

PENGARUH *Indole Butyric Acid* DAN *Naphtaleine Acetic Acid* TERHADAP INDUKSI PERAKARAN TUNAS PIRETRUM [*Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.)Vis.] KLON PRAU 6 SECARA IN VITRO

Oti Rostiana dan Deliah Seswita

Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik

ABSTRAK

Piretrum merupakan tanaman penghasil pestisida nabati yang memiliki nilai guna untuk dikembangkan sebagai pengganti pestisida sintetik yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Untuk memperoleh bahan tanaman dalam jumlah banyak, telah dilakukan perbanyakan *in vitro*. Tunas berakar hasil perbanyakan *in vitro*, tingkat adaptasinya di lapangan (aklimatisasi) lebih tinggi daripada tunas tidak berakar. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan induksi perakaran tunas piretrum klon Prau 6 yang diperbanyak secara *in vitro* dengan menggunakan *Indole Butyric Acid* (IBA) dan *Naphtaleine Acetic Acid* (NAA). Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan metode Rancangan Acak Lengkap faktor tunggal. Perlakuan yang diuji adalah penambahan auksin sintetik (IBA atau NAA) ke dalam media Murashige & Skoog (MS) dengan 5 taraf konsentrasi (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 mg/l), dan kontrol (MS tanpa penambahan auksin). Setiap perlakuan diulang 10 kali. Parameter yang diamati adalah waktu inisiasi akar, jumlah akar, panjang akar dan karakteristik akar. Pengamatan dilakukan pada minggu ke-6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan IBA atau NAA memberikan pengaruh yang nyata terhadap waktu inisiasi, jumlah, panjang dan karakteristik akar pada umur 6 minggu setelah subkultur. Akar yang terbentuk di dalam media dengan penambahan IBA 0,2 mg/l memiliki karakteristik yang lebih baik dengan penampilan gemuk, waktu inisiasi yang relatif pendek (12,5 hari), jumlah akar yang cukup banyak (14,1) dan ukuran akar yang relatif panjang (1,47 cm), dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kata kunci : *Chrysanthemum cinerariifolium*, IBA, NAA, induksi perakaran

ABSTRACT

Effects of Indole Butyric Acid and Naphtaleine Acetic Acid on the root-induction of pyrethrum [Chrysanthemum cinerariifolium (Trevir.)Vis.] clone Prau 6 in vitro

Pyrethrum is one of botanical pesticides producing plant that has beneficial value to be improved as the substitution of synthetic pesticide, which is considered to be harmful for both of human and environment. In order to obtain a sufficient planting material, in vitro propagation had been performed. Rooted-shoots derived from in vitro cultured adapted better than that of un-rooted one, when transplanted into the field (acclimatization). Therefore, in this research root induction of pyrethrum clone Prau 6-in vitro-shoots were conducted by applying Indole Butyric Acid (IBA) and Naphtaleine Acetic Acid (NAA). Experiment was arranged in a single factor Completely Randomized Design with 10 replications. The treatment tested was an application of synthetic auxins (IBA or NAA) into MS medium in 5 different level of concentrations (0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1.0 mg/l), and control (without auxin). The parameters observed were time to root-initiation, number and length of root, and root characteristic, at 6 weeks after subcultured. The results showed that application of IBA or NAA into MS medium significantly affected to the root initiation time, number of root, length and characteristic of the root, 6 weeks after subcultured. Induced-root on the medium containing 0.2 mg/l IBA showed a better characteristic as compared to others treatments with rounded-form, shorter initiation time (12.5 days), large amount of root (14.1) and longer (1.47 cm).

Key words : *Chrysanthemum cinerariifolium*, IBA, NAA, root induction

PENDAHULUAN

Piretrum (*Chrysanthemum cinerariifolium* Trevir.) tergolong ke dalam famili Asteraceae merupakan salah satu tanaman penghasil pestisida nabati yang potensial. Bahan aktif pestisida yang terkandung dalam piretrum yaitu piretrin dan banyak terdapat pada bonggol bunga (Hornok, 1992; Simmonds, 1976). Daya kerja racun piretrin pada hewan serangga tertuju pada syaraf punggung yang memberi efek "knock down". Namun, penggunaan piretrum sebagai pestisida mulai ditinggalkan setelah ditemukannya pestisida sintetis (Goodwin, 1956 dalam Kardinan, 2000), sehingga budidaya piretrum juga ditinggalkan oleh masyarakat. Setelah diketahui bahwa bahan pestisida sintetis menimbulkan dampak negatif terhadap manusia dan lingkungan, piretrum sebagai tanaman penghasil pestisida nabati mulai digunakan kembali.

