

PENGARUH PERLAKUAN PENYIMPANAN TERHADAP VIABILITAS RIMPANG TEMU LAWAK (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb)

Melati, Devi Rusmin dan Sukarman
Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik

ABSTRAK

Salah satu kendala budidaya temu lawak (*Curcuma xanthorrhiza* Rox) adalah belum tersedianya benih bermutu, dalam jumlah dan waktu yang tepat. Rimpang temu lawak cepat bertunas, dan mengalami kerusakan/keriput apabila umur umur benih kurang tua dan kondisi ruang simpan kurang memenuhi persyaratan. Untuk memperoleh cara penyimpanan rimpang temu lawak yang tepat telah dilakukan penelitian penyimpanan rimpang secara konvensional dan iradiasi. Percobaan dilaksanakan di laboratorium benih dan gudang penyimpanan benih Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik (Balitro). Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri atas 9 perlakuan dengan 4 ulangan dan 50 sampel setiap perlakuan dan ulangan. Perlakuan yang diuji adalah: (1) penyimpanan pada ruang simpan dingin (RH 70 – 80%), (2) penyimpanan di dalam tanah, (3) pengeringan dengan fresh drier, (4) iradiasi dengan sinar γ dengan dosis iradiasi 5 krad, (5) iradiasi dengan sinar γ dengan dosis iradiasi 10 krad, (6) iradiasi dengan sinar γ dengan dosis iradiasi 15 krad, (7) iradiasi dengan sinar γ dengan dosis iradiasi 20 krad, (8) iradiasi dengan sinar γ dengan dosis iradiasi 25 krad, (9) kontrol (rim pang disimpan di rak pada suhu ruang). Pengamatan dilakukan setiap bulan dengan parameter yang diamati adalah kadar air rimpang, penyusutan bobot rimpang, persentase rimpang bertunas, viabilitas rimpang di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air rimpang temulawak cenderung menurun setelah 2 bulan penyimpanan. Kadar air temu lawak tertinggi terdapat pada penyimpanan dalam ruang simpan dingin. Viabilitas rimpang tertinggi adalah rimpang yang disimpan pada suhu ruang setelah pengeringan dengan fresh drier dengan persentase tumbuh 92,5%, dan rata-rata tinggi tanaman 2,13 cm setelah ditanam umur 2 bulan. Sedangkan pada perlakuan simpan di ruang simpan dingin, dan iradiasi dengan dosis 10 krad, 15 krad, 20 krad dan 25 krad, rimpang sudah tidak tumbuh (mati) setelah penyimpanan 6 bulan.

Kata kunci: *Curcuma xanthorrhiza* Roxb, rimpang, penyimpanan, dan viabilitas

PENDAHULUAN

Temu lawak (*Curcuma xanthorrhiza* Rox) digolongkan ke dalam famili *Zingiberaceae* merupakan salah satu tumbuhan obat yang telah lama digunakan sebagai bahan ramuan obat tradisional. Temu lawak merupakan tanaman asli Indonesia yang banyak ditemukan secara liar di Asia Tenggara, India dan China (Prana, 1985). Di beberapa negara tropis rimpang temu lawak tidak hanya digunakan sebagai obat tetapi juga digunakan sebagai rempah, merangsang air susu (laktogoga), tonik bagi ibu yang melahirkan (Melayu), perawatan kulit (India), bahan dasar jamu (Indonesia), senyawa anti oksidan, anti hepatotoksik (Suksamran *et al.*, 1994). Air rebusan temu lawak yang dicampur dengan biji moste dapat digunakan untuk mengurangi kegemukan. Di Philipina, tanaman ini digunakan untuk mewarnai makanan dan beberapa jenis kain, sedangkan di Sudan digunakan untuk campuran kosmetika (Kristianti, 1981).

Melalui analisis GCMs terhadap minyak atsiri didapatkan bahwa temu lawak mengandung 5 komponen utama dan 8 komponen lain yang merupakan

bahan baku alternatif bagi industri kimia dan farmasi di masa akan datang (Agusta dan Chairul 1995). Mailwald dan Schwantes (1991) menyatakan bahwa minyak atsiri rimpang temulawak terdiri atas komponen monoterpen dan seskuiterpen.

