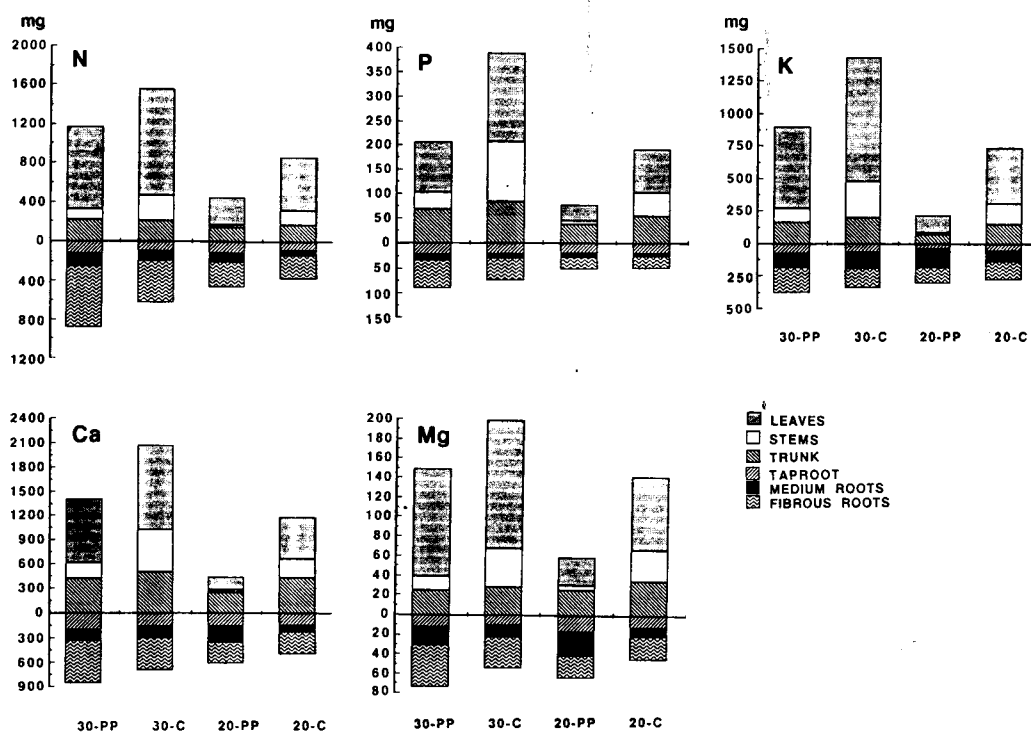
Satuan (unit): %

Pengaruh Paclobutrazol ...

Serapan dan penyebaran hara mineral dalam bagian-bagian pohon dapat dilihat pada Gambar 6. Pohon pada 30°C lebih banyak menyerap unsur hara dibandingkan dengan pohon pada 20°C. Penyebaran hara mineral lebih banyak pada bagian atas pohon pada semua perlakuan kecuali pada 20°C yang mendapat paclobutrazol. Pada akar pohon, unsur hara N, P, Ca dan Mg lebih banyak pada paclobutrazol dari pada kontrol. Kalium dalam akar tidak nyata antara perlakuan.

Total serapan unsur hara per pohon lebih rendah pada perlakuan paclobutrazol dibandingkan pada kontrol. Luas kontak permukaan akar penyerap (feeder root) dengan tanah bertanggung jawab atas penyerapan air dan hara. Luas permukaan serapan akar ditentukan antara lain oleh jumlah cabang, panjang dan ukuran akar penyerap dan ada tidaknya rambut akar (Rending dan Taylor, 1989). Hasil penelitian ini menunjukkan akar tanaman yang mendapat perlakuan paclobutrazol mempunyai permukaan penyerapan yang lebih sempit. Karena itu kemampuan penyerapan hara oleh akar tersebut juga lebih rendah daripada kontrol.

