

PENGUJIAN DAYA BERKECAMBAH BENIH DAN EVALUASI STRUKTUR KECAMBAH BENIH

Seed Germination Testing and Evaluation Structure Seedling Sprouts

Elfiani dan Jakoni

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau

Jln. Kaharudin Nasution No. 346, Km 10. Pekanbaru. Telp. 0761-674206

Email: riau.bptp@yahoo.com

[Diterima Desember 2014, Disetujui Januari 2015]

ABSTRACT

Testing germination in principle is to test a number of seeds and determine the percentage of seeds that can grow or be able to germinate normally at the specified time period. This test aimed to learn how to test a variety of seeds and germination of seeds of a particular lot by using a paper substrate, assessing different types of seeds that germinated species and classify them, determine the viability of a seed lot with benchmark germination. Tests on rice seed germination showed that seeds still qualify for graduation certification under the provisions established by the Directorate General of Food Crops for germination percentage above 80%. In addition, the percentage growth rate (KCT) is also quite high which indicates that the seed is still vigor. Benih corn and soybean seed were tested did not meet the graduation requirement of certification of seeds but the percentage growth rate (KCT) each classified as still having medium and high vigor. Germination in spinach showed that seeds still qualify for graduation certification. Evaluation of two maize seed lots showed normal germination percentage significantly. Quality tested physiological soybean seed has declined, by looking at the percentage of normal seedling is quite low and the percentage of dead seeds are quite high.

Keywords: *Seed, Germination, Seedling structure*

ABSTRAK

Pengujian daya berkecambah pada prinsipnya adalah menguji sejumlah benih dan menentukan persentase dari jumlah benih tersebut yang dapat tumbuh atau mampu berkecambah secara normal pada jangka waktu yang telah ditentukan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui cara mengecambahkan berbagai jenis benih dan menguji daya berkecambah benih dari lot tertentu dengan menggunakan substrat kertas, menilai berbagai jenis spesies benih yang dikecambahkan dan mengklasifikasikannya, menentukan viabilitas suatu lot benih dengan tolak ukur daya kecambah. Pengujian daya berkecambah pada benih padi menunjukkan bahwa benih masih memenuhi syarat kelulusan sertifikasi menurut ketentuan yang ditetapkan oleh Ditjen Tanaman Pangan karena memiliki persentase daya berkecambah di atas 80%. Selain itu, persentase kecepatan tumbuh (K_{CT}) juga cukup tinggi yang mengindikasikan bahwa benih masih vigor. Benih jagung dan benih kedelai yang diuji tidak memenuhi syarat kelulusan sertifikasi benih, namun persentase kecepatan tumbuhnya (K_{CT}) masing-masing tergolong masih memiliki vigor sedang dan tinggi. Daya berkecambah pada bayam menunjukkan bahwa benih masih memenuhi syarat kelulusan sertifikasi. Evaluasi terhadap dua lot benih jagung menunjukkan persentase kecambah normal yang cukup signifikan. Mutu fisiologis benih kedelai yang diuji telah menurun, dengan melihat persentase kecambah normal yang cukup rendah dan persentase benih mati yang cukup tinggi.

Kata Kunci: *Benih, Daya kecambah, Struktur kecambah.*

PENDAHULUAN

Viabilitas benih dapat diketahui dengan melakukan pengujian benih. Ada beberapa macam metode pengujian yang digunakan untuk

mendeteksi parameter viabilitas benih, salah satunya adalah pengujian daya kecambah. Daya berkecambah atau daya tumbuh benih menjadi

tolak ukur bagi kemampuan benih untuk tumbuh normal pada kondisi yang optimum.

Pengujian pada kondisi lapang biasanya tidak memberikan hasil yang memuaskan karena tidak dapat diulang dengan hasil yang akurat. Oleh karena itu, metode pengujian di laboratorium telah dikembangkan dimana kondisi lingkungan dikendalikan sedemikian rupa untuk mendapatkan tingkat perkecambahan yang optimal pada lot benih jenis tanaman tertentu. Pengujian daya berkecambah merupakan pengujian yang harus dilakukan di laboratorium untuk memenuhi kriteria mutu benih yang harus dicantumkan dalam label kemasan benih bersertifikat selain kemurnian dan kadar air. Oleh karena itu, hasil yang akurat sangat diharapkan dalam pengujian ini.