Temu lawak merupakan bahan baku biofarmaka yang menduduki urutan kedua setelah jahe. Kebutuhan industri obat terhadap temulawak 3.000 ton/tahun dan digunakan oleh semua pabrik/perusahaan obat tradisional (Anonim, 2002). Berdasarkan hal tersebut diatas, kebutuhan akan temulawak sangat tinggi dan mempunyai potensi yang besar sebagai bahan untuk produk biofarmaka. Salah satu permasalahan dalam budidaya temulawak adalah masih rendahnya produktivitas dan mutu temulawak. Rendahnya produktivitas temulawak, selain disebabkan oleh penggunaan bahan tanaman yang kurang bermutu.

Tanaman temulawak diperbanyak dengan cara vegetatif menggunakan rimpang. Selama ini kebutuhan rimpang temu lawak di petani disediakan melalui sistem penyediaan secara tradisional (konvensional). Petani menggunakan bibit yang berasal dari hasil panen musim tanam sebelumnya. Sampai saat ini sebagian besar petani masih menggunakan rimpang yang berasal dari pertanaman konsumsi sehingga mutunya kurang terjamin. Selain itu rimpang temulawak rentan terhadap serangan penyakit dan hama gudang. Rimpang temu lawak juga akan mudah keriput apabila dipanen tidak cukup umur, dan mudah bertunas dibandingkan jahe apabila kondisi simpannya kurang baik. Hal tersebut akan berpengaruh kurang baik terhadap produksi dan kualitas hasil panen. Iradiasi merupakan salah satu jenis pengolahan bahan pangan yang menerapkan gelombang elektromagnetik (Naufalin, 2002). Iradiasi diterapkan untuk mencegah bertunasnya kentang, bawang putih dan bawang merah sehingga kualitasnya terjaga dalam waktu yang lama (Naufalin, 2002 dan Anonim, 2007).

Penyimpanan rimpang temulawak selama ini hanya menggunakan cara konvensional yaitu dihampar di gudang-gudang penyimpanan atau pada sebagian petani benih dihampar dibawah kolong rumah. Penyimpanan dengan cara demikian ternyata tidak dapat menunda pertunasan rimpang, dan rimpang temu lawak tidak dapat disimpan lama.

Berdasarkan hal tersebut di atas telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memperoleh teknologi penanganan rimpang temu lawak yang tepat melalui teknik penyimpanan benih secara konvensional dan iradiasi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dari bulan September 2005 sampai Mei 2006. Bahan tanaman yang digunakan adalah rimpang temulawak hasil penanaman 2004.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari :

- D. Kontrol
- E. Penyimpanan pada ruang dingin $4^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}$ (Rh 70-80 %)
- F. Rimpang dikeringkan dengan fresh drier dan disimpan pada suhu ruang
- G. Rimpang disimpan dalam tanah
- H. Rimpang diradiasi dengan dosis 5 krad dan disimpan pada suhu ruang

- I. Rimpang diradiasi dengan dosis 10 krad dan disimpan pada suhu ruang
- J. Rimpang diradiasi dengan dosis 15 krad dan disimpan pada suhu ruang
- K. Rimpang diradiasi dengan dosis 20 krad dan disimpan pada suhu ruang
- L. Rimpang diradiasi dengan dosis 25 krad dan disimpan pada suhu ruang

Tiap ulangan terdiri dari 50 rimpang. Pengamatan dilakukan setiap bulan sampai 6 bulan simpan, dengan parameter yang diamati adalah kadar air rimpang (rimpang), penyusutan bobot rimpang (rimpang), persentase rimpang bertunas, viabilitas rimpang di lapangan. Pengamatan uji viabilitas dilakukan setelah 2 bulan simpan dan 6 bulan simpan, selama 1 bulan (30 hari) setelah tanam, melewati 30 hari rimpang yang masih tumbuh sudah tidak dihitung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air rimpang

Kadar air rimpang temu lawak menurun sejalan dengan lama penyimpanan, kecuali pada perlakuan simpan dalam ruang dingin dimana kadar airnya mengalami fluktuasi (Tabel 1). Penurunan kadar air rimpang terendah terdapat pada penyimpanan rimpang di dalam ruang dingin, dimana pada awal penyimpanan kadar air 74,03% dan akhir penyimpanan 71,32%, penurunan kadar air hanya 3,66%. Hal ini diduga karena rendahnya suhu dan tingginya kelembaban didalam ruang dingin dan tingginya kelembaban di dalam ruang dingin dibandingkan suhu ruang. Adanya fluktuasi kadar air rimpang pada penyimpanan dalam ruang dingin, diduga erat hubungannya dengan fluktuasi kelembaban nisbi ruang dingin yang tidak terkontrol.

