

Pengaruh Antioksidan sebagai Perlakuan Invigorasi Benih Sebelum Simpan terhadap Daya Simpan Benih Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*)

*Effects of Antioxidants as Prestorage Seed Invigoration Treatments on Storability of Sunflower (*Helianthus annuus L.*) Seeds*

YULLIANIDA^{1*}, ENDANG MURNIATI²

¹Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Kotak Pos 66, Malang 65101

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta, Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Bogor 16680

Diterima 6 Mei 2005/Disetujui 11 November 2005

Oily seeds, such as those of sunflower (*Helianthus annuus L.*), have short storability (3-4 months in room condition) due to oxidative stress during storage. The objective of this research was to determine whether prestorage seed invigoration by antioxidants, could improve storability of sunflower seeds. The research was performed using fresh harvested seeds. Prestorage seed invigorations were conducted by matricconditioning with water or antioxidants solution i.e. 4.17% curcumin or 100 and 150 ppm ascorbic acid. The seeds were stored for four months at room condition (28-29 °C and 62-79% relative humidity). Observations were conducted monthly. Experiment was arranged in split plot design. The result showed that all prestorage seed invigoration treatments were not effective to enhance storability of sunflower seeds compared to control. Inefficiency exogenous antioxidants was probably due to highly endogenous antioxidants activity during storage. This was indicated by the slow deterioration rate of control seeds, or due to high concentration of curcumin which was actually potential to enhance storability of sunflower seeds. It is suggested that presowing treatment and midstorage treatment will enhance storability of sunflower seeds.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) merupakan salah satu sumber penghasil minyak nabati yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Komposisi cadangan makanan benih bunga matahari adalah lemak (25.9%) dan protein (16.8%). Jenis asam lemak tak jenuh berupa asam linoleat (57.5%) dan asam oleat (33.4%). Tingginya kandungan asam lemak tak jenuh tersebut menyebabkan benih bunga matahari tidak tahan disimpan lama karena adanya proses oksidasi yang berlangsung selama penyimpanan. Proses tersebut dapat memutuskan ikatan rangkap dari asam lemak tak jenuh sehingga menghasilkan radikal-radikal bebas yang berbahaya bagi protein, enzim, kromosom, dan senyawa biologis lainnya (Copeland & McDonald 1995).

Benih bunga matahari yang disimpan pada suhu 28 °C dan RH 95% mengalami penurunan daya berkecambah 100% dalam waktu 90 hari, sedangkan pada RH 85% mengalami penurunan daya berkecambah sebesar 40% setelah disimpan selama 150 hari (Halder & Gupta 1980). Hasil penelitian Widajati (1993) menunjukkan bahwa benih bunga matahari yang disimpan di ruang AC memiliki daya simpan yang lebih tinggi, terlihat dari daya berkecambah yang masih tinggi (83.75%) pada periode simpan empat bulan, namun kekuatan tumbuhnya sudah menurun (19.43%/etmal) pada periode simpan tiga bulan.

Upaya memperpanjang daya simpan benih kaya lemak dapat dilakukan dengan perlakuan benih menggunakan zat-zat antioksidan. Penambahan antioksidan α -tokoferol dan *butylated hydroxytoluene* (BHT) mampu memperlambat kemunduran benih bawang (*Allium cepa L.*), tetapi tidak efektif untuk benih cabai (*Capsicum annum L.*) (Woodstock *et al.* 1983). Hasil penelitian Kaloyereas (1961) menunjukkan bahwa pencelupan benih bawang (*Allium cepa L.*) ke dalam emulsi tokoferol 1% ternyata dapat memperpanjang viabilitas benih selama penyimpanan pada suhu 29 °C. Mekanisme α -tokoferol dan BHT dalam memperpanjang daya simpan benih kacang kapri (*Pisum sativum L.*) diduga mampu menurunkan kandungan lipid peroksida sehingga meningkatkan kandungan antioksidan di dalam benih (Gorecki & Harman 1987).

Invigorasi benih sebelum tanam (*presowing treatment*) maupun ditengah periode simpan (*midstorage treatment*) dinilai lebih efektif meningkatkan viabilitas dan kekuatan tumbuh benih dibandingkan dengan invigorasi sebelum simpan (*prestorage treatment*) (Basu 1994). Penelitian Pan dan Basu (1985) menunjukkan bahwa benih wortel (*Daucus carota L.*) yang baru dipanen meningkat daya simpannya setelah diberi perlakuan invigorasi, namun banyak pula benih yang tidak memiliki respon yang baik terhadap perlakuan ini. Hal ini diduga karena benih yang baru dipanen biasanya masih memiliki kekuatan tumbuh tinggi (lebih dari 80%) dan memiliki enzim-enzim, organel sel dan cadangan makanan yang relatif masih baik sehingga perlakuan invigorasi menjadi tidak efektif (Roberts 1972).