Pengujian daya berkecambah pada prinsipnya adalah menguji sejumlah benih dan menentukan persentase dari jumlah benih tersebut yang dapat tumbuh atau mampu berkecambah secara normal pada jangka waktu yang telah ditentukan. Lingkungan perkecambahan harus dibuat optimal untuk mendukung perkecambahan. Pengujian daya berkecambah hendaknya dilakukan terhadap benih murni yaitu benih-benih yang telah teruji atau dari kelompok benih dengan kemurnian yang terjamin. Pengujian dilakukan dengan menggunakan substrat kertas dan pasir.

Ciri khas dari pengujian daya berkecambah adalah pengamatan terhadap benih yang tumbuh normal dilakukan 2 kali, pengamatan pertama biasa disebut hitungan pertama, ditujukan untuk optimalisasi media benih yang tumbuh menjadi kecambah normal dihitung dan kemudian di keluarkan dari media, begitu juga dengan benih busuk dan bercendawan disingkirkan dari media. Pengamatan kedua atau hitungan kedua untuk semua kecambah dan benih dalam kondisi apapun.

Kecambah normal yang digunakan bagi bermacam-macam jenis tanaman harus standar untuk tanaman dikotil bagian kecambah yang harus diperhatikan, perakaran yang terdiri dari akar primer dan akar sekunder, hipokotil, kedua kotiledon, epikotil dan plumula, sedangkan untuk tanaman monokotil yang harus di perhatikan adalah akar seminal primer dan sekunder mesokotil koleoptil dan plumula. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui cara mengecambahkan berbagai jenis benih dan menguji daya berkecambah benih dari lot

tertentu dengan menggunakan substrat kertas, menilai berbagai jenis spesies benih yang dikecambahkan dan mengklasifikasikannya, menentukan viabilitas suatu lot benih dengan tolak ukur daya kecambah.

METODE PENELITIAN

Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Benih Leuwikopo, Institut Pertanian Bogor bulan Maret 2010. Alat dan bahan yang digunakan pada pengujian daya berkecambah antara lain: *ecogerminator*, substrat perkecambahan/media (kertas), cawan petri + tutup, plastik, pinset, alat pengepres, bak penampung air, botol penyemprot/*hand sprayer*, label, contoh kerja benih padi, jagung, kedelai dan bayam (@ 25 butir), dan air. Evaluasi struktur kecambah, bahan yang digunakan adalah : contoh kerja benih jagung dari 2 (dua) lot yang berbeda, contoh kerja benih kedelai, dan contoh kerja benih bayam.

Pengujian Daya Berkecambah

Contoh kerja akan dikecambahkan pada media/substrat kertas dengan metode Uji Antar Kertas yaitu Uji Kertas Digulung (UKD) untuk benih padi, Uji Kertas Digulung dalam plastik (UKDdp) untuk benih jagung dan kedelai, dan Uji Diatas Kertas (UDK) untuk benih bayam. Sebelumnya media disiapkan dengan cara dibasahi dengan air untuk menciptakan kondisi lembab dalam perkecambahan. Setelah itu media dipres/ditekan dengan alat pengepres. Lalu, media dihamparkan dengan posisi plastik dibawah dan kertas diatasnya. Kemudian, tanam contoh kerja diatas media dengan cara menyusun sebanyak 25 butir benih. Selanjutnya digulung dan diberi label, lalu kemudian dimasukkan ke dalam *ecogerminator*. Sebelumnya pada *ecogerminator*, bak penampung air harus selalu terisi air untuk menjaga kelembaban selama pengujian. Kelembaban substrat /media juga harus terjaga hingga pengujian selesai. Untuk benih kedelai, *first count* akan dilakukan pada hari ke-3, benih padi, jagung dan bayam masing-masing pada hari ke-5. *Final count* untuk benih bayam jatuh pada hari ke-5, benih padi dan jagung pada hari ke-7. Standar ini berlaku hanya untuk perkecambahan dengan menggunakan *ecogerminator*, sedangkan untuk perkecambahan dengan *standard germinator* yang sesuai aturan ISTA, maka *first count* dan *final count*-nya mengikuti standar ISTA.