Rimpang bersifat higroskopis, sehingga akan menyerap atau melepaskan kandungan airnya sampai terjadi keseimbangan dengan kelembaban disekitarnya. Penurunan kadar air rimpang temu lawak selama 6 bulan penyimpanan pada semua perlakuan berkisar antara 3,66 - 25,54%.

Tabel 1. Kadar air rimpang temu lawak selama 6 bulan penyimpanan

Perlakuan	BULAN KE					
	1	2	3	4	5	6
- Kontrol	80,73 a	77,03 a	77,0 a	75,35 ab	67, 84 b	60,11 c
- Ruang dingin	74,03 b	78,60 a	71,03 b	77,86 a	74,87 a	71,32 a
- Fresh drier	81,40 a	77,56 a	76,46 ab	74,25 ab	66,24 bc	63,92 bc
- Simpan di tanah	77,60 ab	74,64 a	70,76 b	68,68 c	61,21 cd	51,84 d
- Iradiasi 5 krad	76,26 ab	74,05 a	70,77 b	63,76 d	60,49 d	48,52 d
- Iradiasi 10 krad	79,92 a	77,40 a	72,55 ab	71,38 bc	65,54 bcd	64,79 abc
- Iradiasi 15 krad	81,26 a	76,64 a	74,70 ab	68,87 c	68,16 b	67,93 ab
- Iradiasi 20 krad	76,05 ab	72,96 a	71,09 b	69,82 c	67,01 b	66,92 ab
- Iradiasi 25 krad	79,46 ab	76,01 a	73,17 ab	71,86 bc	67,23 b	67,41 ab
CV (%)	4,33	5,30	4,75	3,87	5,05	7,29

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji DMRT

Penyusutan bobot rimpang

Penyusutan bobot rimpang temu lawak meningkat tiap bulannya seiring

dengan lama penyimpanan (Tabel 2). Pada akhir penyimpanan, penyusutan robot rimpang tertinggi terdapat pada perlakuan tanah yakni 66,18%. Diduga hal ini terjadi karena pada penyimpanan dalam tanah rimpang menjadi tumbuh, kandungan pati yang ada dalam rimpang dirombak menjadi energi untuk proses pertumbuhan sehingga rimpang mengkerut. Tunas pada rimpang yang disimpan dalam tanah lebih tinggi daripada tunas pada perlakuan lain (Gambar 1 dan 2). Penyusutan bobot rimpang paling rendah pada perlakuan simpan dalam ruang dingin yaitu 23,12%, hal ini diduga karena rimpang yang disimpan dalam ruang dingin tidak mempunyai tunas, dan kelembaban yang tinggi dalam ruang dingin sehingga penurunan berat rimpang kecil karena sifat higroskopis dari rimpang yang menyerap kandungan air dari sekitarnya.

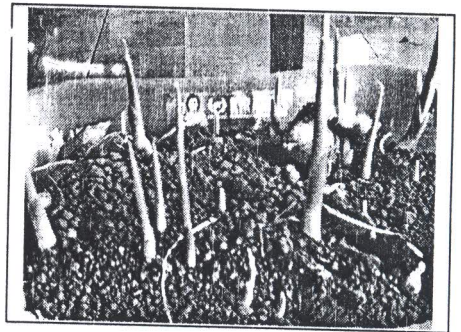
Tabel 2. Penyusutan bobot rimpang temulawak selama 6 bulan penyimpanan