Piretrum yang di koleksi di kebun percobaan Balittro terdiri dari beberapa klon diantaranya klon Prau 6. Klon tersebut menunjukkan pertumbuhan dibandingkan klon yang lainnya dan lebih baik, setiap kali panen diperkirakan dapat diperoleh bunga sekitar 275,80 kg/ha, dengan jumlah rumpun berbunga sebanyak 70,80% dan rata-rata produksinya 19,30 gam (Rostiana dan Abdullah, 1992; Rostiana *et al.*, 1992; 1994a dan b; Rostiana, 2003). Keunggulan klon Prau 6 tersebut akan mendorong banyak orang untuk membudidayakannya, namun terbatasnya bahan tanaman dan daya reproduksi piretrum yang rendah menjadi kendala dalam budidaya piretrum.

Tanaman piretrum dapat diperbanyak dengan biji, memilah anakan, setek batang yang diikuti induksi perakaran serta kultur jaringan (Mc. Donnal, 1995 dalam Keskitalo, 1999; Casida, 1973; Hornok, 1992). Perbanyakan klonal secara vegetatif dengan memilah rumpun atau akarnya lebih banyak digunakan dalam pembudidayaan piretrum untuk skala luas daripada perbanyakan generatif dengan biji. Hal ini disebabkan oleh sifat menyerbuk silang dari piretrum dimana bunga jantan lebih cepat matang dari pada bunga betina, sehingga perbanyakan secara generatif relatif lebih sulit dilakukan (Gnadinger, 1945; Keskitalo, 1999). Oleh karena itu perbanyakan vegetatif merupakan alternatif terbaik untuk memperbanyak klon-klon piretrum. Meskipun demikian perbanyakan vegetatif dengan memilah rumpun atau akar dirasakan kurang efisien karena dari satu pohon induk hanya dihasilkan $\pm$ 10 bibit, sehingga perlu dicari teknik perbanyakan lain yang dapat menghasilkan bibit lebih banyak. Teknik kultur jaringan merupakan salah satu alternatif yang baik untuk memperoleh bibit dalam jumlah banyak, seragam, dan dalam waktu relatif singkat.

Salah satu keberhasilan dalam perbanyakan dengan kultur jaringan adalah pembentukan akar. Kemampuan jaringan untuk membentuk akar bergantung pada zat pengatur tumbuh (ZPT) yang ditambahkan ke dalam media, antara lain auksin. Pemberian auksin dalam kultur jaringan perlu memperhatikan fungsi dari setiap jenis auksin tersebut. Penambahan auksin

jenis tertentu dapat menstimulasi pembentukan kalus tetapi menghambat elongasi akar (Hu dan Wang, 1983 *dalam* Dodds dan Roberts, 1995). Auksin sintetik yang sering digunakan untuk menginduksi perakaran *in vitro* adalah NAA dan IBA dalam konsentrasi rendah (Dodds dan Roberts, 1995). Konsentrasi yang diperlukan dalam menginduksi akar bervariasi, tergantung dari jenis tumbuhan, jenis eksplan dan jenis auksin yang digunakan. Indole 3-Acetic Acid (IAA) digunakan pada kisaran konsentrasi 0,1 – 10 mg/l, NAA 0,05 - 1 mg/l, dan IBA 0,5 – 3 mg/l. Berbagai jenis auksin dapat diaplikasikan bersama-sama atau dikombinasikan dengan golongan sitokinin dan giberelin (Jenes *et al.*, 1977 *dalam* Ahmed *et al.*, 2002), tetapi untuk menginduksi perakaran akan lebih baik hanya dengan penambahan satu jenis auksin saja (George dan Sherrington, 1984).

