

A/BDP/1991/058

**PENGARUH JENIS ZAT PENGHAMBAT TUMBUH DAN SITOKININ
TERHADAP PENGUMBIAAN IN VITRO KENTANG
(*Solanum tuberosum* L.)**

oleh

RAINY SETIAWATY S.

A 23 1205



**JURUSAN BUDI DAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

1991

RINGKASAN

RAINY SETIAWATY S. Pengaruh Jenis Zat Penghambat Tumbuh dan Sitokinin terhadap Pengumbian *in vitro* Kentang (*Solanum tuberosum* L.) (Di bawah bimbingan G. A. WATTIMENA dan AGUS PURWITO).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi beberapa jenis sitokinin dan zat penghambat tumbuh yang diberikan pada konsentrasi optimum terhadap pembentukan dan produksi umbi mikro kentang pada sistem pengumbian cair-cair. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, IPB dan berlangsung sejak bulan Januari 1990 sampai Juni 1990.

Penelitian ini merupakan percobaan faktorial dengan dua faktor yaitu jenis sitokinin dan jenis zat penghambat tumbuh, masing-masing terdiri atas 4 jenis zat pengatur tumbuh. Perlakuan diberikan pada media pengumbian. Percobaan ini menggunakan media dasar Murashige dan Skoog (MS) ditambah sukrosa 3% untuk media pertunasan dan 9% pada media pengumbian. Pada kedua jenis media ditambahkan 4 ppm Ca Pantotenat.

Percobaan terdiri atas 3 tahap yaitu tahap perbanyakan eksplan, tahap pertunasan dan tahap pengumbian. Perlakuan diberikan pada tahap pengumbian. Jenis Sitokinin yang digunakan ialah 5 ppm BA, 10 ppm Kinetin, 50 ppm Benomyl dan 100 ppm Adenin Sulfat. Sedangkan jenis zat

penghambat tumbuh yang digunakan ialah 25 ppm Coumarin, 600 ppm CCC, 10 ppm Paclobutrazol dan 3 ppm Uniconazole. Kedua golongan zat pengatur tumbuh tersebut dikombinasikan satu sama lain sehingga didapat 16 jenis perlakuan.

Dari hasil pengamatan didapatkan bahwa perlakuan jenis sitokinin tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata untuk semua peubah kecuali persentase bahan kering umbi. Persentase bahan kering umbi terbaik didapat dari perlakuan 5 ppm BA (20.9%), sedangkan perlakuan Adenin Sulfat memberikan nilai terendah (17.0%).

Pengaruh jenis zat penghambat tumbuh nyata pada peubah diameter dan bobot basah umbi, di mana perlakuan Uniconazole memberikan hasil terbaik (4.1 mm dan 54.7 mg) dan hasil terendah didapat dari perlakuan Coumarin (3.4 mm dan 38.13 mg). Namun demikian jumlah umbi dan persentase bahan kering umbi dari perlakuan Uniconazole paling rendah yaitu 4.9 umbi dan 17.0%. Jumlah umbi terbanyak pada saat panen didapat pada perlakuan Coumarin 25 ppm yaitu 6.8 umbi sedangkan persentase bahan kering tertinggi didapat dari perlakuan 600 ppm CCC yaitu 19.9%.

Kombinasi yang paling banyak menghasilkan umbi ialah perlakuan Benomyl 50 ppm + Coumarin 25 ppm (9 umbi/botol), sedangkan perlakuan terburuk ialah kombinasi Adenin Sulfat 100 ppm + Uniconazole 3 ppm (4.2 umbi/botol). Semua kombinasi mempunyai pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap kualitas umbi yang dihasilkan.



PENGARUH JENIS ZAT PENGHAMBAT TUMBUH DAN SITOKININ
TERHADAP PENGUMBIAAN *IN VITRO* KENTANG
(*Solanum tuberosum* L.)

Oleh :

RAINY SETIAWATY SUGIH

A 23 1205

Laporan Karya Ilmiah

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian
Institut Pertanian Bogor

JURUSAN BUDI DAYA PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

1991

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

FAKULTAS PERTANIAN, JURUSAN BUDI DAYA PERTANIAN

Kami menyatakan bahwa Laporan Karya Ilmiah yang disusun oleh :

Nama : RAINY SETIAWATY S.

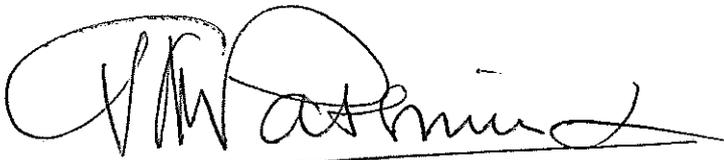
Nomor Pokok : A 23 1205

Judul : PENGARUH JENIS ZAT PENGHAMBAT TUMBUH

DAN SITOKININ TERHADAP PENGUMBIAAN

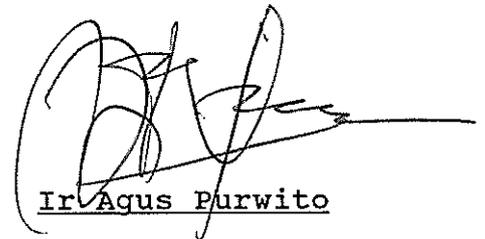
IN VITRO KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)

diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian, IPB.



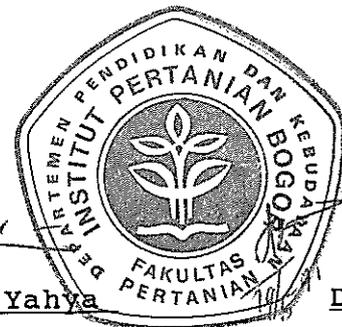
Prof Dr Ir Gustaaf A. Wattimena MSc.

Dosen Pembimbing I



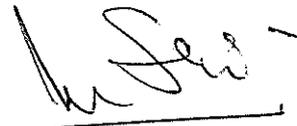
Ir Agus Purwito

Dosen Pembimbing II



Dr Ir Sudirman Yahya

Ketua Jurusan



Dr Ir Sri Setyati Harjadi

Ketua P. S. Agronomi

17 MAY 1991

Bogor,

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bogor pada tanggal 5 Oktober 1967 sebagai anak pertama dari dua bersaudara keluarga Ridwan Sugih dan Elly Tantri.

Setelah menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak Kanak Kesatuan, Bogor pada tahun 1974 penulis mengikuti pendidikan dasar di SD Kesatuan Pagi, Bogor sampai tahun 1980. Pada tahun 1983, penulis lulus dari SMP Kesatuan, Bogor dan melanjutkan Pendidikan di SMA Regina Pacis, Bogor. Penulis lulus SMA pada tahun 1986.

Setelah menyelesaikan pendidikan lanjutan atas, pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di Institut Pertanian Bogor melalui Program PMDK. Tahun 1987 penulis diterima di Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan selanjutnya mengambil Program Studi Agronomi dengan Program Studi Khusus Hortikultura.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Tuhan yang telah menyertai dan melimpahkan berkatNya sehingga penulisan Laporan Karya Ilmiah ini dapat diselesaikan.

Laporan Karya Ilmiah ini merupakan hasil percobaan perbanyakan tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara *in vitro*. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor mulai bulan Januari 1990 hingga Juni 1990.

Terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada Bapak G. A. Wattimena dan Bapak Agus Purwito yang telah bersedia membimbing dan memberi pengarahan pada penulis dalam pelaksanaan percobaan ini, serta kepada Bapak M. A. Chozin yang telah bersedia menjadi dosen penguji.

Penulis juga menyampaikan terima kasih pada seluruh karyawan laboratorium kultur jaringan atas bantuan dan kerjasamanya selama pelaksanaan percobaan.

Terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman yang telah memberikan bantuan dan kerjasama selama percobaan dan penyusunan laporan, khususnya kepada Tyas, Sun sun, Rici, Rati dan Sheila.

Penulis berharap agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Bogor, Mei 1991

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan Percobaan	4
Hipotesa	4
TINJAUAN PUSTAKA	
Perbanyakkan tanaman secara <i>in vitro</i>	5
Perbanyakkan kentang secara <i>in vitro</i>	6
Faktor yang mempengaruhi pembentukan umbi mikro.....	7
Media tumbuh	7
Zat Pengatur Tumbuh	11
Sitokinin	11
Inhibitor	13
Zat Penghambat Tumbuh	14
BAHAN DAN METODA	
Tempat dan Waktu Percobaan	16
Bahan dan Alat	16
Rancangan Perlakuan	17
Prosedur Percobaan	18
Sterilisasi botol dan alat	18
Perbanyakkan tunas <i>in vitro</i>	18

	Halaman
Pembuatan media	19
Penanaman	19
Pertunasan	21
Pengumbian	21
Pembuatan media	21
Penambahan media	21
Pengamatan Respons	22
Analisa Statistika	22
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Persentase Pengumbian	25
Jumlah Umbi	28
Diameter Umbi	34
Bobot Basah Umbi	36
Persentase Bahan Kering Umbi	38
Saat Pecah Dormansi	40
KESIMPULAN DAN SARAN	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

Nomor Halaman

Teks

1. Pengaruh Kombinasi Sitokinin dan Zat Penghambat Tumbuh terhadap Persentase Pengumbian *in vitro*... 26
2. Pengaruh Jenis Sitokinin dan Zat Penghambat Tumbuh terhadap Rata-rata Jumlah Umbi tiap Botol 30
3. Pengaruh Kombinasi Sitokinin dan Zat Penghambat Tumbuh terhadap Rata-rata Jumlah Umbi tiap Botol. 31
4. Pengaruh Jenis Sitokinin dan Zat Penghambat Tumbuh terhadap Diameter, Bobot Basah dan Persentase Bahan Kering Umbi pada Saat Panen (8 MSP) 34
5. Pengaruh Kombinasi Jenis Sitokinin dan Zat Penghambat Tumbuh terhadap Diameter, Bobot Basah dan Persentase Bahan Kering Umbi pada Saat Panen (8 MSP) 35
6. Pengaruh Jenis Sitokinin dan Zat Penghambat Tumbuh terhadap Lamanya Dormansi ; Persentase Perkecambah-an pada 11, 13, 16, 19 Minggu Setelah Panen (MSP). 40

Lampiran

1. Komposisi Media Murashige dan Skoog 48
2. Kombinasi Perlakuan yang Diberikan 49
3. Sidik Ragam Jumlah Umbi pada 2 MSP (data transformasi $\sqrt{x + 0.5}$) 50

4.	Sidik Ragam Jumlah Umbi pada 4 MSP (data transformasi $\sqrt{x + 0.5}$)	50
5.	Sidik Ragam Jumlah Umbi pada 6 MSP (data transformasi $\sqrt{x + 0.5}$)	51
6.	Sidik Ragam Jumlah Umbi pada 8 MSP (data transformasi $\sqrt{x + 0.5}$)	51
7.	Sidik Ragam Diameter Umbi pada 8 MSP	52
8.	Sidik Ragam Bobot Basah Umbi pada 8 MSP	52
9.	Sidik Ragam Persentase Bahan Kering Umbi pada 8 MSP	53

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Umbi yang terbentuk pada perlakuan Benomyl + Coumarin	33
2.	Umbi yang terbentuk pada perlakuan AS + Uniconazole	33

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kentang merupakan salah satu sayuran yang mendapat prioritas untuk dikembangkan karena berdampak tinggi terhadap pasar dalam negeri serta berpotensi untuk diekspor, tidak cepat membusuk dan memiliki nilai gizi yang baik (Kusumo dan Adiyoga, 1985).