Perlakuan	Penyimpanan bulan ke					
	1	2	3	4	5	6
A. Kontrol	8,42 ab	16,31 a	23,45 ab	33,52 ab	46,74 ab	53,15 bc
B. Ruang dingin	5,59 abc	9,03 b	16,90 abc	19,36 c	20,01 d	23,12 f
C. Fresh drier	1,08 c	2,81 c	19,48 abc	22,62 bc	38,67 bc	44,22 bc
D. Tanah	3,24 bc	10,70 ab	24,11 a	39,55 a	54,18 a	66,18 a
E. Iradiasi 5 krad	10,61 a	15,57 ab	22,53 ab	29,51 abc	45,79 ab	59,38 ab
F. Iradiasi 10 krad	9,58 a	10,59 ab	12,65 c	19,20 c	32,30 c	36,96 de
G. Iradiasi 15 krad	11,61 a	15,34 ab	16,63 abc	19,45 c	28,03 c	32,70 ef
H. Iradiasi 20 krad	9,25 ab	9,87 ab	15,45 bc	21,03 c	31,45 c	31,27 ef
J. Iradiasi 25 krad	7,31 abc	10,05 ab	17,02 abc	24,01 bc	33,83 c	39,13 de
CV(%)	55,06	36,37	27,74	28,81	18,59	15,76

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji DMRT



Gambar 1. Tunas pada perlakuan fresh drier dan iradiasi



Gambar 2. Tunas pada perlakuan penyimpanan di tanah

Jumlah rimpang bertunas

Persentase jumlah rimpang bertunas pada umumnya cukup tinggi setelah penyimpanan 1 bulan (Tabel 3). Persentase jumlah rimpang yang bertunas tertinggi terdapat pada perlakuan penyimpanan dengan tanah 79,5%, diikuti perlakuan radiasi dan kontrol, sedangkan yang terendah pada perlakuan benih yang disimpan di ruang dingin (4,5%). Persentase rimpang bertunas pada benih yang disimpan di dalam tanah meningkat menjadi 81% setelah 2 bulan. Tingginya

rimpang bertunas pada benih yang disimpan di dalam tanah, diduga erat kaitannya dengan kelembaban dan kadar air yang tinggi. Kondisi yang ideal (air, suhu dan kelembaban) yang memenuhi persyaratan akan memacu pertumbuhan tunas selama penyimpanan. Penyimpanan didalam ruang dingin setelah 2 bulan penyimpanan menunjukkan bahwa tunas mengering dan tidak berkembang lagi. Diduga struktur di dalam rimpang mengalami kerusakan karena terlalu rendahnya suhu di dalam ruang dingin ($4 - 10^0$ C) walaupun secara fisik kondisi rimpang masih kelihatan baik (tidak busuk). Pada penyimpanan ruang dingin, jumlah rimpang yang bertunas hanya 4,50% yaitu pada 1 bulan setelah disimpan, dan kemudian tunas tidak berkembang (mati). Benih dengan perlakuan radiasi persentase rimpang bertunas cenderung menurun, karena tunas banyak yang mengering dan mati. Tunas yang tidak mengering, tumbuh menjadi tunas yang abnormal dengan bentuk memendek dan membesar akan tetapi, kondisinya rapuh dan gampang patah. Kondisi demikian kemungkinan disebabkan oleh dosis radiasi yang terlalu tinggi sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman. Sejalan dengan penelitian lain bahwa iradiasi pada dosis rendah 0,5 krad memicu pertumbuhan jahe sedangkan iradiasi pada dosis tinggi menghambat pertumbuhan (Saptasari, 1999). Perlakuan dengan pengeringan menggunakan fresh drier rimpang mempunyai tunas yang paling banyak pada 6 bulan simpan dan tunas tetap hidup, hal ini ditandai dengan tunas yang berwarna kehijauan pada 6 bulan penyimpanan. Sedangkan pada perlakuan tanah dan iradiasi dosis 10 krad, 15 krad, 20 krad dan 25 krad tunas berwarna coklat, diduga tunas sudah mati.