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada tanaman *Pelargonium x hortorum* Bailey menunjukkan bahwa penambahan NAA pada konsentrasi rendah ($< 1 \mu\text{M}$) menghasilkan perakaran yang kurang baik, meskipun sudah dikombinasikan dengan Benzyladenine/Benzylaminopurine (BAP). Jika konsentrasi NAA yang ditambahkan semakin tinggi ($> 1 \mu\text{M}$), pertumbuhan akar semakin banyak (Sanago *et al.*, 1995). Sedangkan pada tanaman *Pelargonium tomentosum*, penambahan IBA 0,8-1,0 mg/l menghasilkan akar yang pendek, gemuk serta cenderung membentuk kalus. Penambahan IBA pada konsentrasi lebih rendah dari 0,8 mg/l menghasilkan akar yang normal, sedangkan perakaran terbaik didapatkan pada perlakuan IBA 0,5 mg/l (Gati dan

Mariska, 1989 *dalam* Gandadikusumah, 2002).

Penelitian ini sudah dilakukan dengan induksi akar dari tunas piretrum klon Prau 6 yang ditanam pada media MS dengan penambahan NAA dan IBA pada taraf konsentrasi yang berbeda. Tujuan penelitian untuk memperoleh tunas berakar yang siap diaklimatisasikan di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium Kultur Jaringan Kelompok Peneliti Plasma Nutfah dan Pemuliaan, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro), Bogor sejak Oktober 2003 sampai Januari 2004.

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal. Perlakuan yang diuji adalah penambahan IBA atau NAA ke dalam media MS dengan 5 taraf konsentrasi (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 mg/l), dan media MS tanpa penambahan auksin (kontrol). Setiap perlakuan diulang 10 kali. Sumber eksplan yang digunakan pada penelitian ini adalah tunas aseptik piretrum klon Prau 6, hasil perbanyakan *in vitro* di dalam media MS + BAP 3 mg/l, berumur 4 minggu (Rostiana *et al.*, 2002; Seswita *et al.*, 1992).

Parameter yang diamati adalah waktu inisiasi akar, panjang akar, jumlah akar, dan karakteristik akar. Pengamatan inisiasi akar dilakukan setiap hari sampai diketahui saat pertama munculnya akar. Parameter panjang, jumlah dan karakteristik akar diamati pada minggu ke-6. Data yang didapat dianalisis dengan uji statistik ANOVA. Apabila ada perbedaan pengujian dilanjutkan dengan uji jarak berganda

Duncan. Sedangkan karakteristik akar diuraikan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu inisiasi akar

Hasil analisis menunjukkan IBA atau NAA yang diaplikasikan berpengaruh nyata terhadap waktu inisiasi akar. Untuk melihat perbedaan antara perlakuan tersebut, pengujian dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Tabel 1).

Pada Tabel 1 terlihat bahwa tunas piretrum yang ditanam pada media tanpa penambahan auksin, waktu inisiasi akarnya lebih cepat (12,3 hari), namun tidak berbeda nyata dengan penambahan IBA 0,2 mg/l – 0,6 mg/l dan IBA 1,0 mg/l, serta penambahan NAA 0,2 – 0,6 mg/l. Kecepatan dalam inisiasi akar di dalam media tanpa auksin (kontrol) dapat dicapai karena adanya garam mineral yang terkandung dalam media MS, sehingga masih memungkinkan terbentuknya akar, walaupun tanpa penambahan auksin sintetik (Ansari *et al.*, 2003; Hyndman *et al.*, 1982 dalam George dan Sherrington, 1984). Perlakuan dengan penambahan IBA 0,8 mg/l, waktu inisiasi akar paling lambat (14 hari) dan tidak berbeda nyata dengan penambahan NAA 0,8 mg/l (13,5 hari) serta NAA 1,0 mg/l (13,4 hari). Hal ini disebabkan oleh tingginya konsentrasi auksin yang diberikan, karena kelebihan auksin akan meningkatkan produksi etilen sehingga pertumbuhan akar dapat terhambat. Etilen pada konsentrasi tertentu menyebabkan hambatan dalam pembentukan akar. Percobaan yang dilakukan oleh Vuylseteker *et al.* (1998) pada tanam-

an *Cichorium intibus* L. Menunjukkan bahwa auksin endogen lebih cepat menginisiasi akar dibandingkan dengan auksin eksogen. Alvarez *et al.* (1989) dalam Liu *et al.* (1998) juga menyatakan bahwa penambahan IAA dalam konsentrasi tinggi meningkatkan proses pembentukan akar, namun akumulasi IAA endogen akan dihambat oleh auksin (NAA dan IBA) eksogen yang ditambahkan ke dalam media. Berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh, waktu inisiasi akar cenderung semakin cepat bila ditambahkan auksin dalam konsentrasi rendah ($< 0,8$ mg/l).