Di Indonesia, kentang dipanen dari lahan dataran tinggi seluas 24.000 Ha/tahun tetapi hasil yang dicapai masih rendah, yaitu lebih kecil dari 10 ton/Ha. Hasil yang didapat melalui pengelolaan yang intensif di kebun percobaan bisa mencapai 20 sampai 30 ton/Ha. Kusumo dan Adiyoga (1985) menyatakan bahwa hasil yang rendah ini disebabkan oleh penggunaan bibit yang kurang bermutu dan kurang tepatnya cara pengendalian hama dan penyakit.

Penanaman kentang di Indonesia menggunakan bibit berupa umbi bibit dengan kebutuhan 1 - 2 ton/Ha. Usaha dan pembibitan umbi bibit konvensional yang bermutu di Indonesia menemui kesukaran karena tidak terdapat areal yang bebas vektor virus kentang dan tidak adanya selang waktu di mana vektor virus kentang tidak dapat hidup. Hal ini menyebabkan Indonesia terpaksa mengimpor bibit bersertifikat yang mahal.

Alternatif pengganti yang mungkin digunakan adalah penggunaan biji botani (*true potato seed*) dan stek mikro

atau umbi mikro hasil kultur jaringan. Penggunaan biji botani memerlukan biaya yang lebih rendah daripada umbi bibit, menghasilkan benih dalam jumlah banyak, bebas penyakit yang ditularkan lewat umbi, mudah ditransportasikan dan resiko kerusakan pada saat penyimpanan lebih sedikit. Namun demikian pengembangan biji botani di Indonesia agak sulit dilakukan karena sukarnya tanaman membentuk buah, tidak seragamnya tanaman asal biji, waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan tanaman dewasa lebih lama dan kepekaan tanaman yang tinggi terhadap gulma pada awal pertumbuhan.

Alternatif lain dapat dikembangkan dalam usaha penyediaan bibit kentang terutama bagi negara tropis ialah melalui metoda kultur jaringan. Melalui metoda perbanyakan ini dapat dihasilkan umbi dan tunas mikro kentang. Tanaman yang tumbuh akan seragam dan sama dengan tetuanya, dapat diusahakan bebas dari virus dan lebih murah dari bibit impor. Umbi mikro menurut Wattimena dan Purwito (1988) sebagai bibit lebih baik dari pada tunas mikro dalam hal tidak perlunya aklimatisasi, kemudian transportasi dan penyimpanan lebih mudah.

Namun demikian biaya produksi umbi mikro masih cukup mahal dan harus ditekan agar dapat bersaing dengan harga bibit konvensional. Salah satu alternatif yang dapat diambil dengan memanipulasi media dan lingkungan tumbuh (Wattimena, 1983). Manipulasi komposisi media tidak hanya bertujuan untuk menekan biaya produksi tetapi juga untuk meningkatkan produksi dan kualitas umbi mikro.

Pada keadaan normal di lapangan, pengumbian dirangsang oleh hari pendek, intensitas cahaya yang tinggi, temperatur malam yang rendah, kadar nitrogen yang rendah. Dalam pengumbian kentang *in vitro* keadaan yang dimanipulasi ialah konsentrasi nitrogen, temperatur, fotoperiode, sukrosa dan zat pengatur tumbuh.

Berbagai metode induksi pengumbian telah dilakukan, antara lain dengan penggunaan sitokinin, Coumarin dan retardan secara tunggal maupun kombinasi. Zat penghambat tumbuh yang pertama kali diteliti pengaruhnya terhadap pembentukan umbi mikro kentang ialah Cycocel atau CCC pada konsentrasi 500 ppm (Tovar et al., 1985). Penggunaan Paclobutrazol yang optimum untuk pengumbian kentang *in vitro* ialah 10 ppm menurut Fatimah (1989). Sedangkan Uniconazole merupakan zat penghambat tumbuh yang belum lama digunakan untuk menginduksi pembentukan umbi mikro kentang. Konsentrasi optimum dari Uniconazole berkisar antara 0.75 sampai 3.00 ppm (Fatimah, 1989). Zat penghambat tumbuh lainnya yang banyak digunakan dalam menginduksi pembentukan umbi mikro kentang ialah Coumarin yang tergolong sebagai inhibitor. Menurut Wattimena (1983) konsentrasi optimum Coumarin ialah 25 ppm.

Sitokonin merupakan zat pengatur tumbuh yang diketahui memegang peranan penting dalam pengumbian kentang (Palmer dan Smith, 1969). Beberapa jenis sitokinin eksogen yang pernah diteliti pengaruhnya terhadap inisiasi dan perkembangan umbi kentang ialah Benzil Adenin (BA),

Kinetin, 2iP dan Adenin Sulfat. Suatu senyawa yang biasa digunakan sebagai fungisida juga diketahui memiliki aktivitas yang mirip dengan sitokinin. Senyawa ini dikenal sebagai Benomyl. Dari percobaan yang telah dilakukan oleh Gunawan (1987) diketahui bahwa konsentrasi optimum BA ialah 5 ppm, sedangkan Kinetin optimum pada 10 ppm. Konsentrasi optimum Benomyl ialah 50 ppm dan Adenin Sulfat optimum pada konsentrasi 100 ppm (Artati, 1989; Inawati, 1989).

Tujuan Percobaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi beberapa jenis sitokinin dan zat penghambat tumbuh yang diberikan pada konsentrasi optimum terhadap pembentukan dan produksi umbi mikro kentang pada media pengumbian cair-cair.

Hipotesa

Terdapat perbedaan pengaruh antara berbagai kombinasi perlakuan sitokinin dan zat penghambat tumbuh terhadap pembentukan dan produksi umbi mikro kentang.

TINJAUAN PUSTAKA

Perbanyak tanaman secara *in vitro*

Metode kultur jaringan merupakan usaha untuk mengisolasi sel, sekelompok sel atau organ tanaman, menumbuhkannya dalam keadaan aseptik untuk dapat menghasilkan tanaman baru yang dapat ditanam dalam media non aseptik (Gunawan, 1988).

Berdasarkan jenis eksplan yang digunakan, metode kultur jaringan dapat dikelompokkan dalam kultur organ, kultur kalus, kultur suspensi, kultur protoplasma dan kultur haploid (Gunawan, 1988).

Kultur organ merupakan kultur yang diinisiasi dari bagian-bagian tanaman seperti tunas adventif, tunas aksilar, daun, bunga dan sebagainya (Gunawan, 1988).

Perbanyak tanaman melalui metode kultur jaringan jika dibandingkan dengan metode perbanyak konvensional memiliki kelebihan dalam kemampuannya untuk menghasilkan klon dalam jumlah banyak dalam waktu relatif singkat tanpa merusak pohon induk dan dapat dihasilkan secara berkesinambungan. Tahapan kerja kultur jaringan tanaman dapat dibagi tiga atau empat tahap tergantung jenis tanaman. Gunawan (1988) menguraikan empat langkah metode kultur jaringan yaitu persiapan media kultur, persiapan bahan tanaman (eksplan) dan penanaman pada media aseptik sehingga mendapat eksplan *in vitro* yang bebas kontaminan, menumbuhkan eksplan dalam lingkungan terkendali dan

memperbanyak propagula serta memindahkan bakal tanaman ke lapang.

Menurut George dan Sherrington (1984) ada empat faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan morfologi tanaman *in vitro*, yaitu genotipe, substrat, lingkungan tumbuh serta sifat-sifat fisiologis jaringan. Sedangkan Gamburg dan Shyluk (1981) mengemukakan dua faktor yang perlu diperhatikan dalam kultur jaringan tanaman, yaitu sifat-sifat eksplan dan media tumbuh.

Perbanyakan kentang *in vitro*

Perbanyakan kentang *in vitro* dapat dilakukan melalui tunas mikro dan umbi mikro. Pemindahan *plantlet* vegetatif hasil perbanyakan *in vitro* ke lingkungan luar agak sulit karena memiliki resiko kegagalan yang cukup tinggi jika tidak dilakukan dengan prosedur yang baik. Sebaliknya umbi mikro yang dorman dapat dipanen dalam kondisi *in vitro* dengan lebih mudah, demikian pula halnya dengan penyimpanan, pengangkutan dan penanamannya di lapangan. Karena itu dikembangkan suatu metoda pengumbian *in vitro* untuk memperbanyak tanaman kentang.

Metode perbanyakan kentang konvensional dilakukan melalui umbi. Proses pengumbian kentang sebenarnya tidak terbatas bagian bawah permukaan tanah saja (stolon), tetapi setiap buku pada batang dapat membentuk umbi. Sifat inilah yang dipakai sebagai dasar untuk memanipulasi pembentukan umbi *in vitro* (Gunawan, 1987).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa 95% umbi mikro dapat menghasilkan *plantlet* baru (Dodds, 1984).

Eksplan yang digunakan untuk pengumbian *in vitro* ialah stek mikro berbuku dua. Untuk mendapatkan respons pertumbuhan yang baik dan eksplan yang tegar perlu ditambahkan sukrosa 4% dan Ca-pantothenat minimal 2 ppm kedalam media MS yang dijadikan media pertunasan. Zat pengatur tumbuh yang mendorong pengumbian dan sukrosa pada konsentrasi yang tepat ditambahkan ke dalam media pengumbian untuk mendapatkan hasil yang baik.

Menurut Hussey dan Stacey (1981), umbi mikro dapat terbentuk secara langsung pada buku tunas eksplan atau secara tidak langsung pada tunas aksilar. Pembentukan umbi aksilar lebih menguntungkan dari pada umbi terminal yang terbentuk pada ujung tunas karena dapat menghasilkan lebih dari satu umbi pada tiap buku eksplan (Wattimena, 1986). Diameter umbi kentang yang terbentuk secara *in vitro* berkisar antara 0.3-1.0 cm, karena itu umbi *in vitro* disebut umbi mikro.

Faktor yang mempengaruhi pembentukan umbi mikro

Pembentukan umbi *in vitro* dapat diinduksi dengan mengatur komposisi media, lingkungan tumbuh dan pemberian zat pengatur tumbuh yang sesuai.

Media tumbuh

Media yang paling umum dipakai untuk kultur jaringan kentang ialah media MS (Hussey dan Stacey, 1981). Pada prinsipnya media ini terdiri dari campuran garam-garam anorganik, karbon dan sumber energi serta vitamin. Zat-zat lain seperti nitrogen organik dan senyawa kompleks tidak mutlak diperlukan (Gamborg dan Shyluk, 1981).