*Penulis untuk korespondensi, Tel. +62-341-801468,
Fax. +62-341-801496, E-mail: uwie_yoel@yahoo.com

Penelitian ini didasarkan pada hasil penelitian Baily *et al.* (1998, 2000) yang mengemukakan bahwa *osmoconditioning* benih bunga matahari dengan polietilena glikol (PEG) –2 MPa selama tujuh hari mampu memperbaiki mekanisme antioksidan di dalam benih (*endogenous*). Namun karena tujuan penelitian adalah menilai efektivitas penambahan antioksidan dari luar benih (*exogenous*), maka invigorasi dilakukan dengan metode *matricconditioning*. *Matricconditioning* didefinisikan sebagai perbaikan fisiologi dan biokimia benih dengan menggunakan media imbibisi, seperti arang sekam atau serbuk gergaji. Selain itu, *matricconditioning* dapat dilakukan dengan penambahan suatu larutan, seperti antioksidan, misalnya kurkumin (antioksidan alami) dan asam askorbat (antioksidan artifisial). Keuntungan *matricconditioning* dibanding *osmoconditioning* (tanpa media imbibisi), adalah memiliki sifat mencampur yang baik dan sistem penghantaran yang dapat diduga (*predictable delivery system*). Hal itu karena *matricconditioning* menggunakan bahan kimia padatan yang bersifat lembam, serta memiliki daya ikat air yang tinggi sehingga lebih ekonomis dalam hal biaya dan waktu (Khan *et al.* 1990).

Hasil penelitian Sumardi (1992) menunjukkan bahwa antioksidan banyak terdapat pada rempah-rempah, terutama wijen, cengkeh, dan kunyit yang memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi dibandingkan dengan rempah lainnya. Kurkumin merupakan komponen utama yang menyebabkan aktivitas antioksidan pada kunyit (*Curcuma domestica* Val.). Asam askorbat merupakan antioksidan artifisial yang banyak dijual dan paling ekonomis dibandingkan antioksidan artifisial lainnya, seperti α -tokoferol.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terbagi (*Split Plot Design*) dengan tiga ulangan. Petak utama adalah periode simpan (P) yang terdiri atas lima taraf, yaitu periode simpan 0 bulan (P0), 1 bulan (P1), 2 bulan (P2), 3 bulan (P3), dan 4 bulan (P4). Anak petak adalah perlakuan invigorasi benih (A) yang terdiri atas lima perlakuan, yaitu tanpa invigorasi sebagai pembanding (A0), *matricconditioning* + air (A1), *matricconditioning* + kurkumin 4.17% (A2), *matricconditioning* + asam askorbat 100 ppm (A3) dan 150 ppm (A4).

Sumber Benih. Benih bunga matahari (*H. annuus* L.) berasal dari varietas lokal Parung, Bogor dan termasuk golongan *oilseed sunflower* (Cobia & Zimmer 1978) karena berwarna hitam, ukuran kecil dan memiliki dinding buah yang tipis. Panen dilakukan ketika tanaman berumur delapan bulan, yaitu saat bagian belakang cawan bunga matahari telah berwarna coklat dan kering (masak fisiologis). Kemudian benih dikeluarkan dari bagian cawan bunga matahari. Benih yang digunakan hanya benih yang berasal dari bagian tepi cawan bunga. Selanjutnya benih dijemur di sinar matahari sampai kadar air berkisar antara 8-12%.

Perlakuan *Matricconditioning*. Mula-mula benih bunga matahari segar diukur kadar airnya. Setelah itu semua satuan percobaan diberi perlakuan *matricconditioning* (kecuali A0). Benih dicampur dengan media arang sekam (48 Mesh) dan air atau larutan antioksidan dengan perbandingan 4 g benih : 4 g

media : 3.5 ml air atau larutan antioksidan. Karena benih bunga matahari termasuk berukuran besar, maka *matricconditioning* dilakukan dengan memasukkan media terlebih dahulu ke dalam gelas labu, lalu ditambahkan air atau larutan antioksidan (asam askorbat 100, 150 ppm, atau kurkumin) sampai media cukup lembap. Ekstraksi kunyit untuk memproduksi kurkumin mengikuti cara yang dilakukan oleh Widyastuti (1995) (Gambar 1). Setelah diaduk rata, benih dimasukkan dan diaduk sampai seluruh permukaan benih diselubungi media. Kemudian gelas labu ditutup dengan plastik bening yang telah diberi beberapa lubang. *Matricconditioning* dilakukan pada suhu 20-22 °C dan RH 70-80% selama 23 jam (satu jam sebelum radikula muncul). Setelah perlakuan invigorasi, benih dibersihkan dari media dengan cara diayak dan dilap dengan tisu, lalu direndam dalam Dithane M-45 2 g/l selama satu menit (kecuali A0). Selanjutnya benih dikeringanginkan dengan bantuan kipas angin sampai kembali ke kadar air semula (selama 24 jam). Setelah benih cukup kering, lalu dimasukkan dalam plastik *sealer* dan disimpan pada suhu kamar (28-29 °C) dan RH 62-79%.