Jumlah akar

Konsentrasi auksin berpengaruh nyata terhadap jumlah akar. Untuk melihat perbedaan antar perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Tabel 1). Penambahan IBA atau NAA berpengaruh nyata terhadap jumlah akar. Penambahan NAA 1,0 mg/l menghasilkan jumlah akar paling banyak (17,2) namun tidak berbeda nyata dengan penambahan IBA 0,2 mg/l dan IBA 0,4 mg/l. Penambahan IBA 0,8 mg/l menghasilkan jumlah akar paling sedikit (7,9) dan tidak berbeda nyata dengan penambahan NAA 0,8 mg/l, NAA 0,2 mg/l, IBA 1,0 mg/l dan media tanpa auksin.

Davies (1995) dan Himanen *et al.* (2002) menyatakan bahwa auksin memicu terjadinya pembelahan sel, sehingga diperlukan untuk pembentukan akar. Hasil penelitian Vuylseteker *et al.* (1998) pada tanaman *Cichorium intibus* L., menunjukkan bahwa

saat eksplan dipindahkan ke dalam media yang miskin auksin pembentukan primordia akar terhambat, tetapi setelah dipindahkan ke dalam media yang mengandung auksin pembentukan primordia akar kembali meningkat. Berdasarkan hasil penelitian tersebut tampak bahwa penambahan auksin diperlukan jaringan tanaman untuk membentuk akar. Meskipun demikian penambahan auksin tidak selamanya meningkatkan jumlah akar sebab penambahan auksin jenis tertentu dengan konsentrasi tertentu dapat pula menurunkan jumlah akar (Fuchs, 1986).

Pada konsentrasi yang sama yaitu 0,8 mg/l, pemberian IBA menghasilkan jumlah akar lebih sedikit daripada NAA, hal ini diduga karena adanya perbedaan struktur kimia pada

kedua jenis auksin tersebut. Pada IBA terdapat atom N pada struktur kimianya sedangkan pada NAA tidak terdapat atom N, hal mana diungkapkan oleh Kaneda dan Harada (1979) *dalam* Kaneda *et al.* (1997) bahwa jumlah nitrogen yang melimpah pada media kurang baik untuk pertumbuhan akar karena asam amino yang terbentuk dapat menghambat pembentukan akar. Penambahan NAA 1,0 mg/l menghasilkan jumlah akar lebih banyak daripada penambahan IBA pada konsentrasi yang sama. Hal ini didukung oleh Fuchs (1986) dan Taylor dan El-Kheir (2002) yang menyatakan bahwa NAA lebih efektif meningkatkan jumlah akar dibandingkan IAA dan IBA.

Tabel 1. Rata-rata waktu inisiasi dan jumlah akar piretrum dalam media MS dengan penambahan IBA atau NAA pada berbagai taraf konsentrasi

Table 1. Average time to root initiation and numbers of pyrethrum root on MS media supplemented with various concentrations of IBA or NAA

No.	Perlakuan/ <i>Treatments</i>	Rata-rata waktu inisiasi akar (hari)/Average time to root initiation (days)	Rata-rata jumlah akar/Average numbers of root
1	MS	12,3^a	10,3 ^{ab}
2	MS + IBA 0,2 mg/l	12,5 ^{ab}	14,1 ^{cd}
3	MS + IBA 0,4 mg/l	12,7 ^{ab}	15,3 ^{cd}
4	MS + IBA 0,6 mg/l	13,1 ^{ab}	13,3 ^{bc}
5	MS + IBA 0,8 mg/l	14^c	7,9^a
6	MS + IBA 1,0 mg/l	12,8 ^{ab}	10,5 ^{ab}
7	MS + NAA 0,2 mg/l	13 ^{ab}	11 ^{ab}
8	MS + NAA 0,4 mg/l	12,7 ^{ab}	13,1 ^{bc}
9	MS + NAA 0,6 mg/l	13 ^{ab}	12,9 ^{bc}
10	MS + NAA 0,8 mg/l	13,5 ^{bc}	8,7 ^a
11	MS + NAA 1,0 mg/l	13,4 ^{bc}	17,2^d

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

Note : Numbers followed by the same letters are not significantly different at 5% DMRT.

