

PENGARUH KONSENTRASI GAS NITROGEN DAN KADAR AIR AWAL TERHADAP DAYA SIMPAN BENIH KEDELAI ¹⁾

INFLUENCE OF NITROGEN GAS CONCENTRATION AND INITIAL SEED MOISTURE CONTENT ON SOYBEAN SEED STORABILITY

Sri Wahyuni ²⁾ dan Faiza C. Suwarno ³⁾

Abstract

An experiment was conducted at Seed Technology and Science Laboratory, Bogor Agriculture University, on October 1985 to May 1986. The purpose of the experiment was to evaluate the influence of nitrogen gas concentration and initial seed moisture content on soybean seed storability. Four levels of nitrogen gas concentration and two levels of initial seed moisture content were tested in a factorial completely randomized design, with 3 replications. Results indicated that nitrogen gas concentration did not influence soybean seed storability and there was no interaction between nitrogen gas concentration and initial seed moisture content in all variable observed.

Viability and vigor of soybean seed with initial moisture content of 9.13% could be maintained longer than that of 12.81% initial moisture content. Soybean seed with 9.13% (d.b.) initial seed moisture content which were stored at room temperature have 20 weeks storability, but if initial seed moisture content was 12.81% (d.b.) soybean storability was only 4 weeks.

Intisari

Satu percobaan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi gas nitrogen dan kadar air awal terhadap daya simpan benih kedelai telah dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih IPB, dari bulan Oktober 1985 sampai Mei 1986. Perlakuan disusun secara faktorial, terdiri atas 2 faktor yakni : (1) konsentrasi gas nitrogen dalam wadah kedap (kaleng) : normal (76% N₂), 80% N₂, 90% N₂ dan 100% N₂, serta (2) kadar air awal terdiri dari 9.13% dan 12.81%. Rancangan percobaannya ialah Acak Lengkap dengan 3 ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap : kadar air benih, daya berkecambah, berat kering kecambah, laju pertumbuhan kecambah, dan keserempakan tumbuh benih.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa konsentrasi gas nitrogen di dalam wadah kedap tidak mempengaruhi daya simpan benih kedelai dan tidak ada interaksi antara konsentrasi gas N₂ dengan kadar air awal benih kedelai. Viabilitas dan vigor benih dengan kadar air awal 9.13% dapat dipertahankan lebih lama dibanding yang disimpan dengan kadar air awal 12.81%. Daya simpan benih dalam kondisi kamar dengan kadar air awal 9.13% adalah 20 minggu dan bila kadar air awalnya 12.81% hanya 4 minggu.

PENDAHULUAN

Pengembangan tanaman kedelai di Indonesia untuk tujuan pemenuhan kebutuhan dalam negeri dan substitusi impor membutuhkan ketersediaan sarana produksi, utamanya benih bermutu. Penyimpanan merupakan satu mata rantai yang tidak dapat diabaikan dalam penyediaan benih kedelai bermutu secara berkesinambungan. Telah diketahui, viabilitas benih kedelai cepat menurun selama penyimpanan, oleh karena itu perlu diteliti suatu cara penyimpanan benih yang efektif dan efisien.

Beberapa faktor yang diketahui berpengaruh terhadap daya simpan benih di antaranya : kualitas benih awal simpan (Agrawal, 1981), kadar air benih, kelembaban relatif (RH) dan suhu ruang simpan (Agrawal, 1981; Haggerty, 1983); namun pengaruh kadar air benih cenderung lebih besar (Justice and Bass, 1979). Selain itu jenis kemasan dan kondisi gas dalam wadah simpan juga berpengaruh terhadap daya simpan benih (Copeland, 1976). Pengisian/ penambahan gas nitrogen ke dalam wadah kedap akan menaikkan konsentrasi gas nitrogen dan menurunkan konsentrasi gas oksigen. Penurunan konsentrasi oksigen diharapkan akan menurunkan tingkat respirasi benih sehingga dapat memperlambat kemunduran benih dan memperpanjang daya simpan benih kedelai.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gas nitrogen dalam wadah kedap dan kadar air awal terhadap daya simpan benih kedelai.