Benih-benih yang berkecambah pada *first count* harus dibuang agar tidak mengganggu perkecambahan benih yang belum berkecambah. Dari hasil perkecambahan, kemudian dihitung daya berkecambah dan kecepatan tumbuh terhadap masing-masing dengan rumus sebagai berikut:

$$DB = \frac{KN I + KN II}{\text{Jumlah Benih}} \times 100\%$$

$$K_{CT} = \sum_0^{t_n} \frac{N}{t}$$

Keterangan:

- DB = Daya berkecambah (%)
- KN I = Jumlah kecambah normal pada hitungan pertama
- KN II = Jumlah kecambah normal pada hitungan terakhir
- K_{CT} = Kecepatan tumbuh (% per etmal)
- N = Persentase kecambah normal setiap waktu pengamatan
- t = Waktu pengamatan
- t_n = Waktu akhir pengamatan

Evaluasi Struktur Kecambah

Kecambahkan 2 (dua) lot benih jagung yang berbeda, benih kedelai dan benih bayam. Buka substrat perkecambahan dan lihat struktur kecambah yang tumbuh. Pada benih yang dikotil (contoh: kedelai), benih dikatakan berkecambah normal jika poros embrio tumbuh secara utuh yaitu telah terdapat plumula, epikotil, hipokotil (panjangnya 3 x panjang benih) dan akar. Jika kotiledon 50% masih utuh atau mengalami sedikit kerusakan, dapat dikategorikan kecambah normal. Pada benih monokotil (contoh: jagung), benih dikatakan berkecambah normal jika telah terlihat kleoptil, akar primer, tudung akar, akar seminal dan

daun. Seperti halnya pada pengujian daya berkecambah, pada evaluasi struktur kecambah, dihitung persentase benih yang berkecambah normal, kecambah abnormal, benih mati, benih segar tidak tumbuh dan biji keras.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Daya Berkecambah

Pengujian daya berkecambah benih padi, diperoleh hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 3 (tiga) ulangan dengan rata-rata ulangan disajikan pada Tabel 1.

Data Tabel 1, menunjukkan bahwa kisaran daya berkecambah benih padi terendah sebesar 86,67 persen dan tertinggi sebesar 94,67 persen. Sedangkan standar pengujian laboratorium terhadap benih padi yang dikeluarkan oleh Ditjen Tanaman Pangan (2009), daya berkecambah benih padi minimal untuk setiap kelas benih adalah 80%. Dengan demikian, lot benih yang diuji dalam praktikum ini masih memenuhi syarat kelulusan untuk sertifikasi benih.

Pada pengamatan pengujian daya berkecambah yang juga diamati adalah kecepatan tumbuh (K_{CT}) benih. Kecepatan tumbuh (K_{CT}) merupakan tolok ukur vigor kekuatan tumbuh (V_{KT}) yang umum, bukan parameter vigor benih yang spesifik terhadap cekaman tertentu. Oleh karena itu, K_{CT} dapat menjadi tolok ukur V_a yang menunjukkan vigor maksimum pada saat benih mencapai masak fisiologis (Sadjad, S. *et al.*, 1999). Hasil pengamatan menunjukkan kecepatan tumbuh benih padi memiliki kisaran rata-rata 17,96 – 21,42 persen. Secara umum dapat disimpulkan bahwa benih padi yang diuji masih memiliki vigor yang cukup tinggi, karena dari 25 butir benih padi yang diuji pada tiap ulangannya mempunyai kemampuan untuk

Tabel 1. Hasil Pengujian Daya Berkecambah dan Kecepatan Tumbuh Benih Padi

Uraian	Rata-rata Ulangan 1 (%)	Rata-rata Ulangan 2 (%)	Rata-rata Ulangan 3 (%)	Rata-rata Ulangan 4 (%)	Rata-rata Ulangan 5 (%)
DB	94,67	89,33	86,67	89,33	90,67
K _{CT}	21,42	18,22	18,76	19,29	17,96
AB	0,00	4,00	4,00	0,00	4,00
BM	4,00	6,67	5,33	9,33	8,00
BSTT	1,33	4,00	6,67	1,33	1,33
BK	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00