Namun demikian dalam menginduksi perakaran tunas piretrum, IBA lebih efektif dibandingkan dengan NAA karena pada konsentrasi lebih rendah (0,2 – 0,4 mg/l) mampu menghasilkan jumlah akar yang banyak.

Panjang akar

Panjang akar memperlihatkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan (Tabel 2). Rata-rata akar terpanjang (2,31 cm) diperoleh pada media MS tanpa auksin. Lebih panjangnya akar pada perlakuan tanpa auksin sejalan dengan kecepatan waktu inisiasi akar (Tabel 2). Pada Tabel 2 terlihat bahwa penghambatan panjang akar sejalan dengan konsentrasi auksin yang semakin meningkat. Hal ini didukung oleh Maynerd *et al.* (1991) dalam Gati *et al.* (1993) yang menyatakan bahwa kelebihan auksin dapat menghambat elongasi akar. Salguero (2000) menyatakan pula bahwa auksin eksogen akan menghambat proses elongasi akar, yang ditandai dengan meningkatnya jumlah etilen pada ujung akar. Dalam hal ini etilen menimbulkan efek penghambatan pada perpanjangan akar.

Perlakuan NAA 1,0 mg/l menghasilkan rata-rata akar terpendek (0,54 cm), meskipun demikian mampu menghasilkan jumlah akar terbanyak (Tabel 1). Keadaan ini sejalan dengan pernyataan Struve *et al.* (1984) dalam Fuchs (1986) yang menyatakan bahwa NAA hanya berperan dalam meningkatkan jumlah akar tapi tidak untuk memperpanjang akar.

Menurut Pelosi *et al.* (1995) dalam Vuylseteker *et al.* (1998) pemberian auksin dapat membentuk akar lebih banyak, tetapi akan menghambat proses pemanjangan akar lateral.

Karakteristik akar

Berdasarkan hasil pengamatan secara visual, terlihat bahwa akar piretrum yang diinduksi didalam media MS dengan penambahan NAA atau IBA, bentuknya bervariasi (Tabel 2). Perakaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah akar yang mempunyai karakteristik gemuk (Gambar 1), bukan serat karena akar yang berbentuk serat mempunyai sifat kurang kokoh, sehingga apabila diaklimatisasi, planlet sangat rentan terhadap perubahan lingkungan (mudah rusak/mati).

Akar dengan karakteristik serat, umumnya tidak mampu menembus lapisan tanah lebih dalam. Apabila dihubungkan dengan pengamatan terhadap waktu inisiasi dan panjang akar (Tabel 1), media tanpa perlakuan auksin merupakan media paling baik dalam menginduksi akar, namun akar yang terbentuk karakteristiknya bukan seperti yang diharapkan (Gambar 2).

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut tampak bahwa tunas piretrum (*Chrysanthemum cinerariifolium* Trevir) yang dikulturkan didalam media MS dengan penambahan NAA > 0,6 mg/l memiliki karakteristik akar yang gemuk, sedangkan pada konsentrasi IBA > 0,6 mg/l memiliki karakteristik akar yang berbentuk serat.

Tabel 2. Rata-rata panjang akar dan karakteristik akar piretrum di dalam media MS dengan penambahan IBA atau NAA pada berbagai taraf konsentrasi
 Table 2. Avarage length and root characteristic of pyrethrum on MS medium supplemented with various concentrations of IBA or NAA

Perlakuan/ Treatments	Karakteristik akar/ Root characteristic	Rata-rata panjang akar (cm)/ Average length of root (cm)
MS	Serat	2,31^e
NAA 0,2 mg/l	Serat	1,47 ^d
NAA 0,4 mg/l	Sebagian besar serat	1,15 ^{cd}
NAA 0,6 mg/l	Sebagian besar gemuk	0,76 ^{abc}
NAA 0,8 mg/l	Gemuk	0,59 ^{ab}
NAA 1,0 mg/l	Gemuk	1,16 ^{cd}
IBA 0,2 mg/l	Gemuk	1,57 ^d
IBA 0,4 mg/l	Sebagian besar gemuk	1,02 ^{bc}
IBA 0,6 mg/l	Sebagian besar serat	0,98 ^{abc}
IBA 0,8 mg/l	Serat	0,93 ^{abc}
IBA 1,0 mg/l	Serat	0,54^a