Tabel 3. Jumlah rimpang bertunas selama 6 bulan simpan (%)

Perlakuan	Penyimpanan bulan ke					
	1	2	3	4	5	6
A. Kontrol	59,50 ab	62,00 bc	100 a	100 a	87,75 b	49,50 c
B. Ruang dingin	4,50 b	0 e	0 c	0 c	0 d	0 d
C. Fresh drier	27,50 c	55,00 c	100 a	100 a	98,00 a	89,75 a
D. Tanah	79,50 a	81,00 a	100 a	56,50 b	62,75 c	0 d
E. Iradiasi 5 krad	69,50 a	72,00 ab	84,25 b	100 a	93,25 ab	71,50 b
F. Iradiasi 10 krad	60,00 ab	26,00 b	0 c	0 c	0 d	0 d
G. Iradiasi 15 krad	59,50 ab	19,00 d	0 c	0 c	0 d	0 d
H. Iradiasi 20 krad	37,00 bc	19,50 d	0 c	0 c	0 d	0 d
J. Iradiasi 25 krad	43,50 bc	14,50 dc	0 c	0 c	0 d	0 d
CV (%)	31,02	27,61	4,70	13,27	12,88	47,26

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji DMRT

Viabilitas rimpang setelah 2 bulan penyimpanan

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan penyimpanan dengan tanah, perlakuan fresh drier dan kontrol selama 2 bulan penyimpanan setelah diuji daya tumbuh rimpang dapat tumbuh 100%. Kondisi pertanaman cukup baik dapat tumbuh sebagaimana mestinya (Gambar 3). Sedangkan pada perlakuan radiasi 5 krad persentase yang tumbuh cukup tinggi yakni 91,25%, tetapi pertumbuhan tunas temu lawak tidak normal. Pertanaman menjadi pendek, daun bergelombang

dan warnanya pucat, batang rapuh (Gambar 4). Perlakuan radiasi 15 krad dan 25 krad menunjukkan persentase tumbuh rendah sekali hanya 2,5%. Kondisi pertanaman tidak normal, pertumbuhannya lambat sekali dibandingkan dengan radiasi 5 krad (Gambar 5). Diduga hal ini disebabkan oleh tingginya dosis radiasi yang diberikan sehingga mengganggu pertumbuhan/perkembangan sel. Hal tersebut sejalan dengan Saptasari (1999) yang menyatakan bahwa pengaruh iradiasi pada rimpang jahe (*Zingiber officinale*) pada dosis tinggi (4 krad) dapat menghambat pertumbuhan dan iradiasi menyebabkan kelainan morfologi daun. Pada perlakuan penyimpanan dengan ruang dingin, sampai umur pengujian 1 bulan belum menunjukkan adanya pertumbuhan tunas, kondisi rimpang dalam keadaan segar dan tidak ada yang busuk. Tidak tumbuhnya tunas pada perlakuan ini diduga karena penyimpanan dengan ruang dingin yang suhunya cukup dingin (4- 10 °C) menyebabkan struktur di dalam rimpang rusak, sehingga rimpang tidak bisa bertunas.

Tabel 4. Daya tumbuh rimpang temu lawak setelah 2 bulan simpan

Perlakuan	Persentase tumbuh
A. Kontrol	100 a
B. Ruang dingin	100 a
C. Fresh drier	100 a
D. Tanah	91,25 b
E. Iradiasi 5 krad	4,75 c
F. Iradiasi 10 krad	2,75 dc
G. Iradiasi 15 krad	2,5 dc
H. Iradiasi 20 krad	2,5 dc
I. Iradiasi 25 krad	0 d
CV(%)	4,38

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji DMRT



Gambar 3. Temu lawak pada penyimpanan fresh drier, 1 bulan tanam Fresh drier, 1 BST



Gambar 4. Temu lawak perlakuan iradiasi 5 krad, 1 bulan tanam 1 BST



Gambar 5. Temu lawak perlakuan iradiasi 25 krad, 1 BST

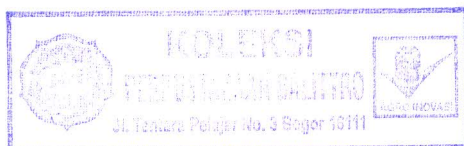
Viabilitas rimpang setelah 6 bulan penyimpanan