Sistim pengumbian dapat dilakukan pada media padat atau cair-cair. Pada sistim pengumbian padat-cair eksplan ditumbuhkan pada media padat, setelah 4 minggu ditambahkan media pengumbian yang cair. Jika menggunakan sistim cair-cair, eksplan yang ditanam pada media berbentuk cair setelah 4 minggu ditambahkan media pengumbian yang juga berbentuk cair. Wattimena, Purwito dan Widodo (1987) menyatakan bahwa produktivitas umbi mikro dipengaruhi oleh cara pemindahan tunas *in vitro* dari media pertunasan ke dalam media pengumbian. Menurut Wattimena (1983) penggunaan media pengumbian berbentuk cair akan menghasilkan umbi yang lebih besar dibandingkan media pengumbian berbentuk padat. Penggunaan media pengumbian cair juga akan memperbesar bobot basah umbi dan persentase berat kering umbi (Wattimena, 1986). Bobot kering umbi dan ukuran yang dihasilkan melalui media pengumbian cair lebih besar karena sebagian umbi terbenam dalam media sehingga diduga absorpsi gula dan hara lebih banyak dibandingkan dalam media padat yang translokasinya dilakukan lewat tunas.

Tanaman kentang *in vitro* tidak dapat melakukan fotosintesa, karena itu sumber energi dan karbohidrat disuplai melalui penambahan sukrosa. Menurut Wang dan Hu (1983), konsentrasi sukrosa dalam media pengumbian mempengaruhi kecepatan dan persentase pembentukan umbi *in vitro*. Hal tersebut didukung oleh hasil percobaan yang dilakukan oleh Meilinda (1990) di mana peningkatan konsentrasi sukrosa akan meningkatkan kecepatan inisiasi umbi, jumlah umbi berdiameter kurang dari 2 mm dan bobot basah umbi. Sebaliknya Smith (1977) menyatakan bahwa konsentrasi sukrosa tidak mempengaruhi inisiasi umbi *in vitro*, tetapi bila inisiasi umbi diinduksi oleh sitokinin (Kinetin) maka dibutuhkan konsentrasi sukrosa sebesar 6% atau lebih. Menurut Meilinda (1990), konsentrasi sukrosa 9% memberikan hasil yang terbaik dibandingkan konsentrasi yang lebih rendah.

Selain kadar sukrosa, inisiasi umbi kentang *in vitro* juga dipengaruhi oleh kadar nitrogen dalam media. Konsentrasi nitrogen yang tinggi pada media pengumbian akan menghambat inisiasi umbi, terutama yang diinduksi oleh Coumarin (Stallknecht dan Farnsworth, 1979). Efek penghambatan inisiasi umbi yang diinduksi oleh Coumarin dapat dikurangi dengan penambahan karbohidrat dalam konsentrasi yang tinggi (Stallknecht dan Farnsworth, 1979). Berbeda dengan hal di atas, induksi pengumbian oleh sitokinin tidak dipengaruhi kadar nitrogen media baik yang rendah maupun yang tinggi (Wang dan Hu, 1983).

Lingkungan tumbuh kultur

Temperatur yang ideal untuk pengumbian *in vitro* menurut Wang dan Hu (1982) ialah 20°C. Temperatur diatas 28°C akan menghambat pengumbian. Temperatur yang konstan lebih efektif daripada temperatur siang dan malam yang berubah-ubah. Hussey dan Stacey (1981) menyatakan bahwa kisaran temperatur optimum ialah 20° sampai 25°C dan pengumbian akan sedikit dipercepat pada suhu 20°C. Menurut Stallknecht dan Farnsworth (1982a), temperatur yang sesuai untuk pengumbian yang diinduksi oleh Coumarin berkisar antara 20° sampai 25°C. Temperatur di bawah 15°C akan menghambat pengumbian dan pada 30°C pengumbian tidak terjadi. Temperatur yang dianjurkan oleh Wattimena (1983) ialah 15°C. Menurut Hartmann dan Kester (1983) aktivitas sitokinin akan menurun pada temperatur yang tinggi.

Lama penyinaran yang diberikan selama pembentukan umbi *in vitro* bervariasi dimulai dari kondisi gelap total (Stallknecht dan Farnsworth, 1982 a,b; Wattimena, 1983) sampai pada penyinaran terus menerus (Hussey dan Stacey, 1981). Wang dan Hu (1982) mengemukakan bahwa fotoperiode 8 jam menghasilkan jumlah umbi yang lebih banyak daripada fotoperiode selama 16 jam dengan intensitas cahaya 100 luks.

Faktor lain yang mempengaruhi pembentukan umbi *in vitro* ialah pH media. Stallknecht dan Farnsworth (1982a) mengemukakan bahwa pH yang optimum bagi pengumbian kentang ialah 5.6. Pembentukan umbi dan pertumbuhan akar tidak

dipengaruhi oleh pH media dalam kisaran 4.5 sampai 7.5. Nilai pH 8.5 akan menekan pengumbian sedangkan pH 9.5 akan sama sekali menghambat pengumbian dan menekan pertumbuhan akar.

Zat Pengatur Tumbuh

Pengumbian *in vitro* kentang dapat diinduksi dengan menambahkan zat pengatur tumbuh yang dapat mendorong pengumbian dan mengurangi zat pengatur tumbuh yang menghambat pengumbian (gibberellin). Sitokinin merupakan zat pengatur tumbuh yang dapat menginduksi pengumbian kentang, sedangkan zat penghambat tumbuh dan inhibitor diketahui telah menekan pengaruh gibberelin endogen (Wattimena, 1983).

Sitokinin. Pengumbian *in vitro* kentang akan terjadi jika sitokinin eksogen ditambahkan dalam media pengumbian. Wattimena (1983) menyatakan bahwa sitokinin dibutuhkan jika proses pengumbian dilakukan dalam kondisi tanpa cahaya. Sitokinin berfungsi mengatur pembelahan sel dan khususnya membentuk sebuah wadah baru sebagai tempat akumulasi asimilat serta memobilkan asimilat ke lokasi umbi terbentuk (Palmer dan Smith, 1969). Selain itu sitokinin juga bekerja menghambat dominansi apikal dan merangsang pembentukan tunas aksilar.

Kelompok sitokinin terdiri atas berapa jenis yaitu : Zeatin, Zip, Kinetin dan BA. Di samping itu ada juga senyawa-senyawa yang mempunyai aktivitas sitokinin seperti Adenin Sulfat, Benomyl, Difenil urea dan air kelapa.

Benzyl adenin (6-benzyl adenin) memiliki konsentrasi optimum 5 ppm (Gunawan, 1987). Pada penelitian yang dilakukan oleh Wang dan Hu (1982) didapatkan bahwa pada penggunaan konsentrasi BA antara 0.01-30 ppm, hasil terbanyak didapatkan dari perlakuan 10 ppm BA. Selanjutnya Puspitaningtyas (1988) menyatakan bahwa kombinasi perlakuan 12% sukrosa dengan 2 ppm BA memberikan bobot basah dan bobot kering umbi yang lebih baik daripada perlakuan yang menggunakan 4 ppm BA maupun yang tidak menggunakan BA. Gunawan (1987) juga menyatakan bahwa konsentrasi optimum Kinetin ialah 10 ppm. Kinetin (6-furfurylaminopurine) diduga mempengaruhi pembentukan umbi dengan menekan aktivitas enzim hidrolase pati dan merangsang aktivitas enzim sintetase pati (Smith dan Palmer, 1970). Menurut Stallknecht dan Farnsworth (1982a) Kinetin dapat meningkatkan pembentukan umbi mikro kentang yang diinduksi Coumarin.

Benomyl (Methyl 1-(butyl carbamyl) 2 benzimidazol carbamate) dikenal sebagai senyawa yang mempunyai aktivitas seperti sitokinin dan merupakan bahan aktif dari Benlate, suatu fungisida sistemik (Presmann dan Palevitch, 1973). George dan Sherrington menyatakan bahwa Benomyl mempunyai aktivitas anti virus. Menurut Moore (1979), benzimidazole yaitu gugus heterosiklik yang merupakan penyusun utama Benomyl mempunyai pengaruh yang mirip Kinetin dalam hal mencegah penuaan dan juga mampu menekan respirasi. Wattimena (1987) menyatakan bahwa aktivitas sitokinin yang dimiliki benzimidazole dan adenin sangat rendah. Artati (1989)

mendapatkan bahwa kombinasi 25 ppm Coumarin dan 50 ppm Benomyl memberikan hasil umbi yang baik.

Adenin Sulfat digunakan secara luas untuk media kultur jaringan karena memiliki pengaruh yang serupa sitokinin (George dan Sherrington, 1984). Menurut Wetherell (1982) dan Wattimena (1987), adenin sulfat mempunyai aktivitas sitokinin yang rendah. Menurut Inawati (1989), adenin sulfat berpengaruh terhadap bobot basah dan bahan kering umbi pada konsentrasi 100 ppm.

Inhibitor. Coumarin dan turunannya merupakan senyawa yang terdapat pada beberapa tanaman dan biji. Coumarin dapat merangsang atau menghambat pertumbuhan, tergantung pada jenis tanaman, konsentrasinya dan ada tidaknya senyawa yang dapat mengubah peranannya.

Induksi pengumbian yang dilakukan oleh Coumarin dapat dihambat oleh konsentrasi nitrogen, ABA, GA, IAA dan NAA yang tinggi (Stallknecht dan Farnsworth, 1982a). Penulis yang sama menyatakan bahwa Coumarin merupakan komponen dari sebuah kompleks β -inhibitor yang berperan dalam inisiasi umbi *in vitro*.

Sintesa protein dan asam nukleat diperlukan dalam proses pengumbian yang diinduksi oleh Coumarin. Hal ini disimpulkan oleh Stallknecht dan Farnsworth, 1982b yang mengamati bahwa keberadaan inhibitor sintesa protein akan menghambat pembentukan umbi yang diinduksi oleh Coumarin.

Wattimena (1983) menyatakan bahwa konsentrasi optimum Coumarin ialah 25 ppm dan kombinasinya dengan 10 ppm

Kinetin akan menghasilkan rata-rata 4.12 umbi dengan bobot basah 143 mg. Stallknecht (1972) berpendapat bahwa Coumarin mempunyai kisaran optimum antara 25 ppm sampai 50 ppm.

Zat Penghambat Tumbuh. Kelompok zat penghambat tumbuh terdiri dari atas bebe-rapa jenis zat pengatur tumbuh yang memiliki kemampuan penghambat pertumbuhan sel-sel meristem subapikal. Menurut Dicks (1979), zat penghambat tumbuh dapat menghambat sintesa gibberellin endogen.

CCC (Chlorocholine chloride) tergolong pada trialkilamonium N dengan nama lain Chlormequat atau Cycocel. Meilinda (1990) menyatakan bahwa kombinasi media yang mengandung CCC memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan media yang tidak menggunakan CCC. Konsentrasi optimum CCC ialah 600 ppm dan jika dikombinasikan dengan 5 ppm BA dan sukrosa 9% dapat menginduksi pengumbian *in vitro* kentang dengan baik (Wattimena, 1988).