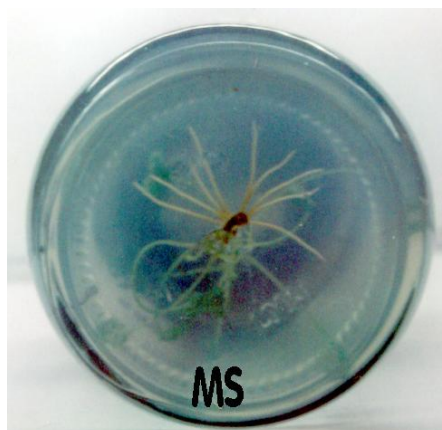
Keterangan.: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Note : Numbers followed by the same letters are not significantly different at 5% DMRT.



Gambar 1. Akar piretrum yang diinduksi di dalam media MS dengan penambahan IBA 0,2 mg/l dengan karakteristik gemuk.

Figure 1. Rounded-thick type of pyrethrum root, initiated on MS medium supplemented with 0.2 mg/l IBA.



Gambar 2. Akar piretrum yang diinduksi didalam media MS tanpa penambahan auksin dengan karakteristik serat.

Figure 2. Fiber-slim type of pyrethrum root, initiated on MS-free hormone medium.

Pengamatan ini berbeda dengan hasil pengamatan Gati dan Mariska (1989) dalam Gandadikusumah (2002) pada tanaman *Pelargonium* menunjukkan bahwa penambahan *tomentosum* yang IBA dengan konsentrasi tinggi ($> 0,8$ mg/l) menghasilkan akar yang gemuk dan pendek, sedangkan jika konsentrasi direndahkan ($< 0,8$ mg/l) dihasilkan akar yang normal. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Sanago *et al.* (1995) pada tanaman *Pelargonium x hortorum* Bailey menunjukkan bahwa penambahan NAA dengan konsentrasi yang semakin tinggi (> 1 μ M) menghasilkan akar berbentuk serat dengan jumlah yang banyak. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan respon setiap jenis tanaman terhadap auksin yang ditambahkan.

KESIMPULAN

Penambahan auksin sintetik NAA atau IBA ke dalam media MS berpengaruh terhadap waktu inisiasi, jumlah, panjang dan karakteristik akar *piretrum* klon Prau 6.

Untuk menginduksi perakaran *piretrum* klon Prau 6 secara *in vitro*, media terbaik yang dapat diaplikasikan adalah media MS dengan penambahan IBA 0,2 mg/l.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Saudara Yudha Ruliansyah serta semua pihak yang telah berpartisipasi dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan naskah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, E. E., GY.D. Bisztray and I. Velich, 2002. Plant regeneration from seedling explants of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology. Szent Istvan University of Budapest. Budapest, Hungary. 115 - 123.
- Ansari, S.A., S. Singh and A. Rani, 2003. Inorganic salts influence IAA ionization and adventitious rhizogenesis in *Pongamia pinnata*. J. Plant Physiol. : 1 - 4.
- Casida, 1973. Pyrethrum, The Natural Insecticide. Academic Press, New York, San Fransisco, London. 17 - 22.
- Davies, P. J., 1995. Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London. 1 - 33.
- Dodds, H.J and L. W. Roberts, 1995. Experiments in Plant Tissue Culture. Cambridge University Press. 255 pp.
- Fuchs. H. W. M., 1986. Root regeneration of rose plants as influenced by applied auxins. Acta Horticulture 189. Agricultural University. Department of Horticulture. Netherlands. 13 - 19.
- Gandadikusumah, V.G., 2002. Induksi perakaran tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) hasil persilangan pepaya Bangkok dengan pepaya Hawaii secara *in vitro* dengan media perlakuan MS dan IBA. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. 58 hal.