Tabel 5 menunjukkan bahwa daya tumbuh rimpang temulawak setelah 6 bulan penyimpanan. Rimpang yang dikeringkan dengan fresh drier sebelum penyimpanan mempunyai daya tumbuh yang tinggi yakni 92,5% dan berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Sedangkan pada perlakuan iradiasi 10 krad-25 krad rimpang sudah tidak dapat tumbuh. Diduga dosis radiasi yang diberikan terlalu tinggi sehingga sel-sel rimpang menjadi rusak dan tidak dapat tumbuh lagi (mati). Setelah 6 bulan penyimpanan Hermansyah (1991) menyatakan bahwa dosis radiasi pada setiap bahan pangan berbeda tergantung jenis dan tujuan radiasi, untuk mencegah pertunasan pada kentang digunakan dosis radiasi 5 krad sampai 15 krad. Sedangkan penyimpanan dalam tanah daya tumbuhnya rendah sekali yakni 12,5%, sangat berbeda dibandingkan dengan daya tumbuh pada 2 bulan simpan yang mencapai 100%.

Tabel 5. Daya tumbuh (%) rimpang temu lawak pada penyimpanan rimpang temulawak selama 6 bulan simpan

Perlakuan	Persentase tumbuh (%)
A. A.Kontrol	75 b
B. B.Ruang dingin	0 c
C. C.Fresh drier	92,5 a
D. D.Tanah	12,5 c
E. E.Iradiasi 5 krad	77,5 b
F. F.Iradiasi 10 krad	0 c
G. G.Iradiasi 15 krad	0 c
H. H.Iradiasi 20 krad	0 c
I. J.Iradiasi 25 krad	0 c
CV(%)	31,00

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % menurut uji DMRT



Hal ini diduga tunas yang sudah tumbuh selama penyimpanan kemudian mati karena keringnya tanah, dan persediaan makanan yang tersedia dalam rimpang sudah habis dan rimpang menjadi keriput. Rimpang yang disimpan dalam tanah tunasnya tumbuh lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya.

KESIMPULAN

Kadar air rimpang cenderung menurun setiap bulan, sedangkan penyusutan bobot rimpang bertambah tiap bulan pada semua perlakuan. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa perlakuan menggunakan fresh drier memberikan hasil yang terbaik dilihat dari penyusutan bobot rimpang, kadar air dan viabilitas setelah 6 bulan penyimpanan. Perlakuan dengan dosis iradiasi dapat menghambat pertunasan tetapi mengganggu pertumbuhan rimpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, dan Chairul.1995. Minyak Atsiri Dari Rimpang Temu Lawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Prosiding Simposium Penelitian Bahan Obat Alami VIII.hal 643-647.
- Anon, 2002. Pasar Domestik Dan Ekspor Produk Tanaman Obat. 14 hal.
- Anon, 2007. Our Packing. <http://ethaiorchid.com/aboutus/packing.html>
- Anon, 2007. Eropa berhati-hati Dengan Penggunaan Iradisasi. <http://karantina.deptan.go.id>.
- Herrmana, 1991. Iradiasi Pangan. Cara Mengawetkan dan meningkatkan Keamanan Pangan. Penerbit ITB Bandung.
- Kristianti, 1981. Budidaya Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dan Pengusahaan Jamu. PT.Air mancur.Wonogiri Surakarta.Dep.Agronomi IPB.Bogor hal 10-11.
- Maiwald I., dan P.A. Schwantes. 1991. *Curcuma xanthorrhiza* Roxb, Zeitschrift for Phytotherapie. 12:35-45.
- Naufalin R., 2002. Aplikasi Iradiasi dalam Teknik Pengawetan Pangan. Makalah Pengantar Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana/S3. Institut Pertanian Bogor.
- Prana, M.S. 1985. Beberapa Aspek biologi temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Prosiding Simposium Nasional Temulawak. Bandung 17 - 18 September 1985, p.42 - 48.
- Saptasari, 1999. Iradiasi Sinar Gamma 60 Co Terhadap Akar Rimpang Jenis (*Zingiber officinale*). Jurnal MIPA Tahun 28 no. 1. Januari1999. Universitas Negeri Malang.
- Suksamrarn, A., S. Eiamong, P. Piyachaturawat and J. Charoenpiboonsin. 1994. Phenolic Diarylheptanoids from *Curcuma xanthorrhiza*. Phytochemistry, 36 (6) : 1505 - 1508.