Paclobutrazol (1-(4-chlorophenyl)-4, 4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-yl) pentan-3-ol) tergolong senyawa triazole yang dapat memperpendek panjang ruas tanaman kentang dan meningkatkan kandungan klorofil pada daun kentang jika diaplikasikan di lapangan. Peningkatan rasio umbi-tajuk pada tanaman yang diberi paclobutrazol diduga merupakan efek pembagian asimilat pada perkembangan umbi (Balamani dan Povaiah, 1985). Berdasarkan penelitian yang dilakukan, Wattimena (1987b) menyatakan bahwa kisaran taraf konsentrasi 0.5-10 ppm paclobutrazol efektif merangsang pengumbian kentang *in vitro*. Selanjutnya Fatimah

(1989) menyatakan bahwa hasil terbaik didapat pada konsentrasi 10 ppm walaupun tak berbeda nyata dengan hasil dari perlakuan 5 ppm Paclobutrazol.

Uniconazole ((E)-1-(p-chlorophenyl)-dimethyl-1,2,4-triazol-1-yl)-1-penten-3-ol) memiliki cara kerja mirip dengan Ancymidol, paclobutrazol dan senyawa triazole lainnya. Cara kerja senyawa triazole ialah dengan mencapai meristem subapikal, lalu menghambat oksidasi kaurene menjadi kaurenoic acid sehingga biosintesa GA terhambat. Penghambatan biosintesa GA merupakan efek tidak langsung senyawa ini terhadap induksi umbi *in vitro* kentang. Pengaruh lainnya akibat terhambatnya biosintesa GA adalah penekanan perpanjangan sel sehingga tanaman menjadi kerdil. Konsentrasi optimum Uniconazole berada pada kisaran 0.75 ppm sampai 3 ppm (Fatimah, 1989).



BAHAN DAN METODA

Tempat dan Waktu Percobaan

Percobaan dilakukan di laboratorium Kultur Jaringan Jurusan Budidaya Pertanian IPB dengan kondisi lingkungan yang terkendali. Pada saat perbanyakan dan pertunasan, temperatur ruangan berkisar antara 20° sampai 25° C, kelembaban ruangan 70%, fotoperiode 16 jam per hari dengan intensitas cahaya 1000 luks sampai 2000 luks. Pada saat pengumbian kultur diinkubasi dalam ruangan gelap dengan temperatur antara 15° sampai 20°C.

Percobaan dilaksanakan pada bulan Januari 1990 sampai bulan Juni 1990.

Bahan dan Alat

Bahan tanaman yang digunakan pada percobaan ini berupa tunas mikro dengan 2 buku dari varietas kentang Red Pontiac.

Bahan media terdiri atas :

1. Media perbanyakan tunas

Media perbanyakan hanya di pergunakan untuk memperbanyak tunas mikro terdiri atas larutan MS ditambah sukrosa 3% dan Ca-Pantothemat 4 ppm.

2. Media pengumbian

Media ini merupakan media yang diberi perlakuan tambahan untuk menginduksi pengumbian kentang. Media terdiri

atas larutan MS, sukrosa 9% dan kombinasi sitokinin dan zat penghambat tumbuh sesuai perlakuan.

Sitokinin yang digunakan terdiri atas empat jenis, yaitu 5 ppm BA (S1), 10 ppm Kinetin (S2), 50 ppm Benomyl (S3) dan 100 ppm adenin sulfat (S4). Jenis Zat Penghambat Tumbuh yang ditambahkan ialah 25 ppm Coumarin (R1), 600 ppm CCC (R2), 10 ppm Paclobutrazol dan 3 ppm Uniconazole (R3 dan R4). Kombinasi perlakuan yang diberikan dapat dilihat pada Tabel Lampiran 2. Bahan lain yang digunakan yaitu Betadine, alkohol 90%, spiritus, aquades, karet gelang dan aluminium foil.

Pada percobaan ini digunakan alat-alat sebagai berikut : botol kultur sebanyak 500 botol, botol kecil untuk media pengumbian sebanyak 320 botol, rak kultur yang dilengkapi dengan lampu fluorescence 40 watt, alat tanam seperti pinset, gunting, gelas piala atau erlenmeyer, cawan petri, lampu spiritus dan *laminar air flow*. Alat pembuatan media antara lain labu takar, gelas pengaduk, neraca sartorius, gelas ukur dan erlenmeyer, serta pH-meter.

Rancangan Percobaan

Perlakuan pada percobaan ini diberikan pada media pengumbian. Penelitian ini merupakan percobaan faktorial dengan dua faktor yaitu jenis sitokinin (S) dan jenis zat penghambat tumbuh (R). Masing-masing faktor terdiri atas empat jenis zat pengatur tumbuh pada konsentrasi optimumnya. Jenis sitokinin terdiri atas 5 ppm BA (S1), 10 ppm

Kinetin (S2), 50 ppm Benomyl (S3) dan 100 ppm adenin sulfat (S4). Taraf jenis zat penghambat tumbuh terdiri atas 25 ppm Coumarin (R1), 600 ppm CCC (R2), 10 ppm Paclobutrazol (R3) dan 3 ppm Uniconazole (R4).

Seluruhnya terdapat 16 macam perlakuan seperti terlampir pada Tabel Lampiran 2 dan tiap perlakuan diulang 10 kali. Rancangan lingkungan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap. Tiap botol merupakan satu satuan percobaan.

Prosedur Percobaan

Sterilisasi botol dan alat

Botol dicuci bersih dengan deterjen sebelum disterilkan. Sterilisasi botol dan alat tanam dilakukan dengan memasukkan botol dan alat ke dalam autoclave dan dimasak pada tekanan 20 psi selama 60 menit. Botol yang telah disterilisasi siap dipakai tempat media. Alat-alat tanam seperti pinset, gunting dan cawan petri serta aquades juga harus disterilisasi sebelum digunakan.

Alat pembuatan media seperti labu takar, gelas piala pipet dan sebagainya tidak perlu disterilisasi tetapi cukup dicuci bersih dengan deterjen dan dikeringkan.

Perbanyak tunas *in vitro*

Bahan tanaman yang akan digunakan harus diperbanyak dulu agar kebutuhan untuk percobaan tercukupi. Eksplan yang dijadikan bahan tanaman harus seragam dan baik pertumbuhannya.

Pembuatan media. Untuk memudahkan pembuatan media Murashige and Skoog (MS), dibuat larutan stok yang dikelompokkan dengan kode A, B, C, D dan F yaitu larutan garam anorganik serta larutan G yang berisi campuran vitamin dan myoinositol. Masing-masing vitamin ditempatkan pada wadah yang terpisah dan baru dicampur pada pembuatan media. Pada larutan stok, konsentrasi senyawa-senyawa tersebut dipekatkan sampai 100 kali sehingga pada saat pembuatan media hanya dilakukan pengenceran larutan stok tersebut sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan. Susunan media MS yang digunakan dalam tahap perbanyakan dapat dilihat dalam Tabel Lampiran 1.

Selain itu ke dalam media ditambahkan sukrosa 3% dan 4 ppm Ca Pantothenat. Derajat kemasaman media diatur pada pH 6.0 dengan penambahan NaOH atau HCl 1 N pada media sampai mencapai pH yang diinginkan. Media dibuat padat dengan menambahkan 7 gr agar tiap liter media. Setelah itu media dimasak sampai mendidih sebelum dituang ke dalam botol. Botol berisi media ditutup dengan aluminium foil dan disterilisasi dalam autoclave pada tekanan 17.5 psi selama 30 menit. Media yang digunakan harus dalam keadaan steril dan biasanya disimpan satu minggu sebelum penanaman untuk melihat adanya kontaminasi.

Penanaman

Stek mikro yang dijadikan eksplan harus memiliki 2 buku. Ke dalam tiap botol kultur ditanam 6 potong eksplan. Penanaman dilakukan dalam kotak tanam (*laminar air*

flow) yang telah disinari dengan sinar ultra violet selama 1 jam sebelum penanaman. Semua alat dan botol yang dimasukkan ke dalam kotak tanam harus disemprot dengan alkohol 70% untuk mencegah masuknya kontaminan yang dapat mencemari lingkungan dalam kotak tanam yang steril. Alat tanam yang digunakan direndam dalam alkohol 90% dan dibakar pada lampu spiritus sebelum digunakan.

Cawan petri yang digunakan untuk menampung dan memotong eksplan diisi dengan aquades steril yang dicampur dengan 5 tetes betadine. Pada saat akan melakukan pengambilan tunas mikro untuk eksplan dan pada saat menanam, mulut botol dipanaskan di atas api, lalu aluminium foil dibuka dan dibakar. Sementara itu mulut botol harus dijaga agar tetap steril. Setelah eksplan dipotong, dan dimasukkan ke dalam cawan petri serta ditutup kembali, botol kultur ditutup dengan aluminium foil yang telah dibakar. Jika sudah didapatkan cukup stek mikro, penanaman dapat dimulai. Mula-mula mulut botol dipanaskan, kemudian tutupnya dan dibuka. Ke dalam tiap botol kultur dimasukkan 6 potong eksplan dengan 2 buku. Setelah itu ditutup kembali rapat-rapat dan diikat dengan karet gelang serta diberi tanda tanggal penanaman.

Selanjutnya botol kultur ditempatkan pada rak kultur dengan penyiraman lampu fluorescence selama 16 jam sehari dengan intensitas 1000-2000 luks, yaitu dengan dua buah lampu TL 40 watt yang diletakkan 50 cm di atas kultur. Temperatur ruangan dijaga antara 20^o-25^oC.

Pertunasan

Setelah jumlah eksplan mencukupi kebutuhan percobaan maka eksplan tersebut dipotong-potong lagi dan ditanam dalam media pertunasan. Media pertunasan memiliki komposisi yang sama dengan media perbanyakan hanya saja tidak ditambahkan agar-agar sehingga tetap berbentuk cair. Media cair tidak perlu dimasak sebelum dituangkan ke dalam botol. Media pertunasan diisi 5 ml /botol dalam botol yang bervolume 80 ml. Prosedur selanjutnya sama dengan pada media perbanyakan.

Pengumbian

Pembuatan media. Media pengumbian merupakan media MS cair seperti pada media pertunasan. Kedalamnya ditambahkan 9% sukrosa dan zat pengatur tumbuh sesuai perlakuan. Media diaduk rata dan diatur agar pHnya 6.0 dengan penambahan NaOH atau HCl 1 N. Tiap botol kecil diisi dengan 20 ml media pengumbian kemudian ditutup rapat dengan aluminium foil dan diikat dengan karet gelang. Tiap botol diberi kode sesuai perlakuan yang diberikan. Sterilisasi dilakukan pada autoclave dengan tekanan 17.5 psi selama 30 menit.

Penambahan media. Setelah eksplan dalam media pertunasan berumur 4 minggu, media akan habis atau hanya tersisa sedikit. Pada saat itu dilakukan penambahan media pengumbian ke dalam botol kultur secara aseptik dalam kotak tanam. Selama penambahan media, mulut botol harus

dijaga agar tidak terkontaminasi. Tiap botol diberi keterangan tanggal pengumbian, nomor perlakuan dan ulangan. Kemudian eksplan diinkubasikan dalam ruang gelap dengan temperatur rata-rata 17°C selama 8 minggu.