- 1) Bagian dari skripsi penulis pertama di Jurusan Ilmu dan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, IPB
- 2) Staf Peneliti di Balittan Sukamandi
- 3) Staf Pengajar di Jurusan Ilmu dan Teknologi Benih IPB

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih IPB, dari bulan Oktober 1985 sampai Mei 1986. Benih kedelai varietas Lokon yang baru dipanen kemudian dibersihkan, disortasi dan dikeringkan sampai kadar air sesuai dengan perlakuan. Pengeringan benih dengan penjemuran. Perlakuan disusun secara faktorial, terdiri atas dua faktor yakni : (A) kondisi udara dalam wadah simpan yang terdiri atas : normal (76% N₂) (a1), 80% N₂ (a2), 90% N₂ (a3) dan 100% N₂ (a4); (B) kadar air awal : 9.13% (b1) dan 12.81% (b2). Wadah simpan yang digunakan : Kaleng yang ditutup rapat (kedap). Rancangan percobaannya yaitu Rancangan Acak Lengkap dengan 3 ulangan.

Metode pengisian gas N₂ dilakukan dengan cara mengisap udara dari wadah simpan sampai ukuran tertentu (vakum untuk konsentrasi N₂ 100%), kemudian N₂ dimasukkan dengan menggunakan alat pengisi N₂ sampai didapatkan konsentrasi N₂ di dalam wadah simpan sesuai perlakuan. Kaleng langsung ditutup rapat (kedap) sesaat sesudah konsentrasi N₂ tercapai. Alat pengisap (alat untuk mengeluarkan udara dari wadah simpan), alat pengisi N₂ dan alat untuk menutup kaleng yang digunakan dalam penelitian ini milik PT. Nutrifood, Bogor.

Pengamatan dilakukan terhadap : (1) daya berkecambah benih, (2) keserempakan tumbuh, (3) berat kering kecambah, (4) laju pertumbuhan kecambah ('seedling growth rate') dan (5) kadar air benih. Pengujian daya berkecambah dengan metode kertas digulung (paper rolls) dan pengamatan jumlah kecambah normal pada (5 x 24) jam. Keserempakan tumbuh benih juga diuji dengan metode kertas digulung dan pengamatan kecambah normal kuat pada (2 x 24) jam. Berat kering kecambah dihitung dengan mengeringkan semua kecambah normal yang telah dibuang kotiledonnya pada suhu 80°C selama (1 x 24) jam. Laju pertumbuhan kecambah dihitung dari berat kering kecambah normal dibagi dengan jumlah kecambah normal. Kadar air benih diukur dengan metode oven pada suhu 105°C selama 24 jam dan perhitungan berdasarkan berat kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viabilitas dan vigor benih pada awal penyimpanan

Viabilitas dan vigor benih pada awal penyimpanan tidak ada perbedaan viabilitas (daya berkecambah) dan vigor benih (keserempakan tumbuh, berat kering kecambah dan laju pertumbuhan kecambah) antara benih yang disimpan dengan kadar air awal 9.13% dan 12.81%.

Tabel 1. Viabilitas dan vigor benih kedelai pada awal penyimpanan

Kadar air awal (%)	Daya berkecambah (%)	Keserempakan tumbuh (%)	Berat kering kecambah (gr)	Laju pertumbuhan kecambah (mg/kec. normal)
9.13	86.0 a	78.0 a	1.212 a	52.5 a
12.81	82.0 a	76.0 a	1.201 a	51.7 a

Keterangan : Angka-angka pada satu variabel yang diikuti dengan huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%.

Pengaruh konsentrasi gas nitrogen dalam wadah kedap dan kadar air awal terhadap perubahan kadar air benih selama penyimpanan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi gas nitrogen terhadap perubahan kadar air benih tidak nyata selama penyimpanan (Tabel 2). Kadar air awal benih berpengaruh nyata terhadap perubahan kadar air mulai periode simpan 4 sampai 32 minggu. Sedangkan pengaruh interaksi konsentrasi gas nitrogen dan kadar air awal terhadap perubahan kadar air benih juga tidak nyata selama penyimpanan (Tabel 1).