Pengamatan. Pada masing-masing periode simpan dilakukan pengamatan terhadap beberapa parameter, yaitu:

Kadar Air Benih. Pengukuran kadar air benih dilakukan dengan menggunakan metode oven 105 °C selama 17 jam.

Potensi Tumbuh Maksimum (PTM). Pengukuran PTM dihitung berdasarkan semua kecambah yang tumbuh, baik normal maupun abnormal, dibagi dengan total benih yang dikecambahkan (satuan dalam %). Benih dikecambahkan menggunakan metode uji kertas diberdirikan digulung dalam plastik (UKDdp) (25 butir benih tiap ulangan) dengan media kertas merang.

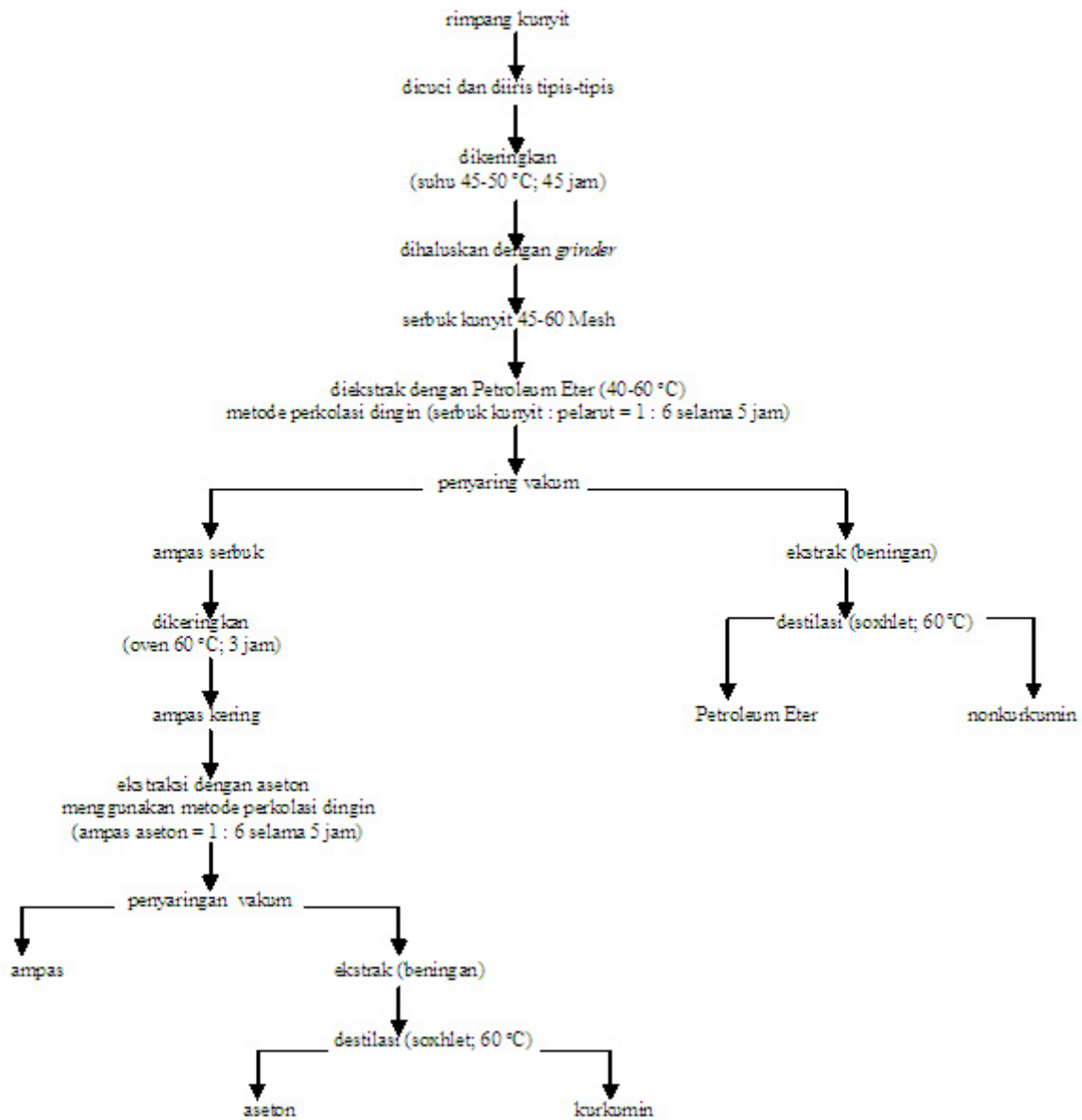
Daya Berkecambah (DB). Pengukuran DB dihitung berdasarkan jumlah kecambah normal pada hitungan pertama (hari ke-3) dan hitungan kedua (hari ke-6), lalu dibagi total benih yang dikecambahkan (satuan dalam %). Metode perkecambahan sama seperti yang dilakukan untuk parameter PTM.