Pengamatan respon

Pengamatan terhadap waktu terbentuknya umbi, jumlah umbi dan persentase pengumbian dilakukan setiap minggu dan pada saat panen. Pemanenan umbi dilakukan setelah 8 minggu diinkubasikan dalam media pengumbian. Setelah pengamatan bobot basah, jumlah umbi dan diameter umbi, sebagian umbi diangin-anginkan lalu dimasukkan ke dalam botol kecil, ditaburi Dithane M45 untuk mencegah investasi cendawan lalu ditutup dengan aluminium foil. Sebagian umbi disimpan dalam oven selama beberapa hari sampai bobot keringnya stabil. Dari perbandingan bobot kering dengan bobot basah umbi didapatkan nilai persentase bahan kering umbi.

Pada umbi yang disimpan dalam botol kecil diamati saat pecahnya dormansi.

Analisa Statistika

Percobaan ini merupakan percobaan faktorial dengan dua faktor, yaitu jenis sitokinin (S) dan jenis zat penghambat tumbuh (R). Masing-masing faktor terdiri atas empat jenis zat pengatur tumbuh. Rancangan lingkungan yang digunakan ialah Rancangan Acak Lengkap dengan 10 ulangan.

Model matematika yang digunakan :

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + R_j + SR_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, 4$$

$$j = 1, 2, 3, 4$$

Y_{ijk} = pengaruh perlakuan ke-i dari faktor S (jenis sitokinin) dan perlakuan ke-j dari faktor R (jenis zat penghambat tumbuh) pada ulangan ke-k.

μ = rata-rata umum.

S_i = pengaruh perlakuan sitokinin ke-i

R_j = pengaruh perlakuan zat penghambat tumbuh ke-j

SR_{ij} = pengaruh interaksi antara perlakuan sitokinin dan zat penghambat tumbuh pada S ke-i dan R ke-j.

ϵ_{ijk} = galat pada perlakuan sitokinin ke-i, zat penghambat tumbuh ke-j dan ulangan ke-k.

Perbedaan antar perlakuan diuji dengan uji F yang dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Data jumlah umbi tiap botol ditransformasikan ke $\sqrt{x + 0.5}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan umbi pada tanaman kentang *in vitro* dapat dipengaruhi beberapa hal antara lain lingkungan tumbuh, zat pengatur tumbuh dan komposisi media. Faktor lingkungan tumbuh terdiri atas faktor temperatur, lama penyinaran dan pH media. Temperatur ruangan pengumbian pada percobaan ini berkisar antara 15°C sampai 20°C, tetapi kadang-kadang temperatur turun menjadi lebih rendah dari 15°C atau naik melebihi 20°C. Rata-rata temperatur ruangan berada pada 17°C. Menurut Wang dan Hu (1982), temperatur optimum untuk pengumbian *in vitro* kentang ialah 20°C, sedangkan Hussey dan Stacey (1981) memberikan kisaran temperatur 20°C - 25°C sebagai kondisi yang sesuai untuk pengumbian *in vitro*. Namun Wattimena (1983) menyatakan bahwa temperatur yang terbaik adalah 15°C. Hasil yang diperoleh pada percobaan ini tidak begitu memuaskan jika dibandingkan dengan percobaan terdahulu walaupun zat pengatur tumbuh yang dipergunakan telah diberikan dalam jumlah optimum. Diduga hal ini disebabkan oleh fluktuasi temperatur yang terjadi pada saat inisiasi pengumbian. Wang dan Hu (1982) menyatakan bahwa temperatur yang relatif stabil akan mendorong pembentukan umbi mikro lebih banyak daripada temperatur yang berfluktuasi, di samping itu menurut Stallknecht dan Farnsworth (1982a) temperatur di bawah 15°C akan menghambat pengumbian.

Persentase Pengumbian

Pada Tabel 1 tertulis hasil pengamatan dua minggu terhadap peubah persentase pengumbian. Persentase pengumbian tersebut merupakan nilai perbandingan rata-rata jumlah umbi dari tiap perlakuan pada saat pengamatan terhadap rata-rata jumlah umbi pada saat panen (8 MSP). Selain nilai persentase di atas juga terdapat persentase jumlah ulangan yang sudah membentuk umbi dari total ulangan tiap perlakuan pada saat pengamatan. Dari kedua cara penilaian persentase pengumbian di atas dapat disimpulkan hal yang berbeda. Pengertian pertama menunjuk pada kemampuan suatu zat pengatur tumbuh dalam mempercepat inisiasi umbi kentang *in vitro*. Penilaian kedua lebih bertujuan untuk melihat keseragaman pengaruh zat pengatur tumbuh dalam menginduksi pengumbian.

Berdasarkan persentase ulangan yang telah berumbi didapatkan bahwa pada minggu ke-2 perlakuan yang menggunakan Uniconazole 3 ppm telah mencapai 100% pengumbian. Sementara perlakuan lainnya belum menunjukkan keseragaman pengaruh. Perlakuan sitokinin yang paling seragam yaitu perlakuan Benomyl yang telah mencapai 97.5% pengumbian pada minggu kedua. Kombinasi perlakuan yang menunjukkan keseragaman paling tinggi adalah perlakuan Kinetin + Uniconazole, Benomyl + Paclobutrazol dan Benomyl + Uniconazole 3 ppm. Ketiga kombinasi perlakuan tersebut telah mencapai 100% sejak awal pengamatan. Data persentase pengumbian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Kombinasi Sitokinin dan Zat Penghambat Tumbuh Terhadap Persentase Pengumbian *in vitro*

Perlakuan	Persentase (%) Pengumbian pada :							
	2 MSP		4 MSP		6 MSP		8 MSP	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Benzyl Adenin +								
Coumarin	62.7	100	93.2	100	94.9	100	100.0	100
CCC	34.0	70	88.6	100	100.0	100	100.0	100
Paclobutrazol	27.9	80	66.2	90	95.6	100	100.0	100
Uniconazole	75.4	100	98.3	100	100.0	100	100.0	100
Kinetin +								
Coumarin	55.7	100	88.6	100	100.0	100	100.0	100
CCC	44.3	100	84.3	100	100.0	100	100.0	100
Paclobutrazol	16.3	40	61.2	100	95.9	100	100.0	100
Uniconazole	95.7	100	100.0	100	100.0	100	100.0	100
Benomyl +								
Coumarin	62.2	90	81.1	100	94.4	100	100.0	100
CCC	63.3	100	95.0	100	96.7	100	100.0	100
Paclobutrazol	70.6	100	97.1	100	100.0	100	100.0	100
Uniconazole	91.8	100	100.0	100	100.0	100	100.0	100
Adenin Sulfat +								
Coumarin	44.6	90	76.8	100	94.6	100	100.0	100
CCC	50.0	70	86.4	100	100.0	100	100.0	100
Paclobutrazol	35.3	50	86.3	100	100.0	100	100.0	100
Uniconazole	90.5	100	100.0	100	100.0	100	100.0	100

Keterangan : A : Persentase berdasarkan jumlah umbi saat pengamatan/jumlah umbi saat panen.

B : Persentase berdasarkan jumlah ulangan yang sudah berumbi/total ulangan

Kombinasi perlakuan yang paling cepat menginduksi pengumbian adalah perlakuan 4 (B A + Uniconazole), 8 (Kinetin + Uniconazole), 12 (Benomyl + Uniconazole) dan perlakuan 16 (A S + Uniconazole). Keempat kombinasi perlakuan di atas telah mencapai pengumbian di atas 75% pada 2 MSP dan pengumbian penuh (100%) tercapai pada minggu ke-4,

kecuali pada perlakuan 4 (B A + Uniconazole). Perlakuan lainnya mencapai 100% pada minggu ke-5, 6, 7 dan 8.

Pada awal pengamatan, kombinasi Kinetin + Paclobutrazol sama sekali belum menghasilkan umbi. Pada minggu ke-2 perlakuan tersebut baru mampu menginduksi 16.2% pengumbian. Namun pada minggu selanjutnya terjadi peningkatan inisiasi pengumbian dengan cepat, sehingga pada minggu ke-6 telah dapat menyamai perlakuan 1 (BA + Coumarin), 9 (Benomyl + Coumarin), 10 (Benomyl + CCC) dan 13 (AS + Coumarin) yang pada awal pengamatan telah menunjukkan persentase pengumbian yang tinggi (Tabel 1).

Perlakuan 9 (Benomyl + Coumarin) merupakan kombinasi yang paling lambat mencapai pengumbian penuh karena pada setiap pengamatan selalu terbentuk umbi baru. Kemampuan Benomyl dalam menghambat senesen diduga berhubungan dengan stimulasi RNA dan sintesis protein serta penghambatan degradasi RNA dan protein. Menurut Pressman dan Palevitch (1973) Benomyl efektif mempertahankan warna hijau pada brokoli yang disimpan pada temperatur tinggi (22° - 34° C) karena kemampuannya mengurangi respirasi. Pengaruh di atas diduga dapat mempengaruhi tunas kentang untuk tetap berproduksi pada akhir pengamatan (Artati, 1988).

Coumarin merupakan komponen kompleks β -inhibitor yang berperan aktif dalam proses inisiasi umbi kentang. Pembentukan umbi kentang dipengaruhi oleh perbandingan inhi-1982a). Jika inhibitor lebih banyak dari gibberelin

dalam tanaman maka akan terjadi inisiasi umbi, tetapi jika gibberelin lebih banyak, maka gibberelin akan menghambat inisiasi umbi. Coumarin sebagai komponen β -inhibitor ditambahkan untuk mempercepat inisiasi umbi berdasarkan pendapat di atas. Menurut Stallknecht dan Farnsworth (1982b) sintesa protein dan asam nukleat diperlukan dalam proses pengumbian yang diinduksi oleh Coumarin. Dengan demikian Benomyl yang dihubungkan dengan proses sintesa protein dan stimulasi RNA dalam aktifitasnya yang menghambat senesen, dapat mendukung induksi pengumbian oleh Coumarin sehingga hasilnya lebih baik dari kombinasi sitokinin dan retardan lainnya.

Jumlah Umbi

Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa perlakuan sitokinin yang menghasilkan jumlah umbi paling banyak ialah perlakuan Benomyl. Perlakuan Benomyl memberikan hasil yang berbeda nyata dari perlakuan lainnya pada 1 MSP - 4 MSP. Pada minggu-minggu selanjutnya perlakuan tersebut tetap menghasilkan jumlah umbi terbanyak walaupun tidak berbeda nyata dari perlakuan lainnya (Tabel 2). Pada semua pengamatan perlakuan Adenin Sulfat (AS) memberikan hasil jumlah umbi yang paling sedikit.

Menurut Sattelmacher dan Marschner (1978), sitokinin tidak langsung menginduksi pembentukan umbi mikro, tetapi berperan melalui pertumbuhan dan perkembangan umbi yang telah terbentuk yaitu dalam sintesa dan akumulasi pati.

Aktivitas sitokinin akan menimbulkan rangsangan pembelahan sel terutama di bagian korteks. Menurut Artati (1989) kombinasi Benomyl dan Coumarin memberikan hasil yang terbaik dibandingkan kombinasi Kinetin dan Coumarin. Adenin Sulfat memberikan hasil yang rendah karena aktivitas sitokininnya rendah (Wetherell, 1982).