Perubahan kadar air dari benih yang disimpan dengan kadar air awal (KA awal) 9.13% lebih kecil dibanding benih dengan KA awal 12.81% pada periode simpan 4 sampai 32 minggu (Tabel 3). Pada kondisi simpan tertutup rapat dan kedap, perubahan kadar air benih merupakan suatu proses kesetimbangan antara kadar air benih dengan kelembaban udara di dalam wadah simpan. Kelembaban udara dalam wadah dipengaruhi oleh hasil proses respirasi benih. Owen (*dalam* Nugraha, 1981) menyatakan bahwa laju respirasi benih meningkat dengan meningkatnya kadar air benih. Berarti laju respirasi dari benih dengan KA awal 12.81% lebih besar dibanding benih dengan KA awal 9.13%, sehingga perubahan kadar air dari benih dengan KA awal 12.81% juga lebih besar.

Pengaruh konsentrasi gas nitrogen dalam wadah simpan kedap dan kadar air awal terhadap daya berkecambah benih selama penyimpanan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gas nitrogen dalam wadah kedap tidak berpengaruh terhadap daya berkecambah benih selama penyimpanan. Sedangkan kadar air awal berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih pada periode simpan 8 sampai 32 minggu. Pengaruh interaksi konsentrasi gas nitrogen dan kadar air awal terhadap daya berkecambah benih

Tabel 2. Perubahan kadar air benih (%) dengan berbagai konsentrasi gas nitrogen selama penyimpanan

Konsentrasi gas nitrogen (%)	Periode simpan (minggu)							
	4	8	12	16	20	24	28	32
----- <i>Perubahan kadar air benih (%)</i> -----								
76	0.69 a	0.73 a	0.64 a	0.78 a	0.79 a	0.72 a	1.10 a	1.53 a
80	0.13 a	0.24 a	0.72 a	0.65 a	0.84 a	0.93 a	1.25 a	1.40 a
90	0.54 a	1.02 a	0.60 a	0.68 a	0.81 a	1.05 a	0.85 a	1.99 a
100	0.78 a	0.56 a	0.57 a	0.80 a	0.48 a	0.64 a	1.17 a	1.15 a

Keterangan : Angka-angka pada satu periode simpan yang diikuti dengan huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%

Tabel 3. Perubahan kadar air benih (%) dengan berbagai kadar air awal selama penyimpanan

Kadar air awal (%)	Periode simpan (minggu)							
	4	8	12	16	20	24	28	32
----- <i>Perubahan kadar air benih (%)</i> -----								
9.13	0.52 b	0.47 b	0.46 b	0.40 b	0.44 b	0.47 b	0.57 b	1.05 b
12.81	1.04 a	0.80 a	0.91 a	1.04 a	1.02 a	1.20 a	1.61 a	1.99 a

Keterangan : Angka-angka pada satu periode simpan yang diikuti dengan huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%.

juga tidak nyata selama penyimpanan (Tabel 1).

Daya berkecambah benih pada berbagai konsentrasi gas nitrogen dan pada berbagai taraf kadar air awal disajikan pada Tabel 4 dan 5. Pada Tabel tersebut terlihat bahwa daya berkecambah benih dengan berbagai konsentrasi nitrogen tidak berbeda, akan tetapi terdapat perbedaan daya berkecambah yang nyata antara benih dengan KA awal 9.13% dan 12.81%. Benih yang disimpan

dengan KA awal 9.13% mempunyai daya berkecambah yang lebih tinggi dibanding yang berkadar air awal 12.81% mulai 8 sampai 32 minggu penyimpanan. Sampai 20 minggu penyimpanan benih dengan KA awal 9.13% masih memiliki daya berkecambah yang cukup tinggi (>80%), sedangkan yang disimpan dengan KA awal 12.81% daya berkecambahnya hanya 60.8%, sehingga sudah tidak layak digunakan sebagai bahan pertanaman (benih).