- Gati, E., I. Mariska dan D. Seswita, 1993. Daya regenerasi tanaman piretrum setelah penyimpanan melalui kultur jaringan. Prosiding Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Bogor: 126 – 131.
- George, E. F. and P.D. Sherrington, 1984. Plant Propagation by Tissue Culture. Exegetics Ltd. England. Eversley, Basingstokes. 284 - 330.
- Gnadinger, C.B., 1945. Pyrethrum Flowers. McLaughlin Gromley King Co., Minneapolis, Minnesota, USA. 1 - 10.
- Himanen, K., E. Boucheron, S. Vannesse, J. de Almeida-Engler, D. Inze and T. Beeckman, 2002. Auxin-mediated cell cycle activation during early root initiation. Plant Cell 14 (10) : 2339 - 2352.
- Hornok, L., 1992. Cultivation and Processing of Medicinal Plants. John Wiley & Sons., Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore. 258 - 262.
- Kaneda, Y., Y. Tabei, S. Nishimura, K. Harada, T. Akihama, and K. Kitamura, 1997. Combination of thiaziduron and basal media with low salt concentration increases the frequency of shoot organogenesis in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. Plant Cell Report. 17 : 8 - 12.
- Kardinan, A., 2000. Piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev) Bahan Insektisida Nabati Potensial. Jurnal Litbang Pertanian. 19 (4) : 122 - 129.
- Keskitalo, M.K., 1999. Exploring biodiversity to enhance bioactivity in the genus *Tanacetum* through protoplast fusion. Academic Dissertation, University of Helsinki, Finland. 112 pp.
- Liu, Z.H., W.C. Wang and Y.S. Yen, 1998. Effect of hormone treatment on root formation and endogenous indole-3-acetic acid and polyamines levels of *Glycine max* cultivated *in vitro*. Bot. Bull.of Academia Sinica 39 : 113 - 117.
- Rostiana, O. dan A. Abdullah, 1992. Pyrethrum. Edisi Khusus Penelitian Tanaman Rempah dan Obat VIII (2) : 73 - 80.
- Rostiana, O., A. Abdullah dan W. Haryudin, 1992. Keanekaragaman sifat kuantitatif klon-klon piretrum. Prosiding Simposium Penelitian Tumbuhan Obat VII (Terbitan Khusus, PERHIPBA, Ujungpandang, 4-5 Nopember 1992. hal. 66 - 80.
- Rostiana, O., A. Abdullah, W. Haryudin dan S. Aisyah, 1994a. Karakteristik klon-klon piretrum. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati, Bogor 1 - 2 Desember 1993. 118 - 125.
- Rostiana, O., A. Abdullah, W. Haryudin dan S. Aisyah, 1994b. Karakterisasi, Evaluasi dan Pelestarian Plasma Nutfah Pyrethrum. Prosiding Review Hasil dan Program Penelitian Plasma Nutfah Pertanian, Bogor 26 - 27 Juli 1994. 219 - 236.
- Rostiana, O., Rosita, S.M.D, D. Seswita., M. Rahardjo, S. Aisyah, D. Surahman. dan Nasrun, 2002. Evaluasi dan pengujian potensi genetik tanaman piretrum. Laporan Teknis Penelitian, Bagian Proyek Penelitian Tanaman

- Rempah dan Obat Tahun 2002. 1 - 15.
- Rostiana, O., 2003. Status pemuliaan tanaman piretrum. *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat* XV (2): 115 - 132.
- Salguero, J., 2000. Exogenous effects on root growth and ethylene production in maize primary roots. <http://abstracts.aspb.org/aspp2000/public/P28/0129.html>.
- Sanago, H.M.M. S. J. Murch, T. Y. Slimmon, S. K. Raj, and P. K. Saxena, 1995. Morphoregulatory role of thidiazuron : Morphogenesis of root outgrowths in thidiazuron-treated geranium (*Pelargonium x hortorum* Bailey). *Plant Cell Reports* 2 : 205 - 211.
- Seswita, D., I. Mariska. dan E. Gati, 1992. Perbanyakan mikro tanaman penghasil insektisida alami pyrethrum. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi*. Puslitbang Bioteknologi LIPI. Bogor. 303 - 309.
- Simmonds, N.W., 1976. *Evolution of Crop Plants*. Longman Scientific and Technical, England. 33 - 35.
- Taylor, B.H. and El-Kheir R.A., 2002. Induction of lateral root initiation by auxin in tomato seedlings roots. <http://gcrc.ifas.ufl.edu/tgc/newsletters/vol.43/p.46.html>.
- Vuylseteker, C., E. Dewaele. and S. Rambour, 1998. Auxin induced lateral root formation in Chicory. *Annals of Botany* 81: 449 - 454.