Kecepatan Tumbuh Relatif (K_{CT} relatif). Pengukuran K_{CT} dilakukan berdasarkan jumlah tambahan perkecambahan setiap hari atau etmal pada kurun waktu perkecambahan. Analisis kekuatan tumbuh menjadi lebih informatif apabila parameter tersebut bersifat relatif (Sadjad 1994), sehingga pada penelitian ini digunakan parameter K_{CT} relatif.

$$KCT \text{ maksimum (\%/etmal)} = \frac{100\%}{\text{Hari Hit.1}} = \frac{100\%}{3 \text{ etmal}} = 33.33\%/etmal$$

$$KCT \text{ Relatif (\%)} = \frac{KCT}{KCT \text{ Maksimum}} \times 100\%$$

Daya Hantar Listrik (DHL). Pengukuran DHL berdasarkan pada bocoran elektrolit dari benih. Pelaksanaannya dilakukan dengan menimbang 25 butir benih bunga matahari yang telah dikupas dinding buahnya (Bailly *et al.* 1996), lalu direndam dalam 50 ml aquabides selama 24 jam. Kemudian air rendamannya diukur dengan konduktometer tipe *Denver Instrument (Model 30 Conductivity Meter)* untuk mengetahui nilai DHL ($\mu\text{Mhos/cm}^2/\text{g}$).



Gambar 1. Skema proses ekstraksi kunyit untuk memproduksi kurkumin (Widyastuti 1995).

HASIL

Kadar Air. Perlakuan antara invigorasi dan periode simpan pada kadar air benih memperlihatkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p \leq 0.05$) hingga empat bulan penyimpanan (Tabel 1). Hal itu tampak untuk faktor tunggal periode simpan dan perlakuan invigorasi, maupun interaksinya. Hal ini menandakan telah tercapainya keseimbangan kadar air. Akan tetapi diperoleh interaksi yang nyata ($p \leq 0.05$) antara perlakuan invigorasi dan periode simpan pada parameter PTM, DB, K_{CT} relatif, dan DHL (Tabel 2, 3, 4, 5).

Viabilitas Total Benih. Viabilitas total benih yang diukur melalui PTM pada periode simpan 0 bulan menunjukkan semua perlakuan invigorasi memberikan nilai PTM yang tidak berbeda nyata ($p \leq 0.05$) dengan pembandingan (80.00%) (Tabel 2). Setelah penyimpanan selama satu bulan, perlakuan *matriconditioning* + air dan *matriconditioning* + askorbat 100 ppm menurunkan PTM paling nyata ($p \leq 0.05$), masing-masing penurunan sebesar 18.66 dan 17.33%. Perlakuan

matriconditioning + kurkumin memiliki PTM tertinggi (89.33%) dibandingkan dengan perlakuan invigorasi lainnya dan konsisten hingga penyimpanan empat bulan. Hal ini mengindikasikan bahwa kurkumin berpotensi meningkatkan daya simpan benih sampai empat bulan.

Viabilitas Potensial Benih. Viabilitas potensial benih diukur dengan parameter DB. Pada periode simpan 0 bulan, semua perlakuan invigorasi memiliki nilai DB yang lebih tinggi dibandingkan pembandingan (62.67%). Setelah penyimpanan selama satu bulan, perlakuan *matriconditioning* + air, askorbat 100 ppm maupun 150 ppm menyebabkan penurunan DB yang sangat tajam dan konsisten hingga periode simpan empat bulan (Tabel 3), sedangkan pembandingan dan perlakuan *matriconditioning* + kurkumin terlihat dapat memberikan nilai DB yang lebih tinggi, walaupun tetap tidak berbeda nyata ($p \leq 0.05$) dengan periode simpan 0 bulan. Perlakuan *matriconditioning* + kurkumin hanya dapat mempertahankan DB sampai periode simpan dua bulan.

Kecepatan Tumbuh Relatif Benih. Kecepatan tumbuh relatif benih sebagai salah satu parameter kekuatan tumbuh memperlihatkan semua perlakuan invigorasi mampu meningkatkan K_{CT} relatif benih pada periode simpan 0 bulan dibandingkan dengan tanpa invigorasi (58%), kecuali perlakuan *matriconditioning* + kurkumin (Tabel 4). Namun setelah penyimpanan satu bulan ternyata perlakuan *matriconditioning* + air maupun askorbat 100 dan 150 ppm tidak dapat mempertahankan kekuatan tumbuh benih. Hal ini diindikasikan oleh penurunan nilai K_{CT} relatif secara nyata ($p \leq 0.05$) dan berlanjut sampai akhir periode simpan empat bulan. Efektivitas kurkumin untuk mempertahankan kekuatan tumbuh benih hanya hingga periode simpan 1 bulan dan tidak efektif atau setara dengan pembandingan (55%) untuk penyimpanan empat bulan. Fluktuasi nilai K_{CT} relatif ini memiliki kecenderungan yang sama dengan nilai DB.