Tabel 4. Daya berkecambah benih yang disimpan dengan berbagai konsentrasi gas nitrogen

Konsentrasi gas nitrogen (%)	Periode simpan (minggu)							
	4	8	12	16	20	24	28	32
----- <i>Daya berkecambahbenih (%)</i> -----								
76	87.5 a	85.2 a	81.4 a	71.0 a	72.7 a	58.2 a	50.3 a	37.8 a
80	82.5 a	81.0 a	76.0 a	74.6 a	73.0 a	63.9 a	50.0 a	35.6 a
90	89.5 a	79.7 a	76.3 a	72.3 a	72.9 a	54.8 a	51.0 a	30.3 a
100	89.1 a	79.8 a	79.5 a	71.4 a	73.5 a	68.7 a	44.1 a	46.4 a

Keterangan : Data ditransformasi ke arc sin $\sqrt{\%}$
 Angka-angka pada satu periode simpan yang diikuti dengan huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%.

Tabel 5. Daya berkecambah benih yang disimpan dengan berbagai kadar air awal

Kadar air awal (%)	Periode simpan (minggu)							
	4	8	12	16	20	24	28	32
----- Daya berkecambah benih (%) -----								
9.13	87.2 a	83.5 a	82.1 a	79.8 a	83.8 a	76.3 a	74.9 a	74.4 a
12.81	87.4 a	78.5 b	74.3 b	64.9 b	60.8 b	45.5 b	23.0 b	7.5 b

Keterangan : Data ditransformasi ke arc sin $\sqrt{\%}$
 Angka-angka pada satu periode simpan yang diikuti dengan huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%.

Pengaruh konsentrasi gas nitrogen dalam wadah kedap dan kadar air awal terhadap vigor benih selama penyimpanan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gas nitrogen dalam wadah kedap berpengaruh nyata terhadap ketiga variabel vigor benih (keserempakan tumbuh benih, berat kering kecambah dan laju pertumbuhan kecambah) hanya pada periode simpan 24 minggu. Kadar air awal berpengaruh nyata terhadap keserempakan tumbuh benih pada periode simpan 20 minggu, terhadap berat kering kecambah dan laju pertumbuhan

kecambah pada periode simpan 24 minggu. Interaksi kadar air awal dan konsentrasi N₂ terhadap vigor benih tidak nyata selama penyimpanan (Tabel 1).

Pada periode simpan 24 minggu, benih yang disimpan dengan konsentrasi nitrogen 80% mempunyai vigor (keserempakan tumbuh, laju pertumbuhan kecambah dan berat kering) tertinggi dibanding benih yang disimpan dengan konsentrasi yang lain (Tabel 6). Akan tetapi perbedaan tersebut sudah tidak berarti bagi benih, karena pada periode tersebut daya berkecambah benihnya sudah rendah (63.9%).

Tabel 6. Vigor benih kedelai yang disimpan dengan berbagai konsentrasi gas nitrogen

Konsentrasi gas nitrogen (%)	Periode simpan (minggu)							
	4	8	12	16	20	24	28	32
----- Keserempakan tumbuh (%) -----								
76	69.7 a	64.9 a	43.9 a	48.3 a	49.3 a	35.9 b	35.2 b	38.6 a
80	80.4 a	66.8 a	30.1 a	35.5 a	41.5 a	41.0 a	50.0 a	20.2 b
90	75.9 a	67.0 a	34.3 a	46.1 a	45.2 a	33.2 b	51.0 a	15.9 b
100	67.1 a	62.5 a	46.2 a	53.1 a	45.9 a	41.9 a	44.0 a	32.7 a
----- Berat kering kecambah (g) -----								
76	0.90 a	0.77 a	0.75 a	0.76 a	0.67 a	0.66 ab	0.42 a	0.43 a
80	0.97 a	0.78 a	0.75 a	0.72 a	0.72 a	0.76 a	0.38 a	0.35 a
90	0.91 a	0.73 a	0.68 a	0.65 a	0.69 a	0.57 b	0.42 a	0.36 a
100	0.98 a	0.82 a	0.81 a	0.75 a	0.75 a	0.57 b	0.48 a	0.43 a
----- Laju pertumbuhan kecambah (mg/kecambah normal) -----								
76	41.2 a	36.0 a	37.9 a	35.9 a	39.0 a	34.9 c	33.5 a	35.9 a
80	43.5 a	37.1 a	34.8 a	36.3 a	40.4 a	40.1 a	36.0 a	33.5 a
90	41.4 a	35.5 a	36.7 a	35.2 a	38.8 a	35.7 b	36.9 a	33.5 a
100	43.3 a	38.6 a	38.9 a	37.7 a	38.9 a	37.4 b	34.9 a	36.4 a