Gambar 6 juga menunjukkan bahwa distribusi unsur hara ke akar meningkat oleh perlakuan paclobutrazol. Hal ini disebabkan oleh distribusi bahan kering yang mengikuti pola yang sama. Pohon yang tidak diberi paclobutrazol menyerap hara mineral lebih banyak daripada pohon yang diberi paclobutrazol, karena pertumbuhannya lebih vigor.



Gambar 6. Pengaruh paclobutrazol dan suhu pada absorpsi dan distribusi unsur hara  
 Figure 6. Effect of paclobutrazol and temperature on nutrient absorption and distribution

### Diferensiasi Tunas Bunga

Hasil pengamatan pecah tunas pada Percobaan II yang disajikan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin rendah suhu, jumlah bunga yang muncul semakin banyak. Pada 15°C, 20°C dan suhu lapangan jumlah bunga antara perlakuan paclobutrazol dan kontrol tidak berbeda nyata. Tetapi pemberian paclobutrazol lewat daun pada 15 dan 20°C cenderung menghasilkan bunga lebih sedikit daripada kontrol dan pemberian lewat tanah.

Tabel 4. Pengaruh paclobutrazol dan suhu pada diferensiasi mata tunas  
Tabel 4. *Effect of paclobutrazol and temperature on bud differentiation*

Suhu (Temperature)	Paclo. (Paclo)	Bunga (Flowers)	Vegetatif (Vegetative)	Total (Total)	Bunga/Total (Flowers/Total)
15°C	Daun (Leaves)	105.67	11.67	117.34	0.88
	Tanah (Soil)	168.33	0.00	168.33	1.00
	Kontrol (Control)	158.33	2.00	160.33	0.99
20°C	Daun (Leaves)	25.33	9.67	35.00	0.70
	Tanah (Soil)	51.67	18.00	69.67	0.62
	Kontrol (Control)	43.67	9.00	52.67	0.83
25°C	Daun (Leaves)	7.67	32.33	40.00	0.20
	Tanah (Soil)	8.33	21.00	29.33	0.28
	Kontrol (Control)	0.00	29.33	29.33	0.00
Lapangan (Field)	Daun (Leaves)	117.33	6.33	123.66	0.95
	Tanah (Soil)	74.00	10.33	84.33	0.88
	Kontrol (Control)	93.67	14.00	107.67	0.82
Significance	Suhu (Temperature)	**	**	**	**
	Paclo (Paclo)	ns	ns	ns	ns
	Interaksi (Interaction)	ns	ns	ns	ns

Pada suhu 25°C, kontrol tidak menghasilkan bunga, tetapi perlakuan paclobutrazol, baik lewat tanah maupun daun, menghasilkan bunga walaupun sedikit. Jumlah tunas yang pecah bertambah dengan turunnya suhu, tetapi tidak dipengaruhi oleh perlakuan paclobutrazol.

Paclobutrazol dilaporkan dapat meningkatkan pembungaan pada mangga, durian, adpokat, apel, jeruk, leci, anggur dan kiwi fruit (Voon *et al.*, 1992). Tetapi hasil percobaan ini menunjukkan

bahwa pada suhu yang memungkinkan terjadinya pembungaan (15 atau 20°C), paclobutrazol tidak berpengaruh dalam peningkatan jumlah bunga. Sedangkan pada suhu yang lebih tinggi (25°C), paclobutrazol dapat merangsang munculnya bunga, walaupun hanya sedikit. Pada apel juga dilaporkan bahwa paclobutrazol menginduksi bunga hanya pada kondisi dimana secara umum pembungaan sedikit atau apabila pembungaan dihambat oleh perlakuan lain (Tromp, 1987). Diperkirakan pada suhu yang rendah aktivitas giberelin cukup rendah sehingga terjadi induksi bunga (Poerwanto dan Inoue, 1990), pemberian paclobutrazol dalam hal ini tidak lagi mempunyai efek yang cukup kuat untuk meningkatkan pembungaan. Pada suhu yang agak tinggi, dimana aktivitas giberelin cukup tinggi, pemberian paclobutrazol dapat menurunkannya. Dengan penurunan aktivitas giberelin, maka terjadi induksi bunga. Sedikit bunga yang muncul dalam percobaan ini mungkin karena konsentrasi atau frekuensi pemberian paclobutrazol tidak cukup. Karena itu perlu diteliti lebih lanjut berapa konsentrasi paclobutrazol yang efektif untuk menginduksi pembungaan jeruk.