Pada periode simpan 0 bulan ternyata semua perlakuan invigorasi sebelum simpan memberikan nilai DHL lebih rendah dibandingkan pembandingan, kecuali perlakuan *matriconditioning* + askorbat 150 ppm (Tabel 5). Nilai DHL terendah diberikan oleh perlakuan *matriconditioning* +

kurkumin ($7.14 \mu\text{Mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$). Pada akhir periode simpan empat bulan, perlakuan *matriconditioning* + air dan *matriconditioning* + kurkumin memberikan nilai DHL yang tidak berbeda nyata dengan pembandingan ($p \leq 0.05$), sedangkan perlakuan *matriconditioning* + asam askorbat 100 ppm maupun 150 ppm memberikan nilai DHL yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya, masing-masing sebesar $15.63 \mu\text{Mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$ dan $15.11 \mu\text{Mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$. Berarti secara keseluruhan semua perlakuan invigorasi sebelum simpan tidak efektif untuk mencegah/memperbaiki kebocoran membran yang terjadi selama penyimpanan.

PEMBAHASAN

Viabilitas Total. Perkecambahan merupakan salah satu kriteria yang berkaitan dengan kualitas benih dan dapat juga mencirikan kemunduran benih. Selama dalam penyimpanan, benih mengalami proses penuaan dan menurunkan viabilitasnya. Semakin tinggi viabilitas awal simpan, maka daya simpan semakin panjang bila faktor lain selama penyimpanan mendukung (Kuswanto 1996).

Tabel 1. Interaksi perlakuan invigorasi dan periode simpan pada kadar air benih

Perlakuan invigorasi	Kadar air (%)				
	0 bulan	1 bulan	2 bulan	3 bulan	4 bulan
Tanpa Invigorasi	12.60a	10.85a	10.21a	9.91a	7.84a
<i>Matriconditioning</i> + air	12.68a	11.64a	11.17a	10.36a	7.90a
<i>Matriconditioning</i> + kurkumin	9.97a	10.56a	10.03a	9.54a	9.37a
<i>Matriconditioning</i> + askorbat 100 ppm	11.22a	10.75a	11.51a	10.69a	7.82a
<i>Matriconditioning</i> + askorbat 150 ppm	11.01a	10.40a	10.35a	10.35a	8.44a

Angka pada kolom dan baris yang berbeda dan diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT

Tabel 2. Interaksi perlakuan invigorasi dan periode simpan pada potensi tumbuh maksimum (PTM)

Perlakuan invigorasi	Potensi tumbuh maksimum (%)				
	0 bulan	1 bulan	2 bulan	3 bulan	4 bulan
Tanpa Invigorasi	80.00abcdef	81.33abcdef	85.33abcd	81.33abcdef	70.67defgh
<i>Matriconditioning</i> + air	93.33a	74.67bcdefg	72.00cdefg	65.33fghij	50.67jk
<i>Matriconditioning</i> + kurkumin	82.67abcde	89.33ab	89.33ab	82.67abcde	76.00bcdefg
<i>Matriconditioning</i> + askorbat 100 ppm	85.33abcd	68.00efghi	60.00ghijk	53.33ijk	54.67hijk
<i>Matriconditioning</i> + askorbat 150 ppm	88.00abc	81.33abcdef	66.67efghij	60.00ghijk	46.67k

Angka pada kolom dan baris yang berbeda dan diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT

Tabel 3. Interaksi perlakuan invigorasi dan periode simpan pada daya berkecambah (DB)

Perlakuan invigorasi	Daya berkecambah (%)				
	0 bulan	1 bulan	2 bulan	3 bulan	4 bulan
Tanpa Invigorasi	62.67bc	70.67abc	69.33abc	64.00bc	60.00c
<i>Matriconditioning</i> + air	82.67a	40.00d	12.00e	6.67e	5.33e
<i>Matriconditioning</i> + kurkumin	69.33abc	77.33ab	68.00abc	41.33d	45.33d
<i>Matriconditioning</i> + askorbat 100 ppm	81.33a	32.00d	8.00e	5.33e	5.33e
<i>Matriconditioning</i> + askorbat 150 ppm	80.00a	40.00d	8.00e	6.67e	6.67e

Angka pada kolom dan baris yang berbeda dan diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT

Tabel 4. Interaksi perlakuan invigorasi dan periode simpan pada kecepatan tumbuh relatif (K_{CT} relatif)

Perlakuan invigorasi	Kecepatan tumbuh relatif (%)				
	0 bulan	1 bulan	2 bulan	3 bulan	4 bulan
Tanpa Invigorasi	58c	65abc	61c	60c	55c
<i>Matriconditioning</i> + air	78a	40d	9e	6e	5e
<i>Matriconditioning</i> + kurkumin	64bc	76ab	54c	33d	37d
<i>Matriconditioning</i> + askorbat 100 ppm	76ab	30d	6e	3e	4e
<i>Matriconditioning</i> + askorbat 150 ppm	75ab	34d	6e	6e	5e