Tabel 2. Hasil Pengujian Daya Berkecambah dan Kecepatan Tumbuh Benih Jagung

Uraian	Rata-rata Ulangan 1 (%)	Rata-rata Ulangan 2 (%)	Rata-rata Ulangan 3 (%)	Rata-rata Ulangan 4 (%)	Rata-rata Ulangan 5 (%)
DB	56,00	66,67	56,00	61,33	68,00
K _{CT}	16,81	18,25	17,11	19,04	20,37
AB	1,33	2,67	2,67	4,00	5,33
BM	16,00	18,67	22,67	13,33	13,33
BSTT	26,67	12,00	18,67	21,33	13,33
BK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

tumbuh cepat yang masih tinggi.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap daya kecambah benih jagung, diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 2. Pada Tabel 2, kisaran daya berkecambah pada benih jagung hanya 56 – 68% dari tiga kali ulangan yang dilakukan oleh masing-masing kelompok peserta praktikum. Jika melihat standar pengujian laboratorium benih jagung komposit yang telah ditetapkan oleh Ditjen Tanaman Pangan (2009), untuk parameter daya berkecambah setiap kelas benih minimal sebesar 80%. Berdasarkan standar tersebut, benih jagung yang diuji tidak memenuhi syarat kelulusan sertifikasi. Mutu viabilitas benih jagung yang rendah kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: usia benih yang sudah lama sehingga benih sudah mengalami penyimpanan yang cukup lama dan dalam kondisi yang kurang kondusif bagi benih, sehingga ini memungkinkan persentase benih mati dan benih abnormal menjadi cukup tinggi. Faktor lain, dengan melihat tingginya persentase benih segar tidak tumbuh yang dihasilkan, mengindikasikan kemungkinan benih mengalami masa dorman, namun faktor ini sangat kecil kemungkinan terjadinya sebab persentase benih mati dan abnormalnya cukup tinggi. Pengamatan terhadap K_{CT} benih jagung, dihasilkan kisaran rata-rata 16,81-20,37%. Dengan kisaran nilai tersebut dapat dikatakan

bahwa benih tersebut memiliki vigor sedang, karena masih mempunyai kemampuan untuk tumbuh cepat pada awal perkecambahan. Hasil pengujian daya berkecambah terhadap benih kedelai yang disajikan disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa dari tiga ulangan yang dilakukan diperoleh kisaran rata-rata antara 62,67 – 82,67%.

Hasil tersebut jika dibandingkan dengan standar kelulusan benih kedelai untuk sertifikasi yang ditetapkan oleh Ditjen Tanaman Pangan (2009) dimana daya berkecambah minimal 80% untuk setiap kelas benih, maka benih kedelai yang diuji dapat dikatakan tidak memenuhi syarat, karena jika dilihat dari hasil ulangan menunjukkan sebaran daya berkecambah yang bervariasi dan memiliki nilai di bawah 80%, hanya hasil perkecambahan kelompok 1 dan 3 yang memiliki daya berkecambah masing-masing 82,67% dan 81,33%.

Namun, berbeda hasilnya dengan K_{CT} yang menunjukkan nilai dengan kisaran rata-rata 19,73 – 26,40%. Ini menunjukkan bahwa benih kedelai tersebut memiliki vigor yang tinggi, dengan demikian walaupun jika dilihat dari daya kecambah yang sudah menurun, tapi benih tersebut masih vigor. Sama halnya dengan benih jagung, kemungkinan benih kedelai yang diuji telah lama disimpan sehingga daya berkecambahnya telah menurun.