### Daftar Pustaka

- Bausher, M. and G. Yelenosky. 1984. Response of citrus seedling and seed to paclobutrazol (PP-333). HortScience 19:88 (Abstr.).
- Borchert, R. 1973. Simulation of rhythmic tree growth under constant conditions. Physiol. Plant., 29:173-180.
- Brian, P.W., H.G. Hemming and D. Lowe. 1960. Inhibition of rooting of cuttings by giberellic acid. Ann. Bot., 24:407-419.
- Davis, T.D., N. Sankhla, R.H. Walser, and A. Upadhyaya. 1985. Promotion of adventitious root formation on cuttings by paclobutrazol. HortScience, 20:883-884.
- Early, J.D., Jr. and G.C. Martin. 1988. Sensitivity of peach seedling vegetative growth to paclobutrazol. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 113:23-27.
- Goldschmidt, E.E. and S.P. Monselise. 1972. Hormonal control of flowering in citrus and some other woody perennials, p.756-766. In D.J. Carr (ed.). Plant Growth Substances 1970. Springer-Verlag, Berlin.
- Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1983. Plant Propagation Principles and Practices. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Iwahori, S. and S. Tominaga. 1986. Increase in a first-flowering of 'Meiwa' kumquat, *Fortunella cassiflora* Swingle trees by paclobutrazol. Sci. Hort., 28:347-353.

- LeCain, D.R., K.A. Schekel, and R.L. Wample. 1986. Growth-retarding effects of paclobutrazol on weeping fig. HortScience 21:1150-1152.
- Lontoh, A.P., H.S. Pranoto dan G.A. Wattimena. 1989. Stimulasi pembungaan dan pembuahan mangga dengan retardan paclobutrazol. Bul. Agron. (Edisi khusus):153-164.
- Poerwanto, R. and H. Inoue. 1990. Effect of air and soil temperatures in autumn on flower induction and some physiological responses of satsuma mandarin. J. Japan Soc. Hort. Sci. 59: 207-214.
- Poerwanto, R., H. Inoue, and I. Kataoka. 1989a. Effect of temperature on the morphology and physiology of root of trifoliolate orange budded with satsuma mandarin. J. Japan Soc. Hort. Sci. 58:267-274.
- Poerwanto, R., H. Inoue, Y. Ikoma and I. Kataoka. 1989b. Effects of air and soil temperatures on vegetatif growth and flower bud differentiation of satsuma mandarin trees. J. Japan Soc. Hort. Sci., 58:275-281.
- Rendig, V.V. and H.M. Taylor. 1989. Principles of Soil-Plant Interrelationships. McGraw-Hill Pub. Co. New York. 275p.
- Swietlik, D. and S.S. Miller. 1983. The effect of paclobutrazol on growth and response to water stress of apple seedlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 108:1076-1080.
- Tromp, J. 1987. Growth and flower-bud formation in apple as affected by paclobutrazol, deminozide and tree orientation in combination with various gibberellins. J. Hort. Sci., 62:433-440.
- Voon, C.H., N. Hongsbhanich, C. Pitakpaivan, and A.J. Rowley. 1992. Cultar development in tropical fruits- An overview. Acta Hort., 321: 270-281.
- Wang, S. Y. and M. Faust. 1986. Effect of growth retardants on root formation and polyamine content in apple seedlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 111:912-917.
- Wood, B.W. 1984. Influence of paclobutrazol on selected growth and chemical characteristics of young pecan seedlings. HortScience, 19:837-839.

### Ucapan terima-kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada saudara T. Deguchi atas bantuan pengamatannya dan kepada Dr. I. Kataoka atas diskusi dan saran-sarannya.