Angka pada kolom dan baris yang berbeda dan diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT

Tabel 5. Interaksi perlakuan invigorasi dan periode simpan pada daya hantar listrik (DHL)

Perlakuan invigorasi	Daya hantar listrik ($\mu\text{Mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$)				
	0 bulan	1 bulan	2 bulan	3 bulan	4 bulan
Tanpa Invigorasi	8.34hijk (70.05)	12.88bcde (166.29)	9.87fghijk (97.93)	10.47efghij (111.23)	11.96defg (143.25)
<i>Matriconditioning</i> + air	7.78jk (60.57)	13.91abcd (193.79)	12.04def (144.98)	16.15a (261.01)	14.23abcd (203.70)
<i>Matriconditioning</i> + kurkumin	7.14k (50.50)	10.55efghi (115.12)	10.08efghij (102.57)	10.21efghij (104.15)	12.69cdef (161.39)
<i>Matriconditioning</i> + askorbat 100 ppm	7.68jk (59.17)	13.73abcd (188.92)	12.18def (148.35)	15.24abc (234.14)	15.63ab (242.03)
<i>Matriconditioning</i> + askorbat 150 ppm	9.14ghijk (83.11)	11.48defg (136.36)	10.83efgh (120.82)	14.29abcd (204.19)	15.11abc (230.74)

Transformasi $\sqrt{x + 0.5}$. Angka yang dikurung adalah nilai pengamatan sebenarnya; angka pada kolom yang berbeda dan diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT

Kriteria kecambah normal pada benih bunga matahari terdiri atas hipokotil yang memanjang dan dua helai kotiledon (minimal ada satu kotiledon) dengan titik tumbuh terletak di antaranya, serta tidak ada pemanjangan epikotil. Sistem akar terdiri atas akar primer, biasanya disertai rambut-rambut akar. Akar sekunder tidak diperhitungkan, sebab tidak dapat menggantikan fungsi akar primer. Kriteria kecambah abnormal adalah akar primer dan hipokotil cacat berat, seperti kerdil dan gemuk, tumbuh lambat atau tidak tumbuh sama sekali, mengkerut, melingkar, terbungkus dinding buah, atau busuk akibat infeksi primer.

Pada periode simpan 0 bulan, semua perlakuan invigorasi memberikan nilai PTM yang tidak berbeda nyata ($p \leq 0.05$) dengan pembandingan (Tabel 2). Namun setelah penyimpanan satu bulan, perlakuan *matriconditioning* + air menyebabkan penurunan PTM yang nyata ($p \leq 0.05$) karena diduga tingginya aktivitas metabolisme selama proses imbibisi menyebabkan energi yang dikeluarkan cukup besar, sehingga energi yang tersisa di dalam benih sudah tidak mencukupi untuk menunjang proses awal perkecambahan. Mekanisme tersebut terjadi karena air lebih cepat diserap oleh benih dibandingkan dengan larutan osmotik, seperti halnya larutan antioksidan. Pada perlakuan dengan penambahan asam askorbat dan kurkumin, metabolisme diduga berjalan tidak terlalu cepat yang diindikasikan dengan penurunan nilai PTM yang tidak terlalu signifikan ($p \leq 0.05$).

Perlakuan *matriconditioning* + kurkumin mampu meningkatkan daya simpan benih sampai periode simpan empat bulan. Dengan demikian, pemberian antioksidan kurkumin dapat dikatakan berpotensi, hanya saja konsentrasi yang digunakan terlalu tinggi (4.17%), sehingga belum dapat memberikan hasil yang nyata dibandingkan dengan tanpa invigorasi.

Viabilitas Potensial. Viabilitas potensial benih bunga matahari yang digunakan pada penelitian ini tergolong berkekuatan tumbuh sedang karena memiliki DB 60-80% (Roberts 1972), yaitu sebesar 62.67%. Pada periode simpan 0 bulan, semua perlakuan invigorasi memberikan DB lebih tinggi dibandingkan pembandingan, kecuali perlakuan *matriconditioning* + kurkumin (Tabel 3). Peningkatan DB tersebut menandakan bahwa benih responsif terhadap perlakuan invigorasi.

Aktivitas enzim-enzim antioksidan, seperti *catalase* (CAT), *glutathione reductase* (GR), dan *superoksida dismutase* (SOD) dilaporkan meningkat setelah perlakuan *conditioning*. *Osmoconditioning* benih bunga matahari dengan PEG -2 MPa selama tujuh hari mampu memperbaiki daya berkecambah karena berhubungan dengan menurunnya kandungan lipid peroksida yang disebabkan oleh perbaikan mekanisme antioksidan, khususnya aktivitas enzim CAT (Bailly *et al.* 1998), dan SOD, tetapi tidak mempengaruhi kandungan *malondialdehyde* (MDA) dan aktivitas enzim GR (Bailly *et al.* 2000). Jadi pada penelitian ini diduga bahwa pada periode simpan 0 bulan, aktivitas enzim-enzim antioksidan di dalam benih (*endogenous*) meningkat akibat adanya perlakuan invigorasi.