Selanjutnya, hasil pengujian daya ber-

Tabel 3. Hasil Pengujian Daya Berkecambah dan Kecepatan Tumbuh Benih Kedelai

Uraian	Rata-rata Ulangan 1 (%)	Rata-rata Ulangan 2 (%)	Rata-rata Ulangan 3 (%)	Rata-rata Ulangan 4 (%)	Rata-rata Ulangan 5 (%)
DB	82,67	77,33	81,33	62,67	76,00
K _{CT}	25,02	23,04	26,40	19,73	23,58
AB	9,33	9,33	9,33	9,33	20,00
BM	8,00	13,33	9,33	28,00	4,00

Tabel 4. Hasil Pengujian Daya Berkecambah Benih Bayam

Uraian	Rata-rata Ulangan 1 (%)	Rata-rata Ulangan 2 (%)	Rata-rata Ulangan 3 (%)	Rata-rata Ulangan 4 (%)	Rata-rata ulangan 5 (%)
DB	85,33	81,33	86,67	80,00	90,67
AB	1,33	2,67	1,33	1,33	1,33
BM	9,33	13,33	2,67	2,67	5,33
BSTT	1,33	2,67	6,67	6,67	2,67
BK	2,67	0,00	2,67	9,33	0,00

kecambah terhadap benih bayam yang dilakukan sebanyak 3 (tiga) ulangan dengan rata-rata ulangan dapat dilihat pada Tabel 4. Standar pengujian laboratorium benih bayam yang telah ditetapkan oleh Ditjen Hortikultura (2007) bahwa daya berkecambah minimal untuk semua kelas benih adalah 70%. Tabel 4, menunjukkan bahwa kisaran rata-rata daya berkecambah benih bayam masih memenuhi syarat kelulusan karena memiliki kisaran di atas 70% yaitu antara 80 hingga 90,67%. Dengan demikian, lot benih yang diuji dalam praktikum ini masih layak untuk diperjualbelikan di pasar.

Evaluasi Struktur Kecambah

Benih yang sudah berkecambah harus dinilai dan diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori yaitu kecambah normal dan abnormal. Demikian pula benih-benih yang tidak mampu berkecambah digolongkan ke dalam benih segar tidak tumbuh, benih mati dan benih keras. Untuk dapat mengklasifikasikan kecambah dan benih ke dalam kategori-kategori di atas, dibutuhkan keterampilan dan pengalaman agar tidak terjadi kesalahan dalam menilai. Evaluasi struktur kecambah pada pengujian ini dilakukan terhadap 2 (dua) lot benih jagung, benih kedelai dan benih bayam. Hasil penilaian kecambah

terhadap benih jagung dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6, sedangkan hasil evaluasi kecambah benih kedelai dan bayam masing-masing terdapat pada Tabel 7 dan 8.

Berdasarkan Tabel 5 dan 6, data tersebut menunjukkan bahwa untuk benih jagung lot 1, persentase kecambah normal rata-rata 64,71% pada hitungan pertama, sedangkan pada hitungan terakhir, persentase kecambah normal rata-rata 59,14%. Selanjutnya, pada lot 2, persentase kecambah normal sangat rendah baik pada hitungan pertama maupun hitungan terakhir, yaitu rata-rata tiap kecambah normal 5,95% dan 14,62%.

Beda sangat nyata dapat dimungkinkan karena beda waktu panen antara kedua lot jagung tersebut. Asumsi yang mungkin adalah Benih jagung lot 2 tua sedangkan benih lot 1 lebih muda, sehingga jumlah kecambah normal benih lot 1 masih tinggi. Sedangkan jika melihat dari sebaran persentase benih mati dan benih abnormal yang cukup tinggi pada kedua lot benih jagung, dapat ditarik kesimpulan bahwa kedua lot tersebut memiliki mutu fisiologis yang telah menurun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, benih kedelai yang dinilai struktur kecambahnya hanya satu lot saja, demikian juga benih

Tabel 5. Hasil Evaluasi Struktur Kecambah Benih Jagung Lot 1

Ulangan	KN (%)	KN (%)	AB (%)	BM (%)	BSTT (%)	BK (%)
1	56	76	8	16	0	0
2	64	40	25	0	35	0
3	50	60	8	32	0	0
4	68	48	12	40	0	0
5	68	50	24	26	0	0
6	72	72	8	0	20	0
7	75	68	12	0	20	0
Rata-rata	64,71	59,14	13,86	16,29	10,71	0,00