Keterangan : Data keserempakan tumbuh ditransformasi ke arc sin $\sqrt{\%}$
 Angka-angka pada satu variabel dan satu periode simpan yang diikuti dengan huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%.

Benih kedelai yang disimpan dengan kadar air awal (KA awal) 9.13% mempunyai vigor (keserempakan tumbuh, berat kering kecambah dan laju pertumbuhan kecambah) yang lebih tinggi dibanding yang disimpan dengan KA awal 12.81% pada periode simpan 8 sampai 32 minggu (Tabel 7).

Beberapa hasil penelitian yang lain juga mendukung hasil penelitian ini bahwa benih kedelai yang disimpan dengan KA awal lebih rendah mempunyai viabilitas dan vigor benih yang lebih tinggi dibanding benih yang disimpan dengan KA yang lebih tinggi (Setiawati *et. al.*, 1988, Wahyuni *et.*

Tabel 7. Vigor benih kedelai yang disimpan dengan berbagai kadar air awal

Kadar air awal (%)	Periode simpan (minggu)							
	4	8	12	16	20	24	28	32
	----- Keserempakan tumbuh (%) -----							
9.13	70.6 a	64.5 a	46.5 a	54.6 a	60.2 a	54.2 a	57.4 a	50.8 a
12.81	73.7 a	66.9 a	30.8 b	36.9 b	31.1 b	23.0 b	18.6 b	6.9 b
	----- Berat kering kecambah (g) -----							
9.13	0.97 a	0.81 a	0.78 a	0.80 a	0.84 a	0.78 a	0.70 a	0.67 a
12.81	0.91 a	0.75 b	0.66 b	0.60 b	0.57 b	0.44 b	0.25 b	0.11 b
	----- Laju pertumbuhan kecambah (mg/kecambah normal) -----							
9.13	42.8 a	38.4 a	38.7 a	38.3 a	41.3 a	38.6 a	38.1 a	38.2 a
12.81	41.8 a	35.2 b	35.5 b	34.2 b	37.2 b	35.5 b	32.6 b	31.4 b

Keterangan : Data keserempakan tumbuh ditransformasi ke arc sin $\sqrt{\%}$
Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%.

Pada semua variabel yang diamati (viabilitas dan vigor) terlihat bahwa benih yang disimpan dengan kadar air awal (KA awal) 9.13% lebih tinggi dibanding benih yang disimpan dengan KA awal 12.81%. Kadar air benih yang tinggi menstimulir aktifitas enzim di dalam embrio yang merupakan katalisator biologis yang sangat penting (Suseno, 1974). Selain itu laju respirasi benih akan meningkat dengan meningkatnya kadar air benih (Owen *dalam* Nugraha, 1981). Laju respirasi yang lebih tinggi pada benih dengan KA awal 12.81% juga terlihat dari kenaikan kadar air benih. Kenaikan kadar air pada benih dengan KA awal 12.81% lebih tinggi dibanding benih dengan KA awal 9.13% (Tabel 3). Peningkatan aktifitas enzim dan laju respirasi benih akan mengakibatkan perombakan cadangan makanan secara cepat. Perombakan cadangan makanan yang berlangsung secara terus menerus akan mengakibatkan habisnya cadangan makanan pada jaringan-jaringan vital (meristem) (Suseno, 1974). Bila kadar air benih hanya mencukupi untuk berlangsungnya proses respirasi pada poros embrio, sedangkan translokasi cadangan makanan dari sel-sel penyimpanan ke poros embrio tidak memungkinkan maka terjadilah kelaparan lokal (Harrington, 1972). Kelaparan lokal inilah yang diduga mengakibatkan penurunan viabilitas dan vigor benih secara cepat selama penyimpanan.

al., 1993).