Menurunnya nilai DB pada perlakuan *matriconditioning* + asam askorbat 100 maupun 150 ppm diduga karena rendahnya aktivitas enzim askorbat oksidase pada awal imbibisi (De Paula *et al.* 1996), sehingga menyebabkan asam askorbat yang diberikan (*exogenous*) terakumulasi di dalam benih dan dapat memberikan efek inhibitor. Pada penelitian ini, *matriconditioning* dihentikan sebelum radikula muncul (23 jam), sehingga diduga telah terjadi akumulasi asam askorbat di dalam benih yang dapat memberikan efek inhibitor karena konsentrasinya terlalu tinggi. Menurut Muchtadi (2000) pada konsentrasi yang terlalu tinggi, zat antioksidan dapat berubah fungsi menjadi prooksidan. Kecambah abnormal yang disebabkan oleh perlakuan *matriconditioning* + asam askorbat 100 maupun 150 ppm didominasi oleh terhambatnya pertumbuhan akar dan pemanjangan hipokotil.

Kekuatan Tumbuh. Pada penelitian ini, benih bunga matahari yang dikecambahkan rata-rata mulai tumbuh pada dua hari setelah tanam dan berkecambah normal pada hari ke-3 setelah tanam. Karena hitungan pertama perkecambahan bunga matahari jatuh pada hari ke-3, maka nilai K_{CT} maksimum sebesar 33.33%/etmal dan nilai K_{CT} relatif maksimumnya sebesar 100%.

Perlakuan *matriconditioning* + air maupun *matriconditioning* + asam askorbat, baik 100 maupun 150 ppm, tidak dapat mempertahankan kekuatan tumbuh benih, walaupun baru disimpan selama satu bulan, bahkan menyebabkan penurunan nilai K_{CT} relatif secara nyata dan berlanjut sampai akhir periode simpan. Pada akhir periode

simpan empat bulan terlihat pula bahwa nilai K_{CT} relatif untuk perbandingan tetap tidak berbeda nyata ($p \leq 0.05$) dengan K_{CT} relatif benih sebelum simpan (0 bulan) dan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan semua perlakuan invigorasi yang dilakukan. Fluktuasi nilai K_{CT} relatif ini memiliki kecenderungan yang sama dengan nilai DB.

Vigor Daya Simpan. Daya simpan merupakan perkiraan waktu benih mampu untuk disimpan. Benih yang mempunyai daya simpan lama berarti mampu melampaui periode simpan yang panjang dan benih yang setelah penyimpanan masih memiliki kekuatan tumbuh yang tinggi dikatakan memiliki vigor daya simpan (V_{DS}) yang tinggi (Sadjad *et al.* 1999). Salah satu parameter yang mengindikasikan parameter V_{DS} adalah daya hantar listrik (DHL) yang didasarkan pada adanya bocoran elektrolit dari benih. DHL bertambah besar apabila benih makin mundur (Sadjad 1993).

Nilai DHL terendah diberikan oleh perlakuan *matricconditioning* + kurkumin. Diduga bahwa pada sel yang berimbibisi, antioksidan *endogenous* (tokoferol) yang disintesis melalui aktivitas enzim bergabung dengan radikal bebas membentuk radikal-radikal bebas yang tidak berbahaya sehingga kerusakan membran sel dapat dikurangi (Justice & Bass 1979).

Naik turunnya nilai DHL selama penyimpanan ternyata tidak sama dengan kecenderungan yang terjadi pada parameter viabilitas benih (PTM dan DB). Hasil penelitian Bailly *et al.* (1996) pada benih bunga matahari mengungkapkan bahwa tidak ada keterkaitan antara kebocoran membran dengan penurunan viabilitas benih karena tidak terjadi peningkatan kebocoran membran pada benih yang telah diberi perlakuan pengusangan cepat pada RH 76 atau 100%. Halder dan Gupta (1980) juga melaporkan hal yang sama, yaitu walaupun dilihat dari perkecambahannya masih dapat dikatakan viabel, namun ternyata telah terjadi kemunduran di dalam benih. Hal ini dibuktikan dengan uji biokimia, yaitu terlihat adanya penurunan integritas membran sehingga terjadi kebocoran elektrolit dan terjadi penurunan jumlah makromolekul di dalam benih.

Fluktuasi nilai DHL antar perlakuan selama penyimpanan benih sangat dipengaruhi oleh individu benih, mengingat bunga matahari merupakan tanaman berbunga majemuk (*Compositae*). Hal ini menyebabkan dalam satu cawan bunga menghasilkan benih yang beragam, walaupun dalam penelitian ini hanya menggunakan benih dari bagian tepi cawan bunga. Selain itu, teknik pengupasan dinding buah yang dilakukan dalam pengukuran nilai DHL (Bailly *et al.* 1996) kemungkinan dapat menyebabkan pelukaan pada benih bunga matahari sehingga nilai DHL yang terukur pada konduktometer menjadi lebih tinggi dari nilai sebenarnya.