Pada minggu kedua setelah perlakuan, jumlah umbi terbanyak dihasilkan dari perlakuan Uniconazole, tetapi sejak 4 MSP sampai 8 MSP hasil terbanyak diperoleh dari perlakuan Coumarin. Pada saat panen (8 MSP) jumlah umbi yang dihasilkan dari perlakuan Coumarin sebanyak 6,8 umbi berbeda nyata dengan jumlah umbi yang dihasilkan perlakuan Uniconazole yaitu 4.9 umbi.

Pengaruh Uniconazole yang menonjol pada awal pembentukan umbi diduga karena setelah mencapai meristem subapikal Uniconazole menghambat biosintesa GA dengan memblokir reaksi oksidatif kaurene menjadi asam kaurenat. Penghambatan biosintesa GA oleh Uniconazole menyebabkan penekanan perpanjangan sel yang nampak nyata dengan adanya penghambatan pertumbuhan vegetatif pada awal pengamatan. Uniconazole lebih efektif menekan pertumbuhan pecan jika dibandingkan dengan senyawa triazole lainnya yaitu paclobutrazol dan flurprimidol (Wood, 1988). Namun karena mulai 5 MSP tidak lagi terjadi penambahan jumlah umbi sementara pada perlakuan lain masih terbentuk umbi-umbi baru, maka

Tabel 2. Pengaruh Jenis Sitokinin dan Retardan terhadap Rata-rata Jumlah Umbi tiap Botol

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Umbi tiap Botol pada :							
	2 MSP		4 MSP		6 MSP		8 MSP	
	x	$\sqrt{x + 0.5}$	x	$\sqrt{x + 0.5}$	x	$\sqrt{x + 0.5}$	x	$\sqrt{x + 0.5}$
Sitokinin:								
Benzyl Adenin	2.85	1.73 A	4.88	2.25 AB	5.55	2.41 A	5.70	2.44 A
Kinetin	3.08	1.77 A	4.95	2.29 AB	5.85	2.48 A	5.90	2.49 A
Benomyl	4.68	2.20 B	6.13	2.52 B	6.50	2.58 A	6.58	2.59 A
Adenin Sulfat	2.85	1.70 A	4.65	2.22 A	5.30	2.37 A	5.38	2.39 A
Retardan:								
Coumarin	3.93	1.99 BC	5.83	2.44 A	6.60	2.60 B	6.78	2.64 B
CCC	2.93	1.74 AB	5.30	2.35 A	5.95	2.49 AB	6.00	2.50 AB
Paclobutrazol	2.33	1.54 A	4.63	2.20 A	5.78	2.46 AB	5.90	2.49 AB
Uniconazole	4.28	2.14 C	4.85	2.28 A	4.88	2.28 A	4.88	2.28 A

- Keterangan :
- x = data observasi
 - $\sqrt{x + 0.5}$ = data transformasi
 - Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 0.05.

Tabel 3. Pengaruh Kombinasi Sitokinin dan Retardan terhadap Rata-rata Jumlah Umbi tiap Botol.

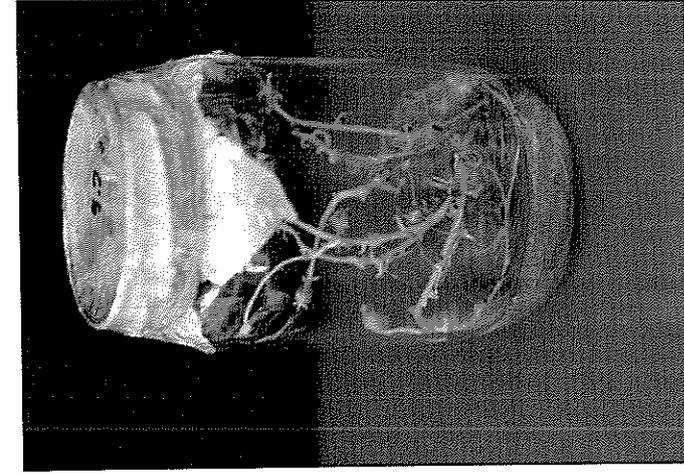
Perlakuan	Rata-rata Jumlah Umbi tiap Botol pada :								
	2 MSP		4 MSP		6 MSP		8 MSP		
	x	$\sqrt{x + 0.5}$	x	$\sqrt{x + 0.5}$	x	$\sqrt{x + 0.5}$	x	$\sqrt{x + 0.5}$	
BA									
Coumarin	3.7	2.02 bc	5.5	2.39	5.6	2.42	5.9	2.49 ab	
CCC	1.5	1.34 ab	3.9	2.05	4.4	2.17	4.4	2.17 a	
Paclobutrazol	1.9	1.47 abc	4.5	2.13	6.5	2.60	6.8	2.67 ab	
Uniconazole	4.3	2.12 bc	5.6	2.42	5.7	2.44	5.7	2.44 ab	
Kinetin									
Coumarin	3.9	2.00 bc	6.2	2.53	7.0	2.69	7.0	2.69 ab	
CCC	3.1	1.85 abc	5.9	2.51	7.0	2.72	7.0	2.72 ab	
Paclobutrazol	0.8	1.04 a	3.0	1.85	4.7	2.24	4.9	2.28 ab	
Uniconazole	4.5	2.20 bc	4.7	2.25	4.7	2.25	4.7	2.25 ab	
Benomyl									
Coumarin	5.6	2.31 c	7.3	2.72	8.5	2.92	9.0	2.93 b	
CCC	3.8	2.02 bc	5.7	2.43	5.8	2.46	6.0	2.50 ab	
Paclobutrazol	4.8	2.28 c	6.6	2.62	6.8	2.66	6.8	2.66 ab	
Uniconazole	4.5	2.19 bc	4.9	2.28	4.9	2.28	4.9	2.28 ab	
Adenin Sulfat									
Coumarin	2.5	1.67 abc	4.3	2.11	5.3	2.36	5.6	2.45 ab	
CCC	3.3	1.74 abc	5.7	2.41	6.6	2.63	6.6	2.63 ab	
Paclobutrazol	1.8	1.34 ab	4.4	2.19	5.1	2.35	5.1	2.35 ab	
Uniconazole	3.8	2.06 bc	4.2	2.16	4.2	2.16	4.2	2.16 a	

Keterangan : - x = data observasi
 - $\sqrt{x + 0.5}$ = data transformasi
 - Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 0.05.

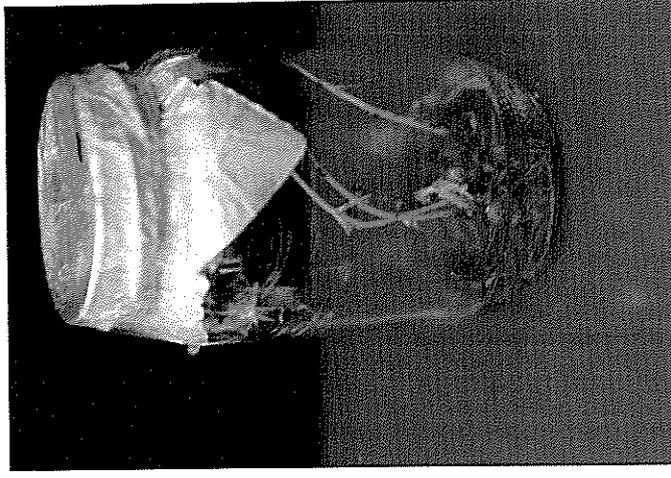
Uniconazole tidak lagi menjadi perlakuan yang terbaik dalam hal peubah jumlah umbi.

Pada Tabel 2 terlihat penambahan jumlah umbi yang terus terjadi sampai minggu ke-8 setelah perlakuan Coumarin. Hal ini diduga karena pada awal pengamatan pengumbian yang terjadi belum maksimal karena masih adanya pengaruh gibberelin endogen. Pada pertengahan hingga akhir pengamatan tanaman yang diinduksi oleh Coumarin masih aktif membentuk umbi baru karena diduga telah tercapai perbandingan inhibitor dan gibberelin yang optimum untuk inisiasi pengumbian. Hal tersebut didasarkan pada pendapat Smith dan Palmer (1970) yang menyatakan bahwa pembentukan umbi kentang diduga dipengaruhi oleh suatu keseimbangan antara gibberelin dengan inhibitor.

Hasil pengamatan yang tertera pada Tabel 3 menunjukkan bahwa sejak awal pengamatan kombinasi perlakuan Benomyl dan Coumarin (perlakuan 9) menghasilkan umbi yang paling banyak yaitu 5.6 umbi pada 2 MSP. Tanaman yang diberi kombinasi perlakuan tersebut tetap menghasilkan umbi baru pada tiap pengamatan sampai pada saat panen (8 MSP). Sebaliknya perlakuan AS + Uniconazole (perlakuan 16) yang semula tidak berbeda nyata dengan perlakuan 9 akhirnya menjadi perlakuan yang menghasilkan jumlah umbi akhir yang paling sedikit. Hal ini disebabkan tanaman tersebut tidak membentuk umbi baru sejak 4 MSP, padahal perlakuan lain masih membentuk umbi baru.



Gambar 1. Umbi yang Terbentuk pada Perlakuan Benomyl + Coumarin



Gambar 2. Umbi yang Terbentuk pada Perlakuan AS + Uniconazole

Kombinasi sitokinin yang terbaik dengan retardan terbaik ternyata mampu memberikan hasil yang lebih baik pada peubah jumlah umbi. Hal ini diduga disebabkan adanya interaksi positif dari aktivitas coumarin dalam menginduksi pengumbian kentang, seperti telah dijelaskan pada bagian persentase pengumbian. Gambar 1 dan 2 menunjukkan keadaan tanaman *in vitro* pada 8 MSP.

Tabel 4. Pengaruh Jenis Sitokinin dan Zat Penghambat Tumbuh terhadap Diameter, Bobot Basah dan Persentase Bahan Kering Umbi pada Saat Panen (8 MSP).

Perlakuan	Diameter (mm)		Bobot Basah (mg)		Persentase Bahan Kering (%)	
<u>Sitokinin</u>						
B A	3.55	a	40.83	a	20.90	a
Kinetin	3.70	a	44.29	a	19.34	a
Benomyl	3.89	a	50.43	a	18.41	ab
A S	3.66	a	46.70	a	16.99	b
<u>Zat Penghambat Tumbuh</u>						
Coumarin	3.40	y	38.13	y	19.28	x
CCC	3.57	y	42.96	y	19.85	x
Paclobutrazol	3.71	y	42.47	y	19.58	x
Uniconazole	4.12	x	54.68	x	16.95	x

Keterangan : - Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 0.05.

Diameter umbi

Ukuran umbi dinyatakan dalam diameter (mm) karena sebagian besar umbi berbentuk bulat. Tabel 4 menunjukkan bahwa pemakaian jenis sitokinin yang berbeda tidak memberikan hasil yang berbeda nyata. Dengan demikian tidak

bisa dinyatakan jenis sitokinin yang paling baik untuk peubah diameter. Pengaruh yang nyata terlihat pada penggunaan jenis retardan yang berbeda, dimana Uniconazole memberikan hasil yang terbaik yaitu 4.12 mm.

Tabel 5. Pengaruh Kombinasi Jenis Sitokinin dan Zat Penghambat Tumbuh terhadap Diameter, Bobot Basah dan Persentase Bahan Kering Umbi pada Saat Panen (8 MSP).