Peningkatan konsentrasi gas nitrogen dimaksudkan sebagai salah satu cara menurunkan konsentrasi oksigen dalam wadah kedap. Gavrechenkov and Sinha (1980) menyatakan bahwa penurunan konsentrasi oksigen akan menurunkan tingkat respirasi benih, sehingga memperlambat kemunduran benih dan memperpanjang daya simpan benih. Dalam penelitian ini, pengaruh konsentrasi N₂ terhadap viabilitas dan vigor benih relatif tidak nyata. Akan tetapi Barton (*dalam* Copeland, 1976) mengatakan bahwa N₂ bisa memperlambat maupun mempercepat kemunduran benih tergantung dari jenis benihnya. Sedangkan Sadjad (1980) menyatakan bahwa tanggap suatu benih terhadap proses respirasi dalam hubungannya dengan gas dipengaruhi oleh sifat fisiologi benih, komposisi kimia benih, dan senyawa enzim. Hal ini dapat menerangkan adanya viabilitas benih yang tidak dipengaruhi secara nyata oleh perbedaan kondisi gas (konsentrasi nitrogen) dalam wadah kedap.

Daya simpan benih dinilai berdasarkan dua kriteria, yang pertama adalah daya berkecambah benih setelah disimpan $\geq 80\%$ (persyaratan minimum daya berkecambah benih bersertifikat adalah 80%), yang kedua adalah nilai vigor benih setelah penyimpanan. Berdasarkan kedua kriteria tersebut

terlihat bahwa daya simpan benih kedelai dengan daya berkecambah awal 86% dan KA awal 9.13% dalam kondisi kamar adalah 20 minggu, bila KA awalnya 12.81% hanya 4 minggu.

KESIMPULAN

Perbedaan konsentrasi gas nitrogen dalam wadah kedap tidak mempengaruhi daya simpan benih kedelai.

Viabilitas benih kedelai dengan daya berkecambah awal 86% mampu dipertahankan selama 20 minggu dalam kondisi kamar jika kadar air awalnya 9.13% dan hanya 4 minggu jika kadar air awalnya 12.81%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, P.R. 1981. *Seed Technology*. Oxford and IBH Publ. Cp., New Delhi. 308 p.
- Copeland, L.O. 1976. *Principle of Seed Science and Technology*. Burgess Publ. Cp., New York. 369 p.
- Haggerty, N.J. 1983. Pengerian, penyimpanan dan pengepakan benih. p. 45-61. *In* Byrd, H.W. (ed.) *Pedoman Teknologi Benih*. PT Pembimbing Masa, Jakarta (terjemahan)
- Gavrechenkov, Y.D. and R.N. Sinha. 1980. Keeping quality of soybeans stored under aerobic and anaerobic conditions. *Can. J. Plant Sci.* 60 : 1087 - 1099.
- Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity. *In* T.T. Korlowski (ed.). *Seed Biology*. Vol III. Academic Pres, New York.
- Justice O.L. and L.N. Bass. 1979. *Principles and Practice of Seed Storage*. Castle House Publ. Ltd. 289 p.
- Nugraha, U.S. 1981. Pengaruh Kondisi Simpan Dengan Pemberian Kapur dan Karbondioksida Terhadap Viabilitas Benih Jagung Untuk Penelaahan Antara Parameter Laboratorium Dengan Parameter Lapangan. IPB, Bogor. Disertasi. 69 p.
- Setiawati, J. dan Sudaryono. 1988. Daya simpan benih kedelai dalam beberapa macam pengemas. *Prosiding Seminar Penelitian Pasca Panen Pertanian*. Buku I. Badan Litbang Pertanian, Bogor : 84 - 90.
- Suseno, H. 1974. *Fisiologi Tumbuhan*. Departemen Botani, IPB, Bogor. 277 p.
- Wahyuni, S dan U.S. Nugraha. 1993. Penelitian pengerian dan penyimpanan benih kedelai. *Kompilasi Hasil Penelitian 1992/1993*. Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.