Perlakuan invigorasi sebelum simpan, baik yang diberi larutan antioksidan maupun tidak, ternyata tidak efektif untuk meningkatkan daya simpan benih. Jadi untuk benih bunga matahari, perlakuan invigorasi lebih baik dilakukan sebagai perlakuan segera sebelum tanam atau di tengah periode simpan.

Penggunaan kurkumin sebagai sumber antioksidan alami berpotensi untuk meningkatkan daya simpan benih bunga

matahari (lebih dari empat bulan pada kondisi suhu kamar), tetapi diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan konsentrasi yang tepat dan mempelajari metabolisme aktivitas enzim-enzim antioksidannya sehingga dapat diaplikasikan untuk benih dan tidak menyebabkan abnormalitas kecambah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bailly C, Benamar A, Corbineau F, Come D. 1996. Changes in malondialdehyde content and in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seeds as related to deterioration during accelerated aging. *Physiol Plant* 97:104-110.
- Bailly C, Benamar A, Corbineau F, Come D. 1998. Free radical scavenging as affected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. *Physiol Plant* 104:646-652.
- Bailly C, Benamar A, Corbineau F, Come D. 2000. Antioxidant system in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. *Seed Sci Res* 10:35-42.
- Basu RN. 1994. An appraisal of research on wet and dry physiological seed treatments and their applicability with special reference to tropical and subtropical countries. *Seed Sci Tech* 22:107-126.
- Cobia DW, Zimmer DE. 1978. *Sunflower Production and Marketing*. North Dakota: North Dakota Univ.
- Copeland LO, McDonald MB. 1995. *Principles of Seed Science and Technology*. New York: Chapman and Hall.
- De Paula M *et al.* 1996. Function of the ascorbate-glutathione cycle in aged sunflower seeds. *Physiol Plant* 96:543-550.
- Gorecki RJ, Harman GE. 1987. Effects of antioxidants on viability and vigour of ageing pea seeds. *Seed Sci Tech* 15:109-117.
- Halder S, Gupta K. 1980. Effect of storage of sunflower seeds in high and low relative humidity on solute leaching and internal biochemical changes. *Seed Sci Tech* 8:317-321.
- Justice OL, Bass LN. 1979. *The Principles and Practices of Seed Storage*. New York: Castle House Publ. Ltd.
- Kaloyereas SA, Mann W, Miller JC. 1961. Experiments in preserving and revitalizing pine, onion, and okra seeds. Di dalam: Priestley DA 1986. *Seed Aging Implications for Seed Storage and Persistence in the Soil*. London: Comstock Publ Assoc. hlm 149.
- Khan AA, Miura H, Prusinski J, Ilyas S. 1990. Matricconditioning of seed to improve performance. Di dalam: *Proceedings of The Symposium on Stand Establishment of Horticultural Crops*; Minnesota, 14-15 Apr 1990. hlm 19-40.
- Kuswanto H. 1996. *Dasar-dasar Teknologi, Produksi dan Sertifikasi Benih*. Yogyakarta: ANDI offset.
- Muchtadi D. 2000. *Sumber Serat dan Antioksidan: Mencegah Penyakit Degeneratif*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Pan D, Basu RN. 1985. Midstorage and presowing seed treatments for lettuce and carrot. *Sci Hort* 25:11-19.
- Roberts EH. 1972. Cytological, genetical, and metabolic changes associated with loss of viability. Di dalam: Roberts EH (ed). *Viability of Seeds*. London: Chapman and Hall Ltd. hlm 253-306.
- Sadjad S. 1993. *Dari Benih kepada Benih*. Jakarta: Grasindo.
- Sadjad S. 1994. *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. Jakarta: Grasindo.
- Sadjad S, Murniati E, Ilyas S. 1999. *Parameter Pengujian Vigor Benih dari Komparatif ke Simulatif*. Jakarta: Grasindo.
- Sumardi M. 1992. Aktivitas antioksidan alami dari berbagai jenis rempah-rempah khas Indonesia [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Widajati E. 1993. Pengaruh letak benih dan kondisi simpan terhadap viabilitas benih bunga matahari di penyimpanan. Laporan Penelitian. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Widyastuti. 1995. Mempelajari pengaruh perbandingan serbuk kunyit (*Curcuma domestica* Val.) dengan pelarut dan lama ekstraksi terhadap produksi kurkumin [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Woodstock LW, Maxon S, Fraust K, Bass LN. 1983. Use of freeze-drying and acetone impregnation with natural and synthetic antioxidants to improve storability of onion, pepper and parsley seeds. *J Amer Soc Hort Sci* 108:692-696.