Perlakuan	Diameter (mm)	Bobot Basah (mg)	Persentase Bahan Kering (%)
Benzyl Adenin +			
Coumarin	3.39	36.90	19.92
CCC	3.42	41.57	21.96
Paclobutrazol	3.52	33.82	22.26
Uniconazole	3.87	51.03	19.61
Kinetin +			
Coumarin	3.37	38.36	20.45
CCC	3.44	36.46	18.34
Paclobutrazol	3.56	41.77	21.49
Uniconazole	4.43	60.40	17.08
Benomyl +			
Coumarin	3.41	41.15	18.22
CCC	3.96	56.66	18.98
Paclobutrazol	4.05	49.96	19.68
Uniconazole	4.15	53.93	16.77
Adenin Sulfat +			
Coumarin	3.45	35.93	18.56
CCC	3.44	37.15	20.15
Paclobutrazol	3.74	44.33	14.90
Uniconazole	4.04	53.37	14.35

Keterangan : Seluruh data pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 0.05.

Interaksi antara pengaruh jenis sitokinin dengan jenis retardan juga tidak nampak. Berdasarkan perbandingan nilai rata-rata diameter umbi yang dihasilkan pada tiap kombinasi perlakuan (Tabel 5) dapat dilihat bahwa perlakuan 14 (Kinetin + Uniconazole) memberikan umbi yang terbesar, diikuti dengan perlakuan 15 (Benomyl + Uniconazole), sedangkan umbi terkecil didapat dari perlakuan 2 (Kinetin + Coumarin).

Perlakuan Coumarin yang menghasilkan jumlah umbi terbanyak ternyata memiliki diameter yang paling kecil dibandingkan dengan perlakuan retardan lainnya. Hal tersebut diduga berhubungan satu sama lain. Jika umbi yang terbentuk banyak maka air, hara dan karbohidrat yang diterima tiap umbi lebih sedikit daripada tanaman yang berumbi sedikit. Selain itu perlakuan Coumarin mendorong pembentukan umbi terus menerus sampai akhir pengamatan. Umbi yang terbentuk pada 5 MSP sampai 7 MSP umumnya berukuran kecil karena penimbunan bahan-bahan di atas belum maksimum. Pada perlakuan Uniconazole umbi yang dihasilkan besar karena akumulasi asimilat dalam jumlah yang lebih banyak terjadi dalam waktu yang lebih lama.

Bobot basah umbi

Kombinasi sitokinin dan retardan tidak menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara seluruh perlakuan terhadap peubah bobot-basah umbi. Pengaruh jelas terlihat pada pemberian retardan. Hasil terbaik yaitu sebesar

54.68 mg didapat dari perlakuan Uniconazole, sementara perlakuan Coumarin menghasilkan umbi yang paling ringan.

Bobot basah umbi dari perlakuan Uniconazole lebih berat dibandingkan perlakuan lainnya karena diduga pembentukan umbi pada awal pengamatan menyebabkan akumulasi karbohidrat dan air serta bahan-bahan lainnya berlangsung dalam waktu yang lebih lama. Coumarin yang menghasilkan umbi lebih banyak dari Uniconazole ternyata bobot basah umbinya sangat kecil (38.13 mg). Hal tersebut diduga disebabkan kadar hara dan karbohidrat yang sama dengan perlakuan lainnya harus ditranslokasikan ke banyak umbi dan bahkan digunakan untuk membentuk umbi baru.

Pada Tabel 5 dapat dilihat nilai rata-rata bobot basah umbi yang dihasilkan tiap kombinasi perlakuan. Bobot basah terberat didapat dari kombinasi perlakuan Kinetin + Uniconazole (perlakuan 14) yaitu seberat 60.4 mg. Namun hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan hasil kombinasi Benomyl + CCC (perlakuan 10) dan Benomyl + Uniconazole (perlakuan 12). Hasil paling ringan didapat dari kombinasi perlakuan BA + Paclobutrazol (perlakuan 3) dengan bobot basah 33.82 mg. Tidak nyatanya interaksi antara sitokinin dengan retardan yang digunakan menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi jenis sitokinin yang baik dengan retardan yang terbaik belum tentu menghasilkan kombinasi yang terbaik untuk peubah bobot basah umbi.

Persentase bahan kering umbi

Persentase bahan kering menggambarkan kemampuan umbi untuk mengabsorpsi hara, vitamin dan sukrosa. Nilai persentase bahan kering umbi didapatkan dengan membandingkan bobot kering dengan bobot basah umbi yang lebih besar dari 5.0 mm diameternya. Umbi yang berukuran lebih kecil dari 5.0 mm tidak digunakan karena bobot keringnya terlalu kecil. Jika persentase bahan kering umbi di bawah 15% maka kualitas umbi kurang baik karena terlalu banyak mengandung air. Umbi yang terlalu berair mudah membusuk dan jika disimpan akan mengkerut serta tidak dapat berkecambah.

Dari hasil pengamatan yang diuji secara BNJ perlakuan sitokinin berbeda nyata pada taraf 5%. Persentase bahan kering umbi yang diberi perlakuan BA lebih besar dari ketiga perlakuan sitokinin lainnya, walaupun hanya berbeda nyata dengan perlakuan AS. Persentase bahan kering umbi dari perlakuan BA sebesar 20.90% sedangkan dari perlakuan AS sebesar 16.99% seperti tertulis pada Tabel 4.

Dengan demikian dapat diduga bahwa BA mampu mendorong akumulasi bahan padatan lebih baik daripada sitokinin lainnya. Hal tersebut mendukung hasil percobaan Radjapadmi (1988) yang menunjukkan bahwa persentase bahan kering umbi yang diinduksi oleh BA lebih besar dari perlakuan lainnya. Menurut Mingo-Castel, Young dan Smith (1976) sitokinin berperan dalam proses pengaturan aktivitas α -amilase. Dari informasi di atas diduga bahwa sitokinin mendorong

penimbunan karbohidrat dalam umbi kentang sehingga kandungan bahan padatan dalam umbi meningkat.

Pemakaian empat jenis retardan tidak memberi hasil persentase bahan kering umbi yang berbeda nyata. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata persentase terbesar didapat dari perlakuan CCC sedangkan nilai terkecil pada perlakuan Uniconazole. Hasil yang sama juga diperoleh dari percobaan yang dilakukan oleh Radjapadmi (1988), dimana nilai terbesar diperoleh dari perlakuan CCC walaupun tidak berbeda nyata dengan hasil perlakuan B9, Ancymidol maupun Paclobutrazol.

Interaksi antara jenis sitokinin dengan retardan tidak nyata pada hasil percobaan ini. Namun demikian kombinasi perlakuan sitokinin terbaik (BA) dengan retardan CCC menghasilkan umbi dengan persentase bahan kering yang paling besar yaitu 22.26% (Tabel 5). Radjapadmi (1988) mendapatkan bahwa persentase bahan kering dari umbi yang diinduksi pembentukannya oleh perlakuan BA + CCC hanya lebih rendah dari nilai yang diperoleh umbi dari perlakuan Benomyl + Ancymidol. Nilai terendah diperoleh dari perlakuan 16 yang merupakan kombinasi antara AS dengan Uniconazole. AS maupun Uniconazole merupakan sitokinin dan retardan yang menghasilkan umbi dengan persentase bahan kering paling rendah.

Saat pecah dormansi

Menurut Wattimena (1983) lamanya periode dormansi umbi tergantung pada kultivar dan konsentrasi sitokinin yang digunakan. Pada percobaan ini periode dormansi dihitung sejak pemanenan sampai perkecambahan terjadi.

Tabel 6. Pengaruh Jenis Sitokinin dan Zat Penghambat Tumbuh terhadap Lamanya Dormansi ; Persentase Perkecambahan pada 11, 13, 16, 19 MSP (Minggu Setelah Panen).

Perlakuan	Waktu Pengamatan			
	11 MSP	13 MSP	16 MSP	19 MSP
	----- % -----			
Benzyl Adenin +				
Coumarin	0	0	0	90
CCC	0	0	43	86
Paclobutrazol	14	14	57	92
Uniconazole	0	29	71	100
Kinetin +				
Coumarin	0	17	50	100
CCC	0	0	40	100
Paclobutrazol	0	0	30	100
Uniconazole	0	0	50	100
Benomyl +				
Coumarin	0	25	75	100
CCC	0	33	50	80
Paclobutrazol	0	29	57	86
Uniconazole	23	23	62	92
Adenin Sulfat +				
Coumarin	0	88	88	88
CCC	20	20	60	80
Paclobutrazol	0	50	50	83
Uniconazole	0	33	75	100

Perlakuan yang menggunakan kombinasi Adenin Sulfat dengan Coumarin merupakan kombinasi perlakuan yang paling

serempak saat pecah dormansinya, yaitu mulai 13 MSP tidak mengalami penambahan persentase perkecambahan lagi. Persentase perkecambahan pada seluruh perlakuan berkisar antara 80% pada kombinasi Benomyl + CCC dan AS + CCC sampai 100% pada kombinasi BA + Uniconazole, Benomyl + Coumarin dan AS + Uniconazole (Tabel 6).

Banyak umbi tidak berkecambah karena umbi menjadi kering dan sebagian umbi belum pecah dormansi. Diduga terdapat pengaruh residu dari retardan yang digunakan untuk menginduksi pengumbian. Dicks (1979) mengemukakan bahwa retardan dapat menghambat sintesa gibberelin endogen, suatu senyawa yang mendorong perkecambahan.

KESIMPULAN

Penggunaan jenis sitokinin yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata untuk semua peubah, kecuali persentase bahan kering umbi. Diameter, bobot basah dan jumlah umbi saat panen paling besar didapat dari perlakuan 50 ppm Benomyl yaitu sebesar 3.9 mm, 50.4 mg dan 6.6 umbi. Persentase bahan kering umbi terbesar didapat dari perlakuan 5 ppm BA, sedangkan nilai terendah didapat dari perlakuan AS pada konsentrasi 100 ppm.

Uniconazole pada konsentrasi 3 ppm mampu menginduksi pembentukan umbi lebih baik dari perlakuan 25 ppm Coumarin, 600 ppm CCC dan 10 ppm Paclobutrazol yang nyata pada peubah diameter (4.1 mm) dan bobot basah umbi (54.7 mg). Namun demikian menghasilkan jumlah dan persentase bahan kering umbi terendah yaitu masing-masing sebesar 4.9 umbi dan 16.9%. Hasil jumlah umbi terbanyak diperoleh dari perlakuan 25 ppm Coumarin, namun umbi yang terbentuk kecil (3.4 mm) dan ringan (38.1 mg). Persentase bahan kering terbaik diperoleh pada perlakuan 600 ppm CCC (19.9%).

Kombinasi jenis sitokinin dan zat penghambat tumbuh yang paling banyak menginduksi umbi *in vitro* ialah Benomyl 50 ppm + Coumarin 25 ppm, sedangkan perlakuan 100 ppm AS + 3 ppm Uniconazole memberikan hasil sebaliknya. Jumlah umbi dari kombinasi perlakuan Benomyl 50 ppm + Coumarin 25 ppm ialah 9 umbi per botol.

Tidak terdapat interaksi antara jenis sitokinin dan jenis zat penghambat tumbuh terhadap peubah diameter, bobot basah dan persentase bahan kering umbi pada saat panen.

SARAN

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh zat pengatur tumbuh yang digunakan untuk menginduksi pengumbian *in vitro* terhadap lamanya periode dormansi umbi dan daya kecambah umbi yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Artati, N. 1989. Pengaruh manipulasi media terhadap efisiensi pengumbian mikro kentang secara *in vitro*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Balamani, V. and B. W. Poovaiah. 1984. Retardation of shoot growth and promotion of tuber potato by paclobutrazol. *Am Potato J.* 62:363-369.
- Dicks, J. W. 1979. Mode action of growth retardants, pp. 1-26. *In* Recent Develoments in Use of Plant Growth BPGR Monographs No. 4.
- Dodds, J. H. 1984. Tissue culture propagation of potatoes advantages and disadvantages. International Potato Center. Lima. 6p.
- Fatimah. 1989. Pengaruh Beberapa Taraf Konsentrasi Retardan Paclobutrazol, B-9 dan Uniconazole terhadap Pembentukan Umbi Mikro Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gamborg, L. O. and J. P. Shyluk. 1981. Nutrition, media and characteristic of plant cell and tissue culture, pp. 21-44. *In* T. A. Thorpe (ed.). *Plant Tissue Culture Methods and Aplications in Agriculture.* Acad. Press. New York.
- George, E. F. and P. D. Sherrington. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture. Handbook and Directory of Commercial Laboratories.* Exegetics Ltd., Eversley, Basingstoke. 709 p.
- Gunawan, D. L. 1987. Pengaruh Konsentrasi Benzyl Adenin dan Kinetin terhadap Pengumbian *in vitro* Kentang (*Solanum tuberosum* L.). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gunawan. L. W. 1988. Teknik Kultur Jaringan. Laboratorium Kultur Jaringan IPB. Bogor.
- Hartman, H. T. and D. E. Kester. 1983. *Plant Propagation.* Prentice - Hall, Inc. New Jersey. 726 p.
- Hussey, G. and N. J. Stacey. 1981. *In vitro* propagation of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Ann. Bot.* 48:787-796.

- Inawati, K. 1989. Produksi Umbi Mikro Kentang (*Solanum tuberosum* L.) melalui Manipulasi Media. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kusumo, S. dan W. Adiyoga. 1985. Kentang. Litbang Balai Penelitian Holtikultura Lembang. Bandung.
- Meilinda, W. 1990. Pengaruh Sukrosa dan Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Produksi Umbi Mikro Kentang (*Solanum tuberosum* L.). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mingo-Castel, A. M., R. E. Young and O. E. Smith. 1976. Kinetin induced tuberization of potato *in vitro*. In the mode of action of kinetin. *Plant Cell Physiol.* 17:557-57-.
- Moore, T. C. 1979. *Biochemistry and Physiology of Plant Hormones*. Springer Verlag. New York. 274 p.
- Palmer, C. E. and O. E. Smith. 1969. Cytokinins and tuber initiation in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Nature* 221:279-28-.
- Pressman, E. and D. Palevitch. 1973. Cytokinins like activity of benomyl as a senescence inhibitor of broccoli heads. *Hortscience* 8(6):496-497.
- Puspitaningtyas, D. M. 1988. Pengaruh Sukrosa dan Benzyl Adenin terhadap Pembentukan Umbi Mikro Kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara *in vitro*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Radjapadmi, A. G. 1988. Pengaruh Kombinasi Coumarin, Sitoskinin dan Retardan dalam Pengumbian Kentang *in vitro*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sattelmacher, B and H. Marschner. 1978. Relation between nitrogen, cytokinin activity and tuberization in *Solanum tuberosum*. *Physiol. Plant.* 44:179-182.
- Smith, O. E. 1977. *Potatoes : Production, Storing, Processing*. The AVI Publ. Co., Inc. Connecticut. 605 p.
- Smith, O. E and C. E. Palmer. 1970. Cytokinins induced tuber formation of stolons of *Solanum tuberosum* L. *Physiol. Plant.* 23:599-606.
- Stallknecht, G. F. 1972. Coumarin Induced Tuber Formation on Excised Shoots of *Solanum tuberosum* L. Cultured *in vitro*. *Plant. Physiol.* 50:412-413.

- Stallknecht, G. and S. Farnsworth. 1979. The effect of nitrogen in the coumarin-induced tuberization of axillary shoots of *Solanum tuberosum* L. cultured *in vitro*. Am. Potato J. 56:523-530.
-
- _____. 1982a. General characteristics of Coumarin-induced tuberization of axillary shoots of *Solanum tuberosum* L. cultured *in vitro*. Am Potato J. 59:17-31.
-
- _____. 1982b. The effects of inhibitors of protein and nucleid acids synthesis on the coumarin-induced tuberization and growth of axillary shoots of potato sprouts (*Solanum tuberosum* L.) cultured *in vitro*. Am Potato J. 59:69-75.
- Tovar, P., R. Estrada, L. Schilde-Rentschler and H. H. Doods. 1985. Induction and use of *in vitro* potato tubers. CIP Circ 13 (4):1-5.
- Wang, P. J. and C. Y. Hu. 1982. *In vitro* mass tuberization and virus free seed potato production in Taiwan. Am. Potato J. 59:33-37.
-
- _____. 1983. Meristem, shoot tip and bud cultures, p. 177-227. *In* D. A. Evans, W. R. Sharp, P. V. Ammirato and Y. Yamada (eds.). Handbook of Plant Cell Culture. Macmillan Publ. Co., New York.
- Wattimena, G. A. 1983. Micropropagation as An Alternative Tecnology for Potato Production in Indonesia. PhD Thesis University of Wisconsin, Madison. 201 p.
-
- _____. 1986. Kultur Jaringan Tanaman Kentang. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
-
- _____. 1987. Diktat Zat Pengatur Tumbuh Tanaman. Laboratorium Kultur Jaringan IPB. Bogor.
-
- _____. 1987b. First Interim Progress Report of *in vitro* Microtubers as An Alternative Tecnology for Potato Production (Plant Biotechnology). Departement of Agronomy, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University (IPB), Bogor, Indonesia and Departement of Horticulture, University of Wisconsin, Madison, USA. 22p.
-
- _____. dan A. Purwito. 1988. Pembiakan Tanaman Kentang. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Wetherell, D. F. 1983. Introduction to *in vitro* Plant Propagation. Avery Publ. Gr. Inc. New York.

Wood, B. W. 1988. Paclobutrazol, uniconazole and flurprimidol influence shoot growth and nut yield of young pecan trees. Hortsciense. 23 (6):1026-1028.

L A M P I R A N .

Tabel Lampiran 1. Komposisi Media Murashige dan Skoog

Lar. Baku	Bahan Kimia	Konsentrasi Lar. Baku (g/l)	Vol. Lar. Baku Media (ml/l)	Konsentrasi dalam Media (mg/l)
A	NH_4NO_3	82.5	20	1650.0
B	KNO_3	95.0	20	1900.0
C	H_3BO_3	1.24	5	6.2
	$\text{KH}_2\text{P}_2\text{O}_4$	34.00		170.0
	KI	0.166		0.83
	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.05		0.25
	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.005		0.025
	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	88.0		5
D	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	74.0	5	370.0
	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	4.46		22.3
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1.72		8.6
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.005		0.025
F	Na_2EDTA	7.45	5	37.25
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5.57		27.85
G	Thiamin HCl	0.02	1	0.1
	Nicotinic acid	0.1		0.5
	Pyridoxine HCl	0.1		0.5
	Glycine	0.4		0.5
	Myoinositol	10.0	5	100.0

Tabel Lampiran 2. Kombinasi Perlakuan yang Diberikan

Jenis Sitokinin	Jenis Retardan			
	R1	R2	R3	R4
S1	S1R1 1	S1R2 2	S1R3 3	S1R4 4
S2	S2R1 5	S2R2 6	S2R3 7	S2R4 8
S3	S3R1 9	S3R2 10	S3R3 11	S3R4 12
S4	S4R1 13	S4R2 14	S4R3 15	S4R4 16

- Ketrangan : - S1 = BA 5 ppm
 S2 = Kinetin 10 ppm
 S3 = Benomyl 50 ppm
 S4 = Adenin Sulfat 100 ppm
 R1 = Coumarin 25 ppm
 R2 = CCC 600 ppm
 R3 = Paclobutrazol 10 ppm
 R4 = Uniconazole 3 ppm
- Angka-angka di bawah kode kombinasi adalah nomor perlakuan.

Tabel Lampiran 3. Sidik Ragam Jumlah Umbi pada 2 MSP
(data transformasi $\sqrt{x + 0.5}$)

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F	P
S	3	6.580	2.193	6.707**	.510E-3
R	3	8.759	2.920	8.928**	0
SR	9	6.644	0.738	2.258*	.2136E-1
Galat	144	47.090	0.327		
Total	159	69.073			

KK : 30.87%

Tabel Lampiran 4. Sidik Ragam Jumlah Umbi pada 4 MSP
(data transformasi $\sqrt{x + 0.5}$)

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F	P
S	3	2.591	0.8638	3.161*	.2606E-1
R	3	1.222	0.4072	1.490	.2185
SR	9	4.193	0.4659	1.705	.9256E-1
Galat	144	39.360	0.2733		
Total	159	47.366			

KK : 22.58%

Tabel Lampiran 5. Sidik Ragam Jumlah Umbi pada 6 MSP
(data transformasi $\sqrt{x + 0.5}$)

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F	P
S	3	0.978	0.3261	1.404	.2428
R	3	2.057	0.6856	2.953*	.3396E-1
SR	9	4.336	0.4818	2.075*	.3507E-1
Galat	144	33.440	0.2322		
Total	159	40.811			

KK : 19.60%

Tabel Lampiran 6. Sidik Ragam Jumlah Umbi pada 8 MSP
(data transformasi $\sqrt{x + 0.5}$)

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F	P
S	3	0.857	0.2856	1.331	.2656
R	3	2.633	0.8778	4.091*	.822E-2
SR	9	3.950	0.4389	2.045*	.380E-1
Galat	144	30.900	0.2146		
Total	159	38.3398			

KK : 18.68%

Tabel Lampiran 7. Sidik Ragam Diameter Umbi pada 8 MSP

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F	P
S	3	2.4330	0.8110	2.50	0.61
R	3	11.4303	3.8101	11.76**	
SR	9	3.0899	0.3433	1.06	
Galat	144	46.6540	0.3239		

KK : 15.37%

Tabel Lampiran 8. Sidik Ragam Bobot Basah Umbi pada 8 MSP

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F	P
S	3	2074.08	691.36	2.38	0.72
R	3	6030.36	2010.12	6.91**	
SR	9	2569.89	285.54	0.98	
Galat	144	41901.70	290.98		

KK : 38.29%



Tabel Lampiran 9. Sidik Ragam Persentase Bobot Kering Umbi

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F	P
S	3	131.573	43.8575	5.69**	
R	3	84.948	28.3159	3.67*	0.018
SR	9	98.912	10.9902	1.43	
Galat	144	970.011	7.7086		

KK : 14.68%