Tabel 6. Hasil Evaluasi Struktur Kecambah Benih Jagung Lot 2

Ulangan	KN (%)	KN (%)	AB (%)	BM (%)	BSTT (%)	BK (%)
1	0	7	20	26	47	0
2	0	6,67	13,33	26,67	53,33	0
3	6,67	45	0	55	0	0
4	0	0	25	5	65	5
5	10	26,67	20	6,67	46,67	0
6	20	10	20	0	15	55
7	5	7	20	0	73	0
Rata-rata	5,95	14,62	16,90	17,05	42,86	8,57

Tabel 7. Hasil Evaluasi Struktur Kecambah Benih Kedelai

Ulangan	KN (%)	KN (%)	AB (%)	BM (%)	BSTT (%)	BK (%)
1	48	40	16	44	0	0
2	64	40	8	28	20	4
3	44	48	16	36	0	0
4	44	60	24	16	0	0
5	40	44	32	24	0	0
6	40	40	12	0	48	0
7	44	64	0	36	0	0
Rata-rata	46,29	48,00	15,43	26,29	9,71	0,57

bayam. Hasil evaluasi struktur kecambah benih kedelai menunjukkan bahwa pada hitungan pertama rata-rata benih berkecambah normal sebesar 46,29 persen dengan kisaran 40–64 persen. Sedangkan pada hitungan terakhir rata-rata 48% dengan kisaran yang sama. Dari data tersebut hal yang bisa disimpulkan adalah telah terjadi penurunan mutu, dan hal ini di tunjang dengan data persentasi benih mati yang tinggi pada angka 26,29%.

Selanjutnya, benih bayam pada Tabel 8, diamati pada hitungan pertama menunjukkan

bahwa rata-rata benih berkecambah normal sebesar 72% dengan kisaran 44 – 84%. Dengan persentase kecambah normal yang cukup tinggi tersebut, dapat disimpulkan bahwa secara fisiologis, mutu benih bayam yang diuji masih cukup baik.

KESIMPULAN

1. Pengujian daya berkecambah pada benih padi menunjukkan bahwa benih masih memenuhi syarat kelulusan sertifikasi menurut ketentuan yang ditetapkan oleh

Tabel 8. Hasil Evaluasi Struktur Kecambah Benih Bayam

Ulangan	KN (%)	AB (%)	BM (%)	BSTT (%)	BK (%)
1	76	4	20	0	0
2	84	4	12	0	0
3	72	8	0	0	20
4	84	8	8	0	0
5	44	16	40	0	0
6	76	-	-	24	-
7	68	20	0	0	0
Rata-rata	72,00	10,00	13,33	3,43	3,33

- Ditjen Tanaman Pangan karena memiliki persentase daya berkecambah di atas 80%. Selain itu, persentase kecepatan tumbuh (K_{CT}) juga cukup tinggi yang mengindikasikan bahwa benih masih vigor.
2. Benih jagung dan benih kedelai yang diuji tidak memenuhi syarat kelulusan sertifikasi benih seperti yang telah ditetapkan oleh Ditjen Tanaman Pangan yaitu minimal persentase daya berkecambah 80% untuk tiap kelas benih, namun persentase kecepatan tumbuhnya (K_{CT}) masing-masing tergolong masih memiliki vigor sedang dan tinggi.
 3. Daya berkecambah pada bayam menunjukkan bahwa benih masih memenuhi syarat kelulusan sertifikasi menurut ketentuan yang ditetapkan oleh Ditjen Hortikultura karena memiliki persentase daya berkecambah di atas 70%. Hal ini dibuktikan dari hasil persentase kecambah normal yang cukup tinggi.
 4. Evaluasi terhadap dua lot benih jagung menunjukkan persentase kecambah normal yang cukup signifikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa secara fisiologis mutu benih jagung lot 1 jauh lebih baik dibandingkan lot 2.
 5. Mutu fisiologis benih kedelai yang diuji telah menurun, dengan melihat persentase kecambah normal yang cukup rendah dan persentase benih mati yang cukup tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2009. Persyaratan dan Tata Cara Sertifikasi Benih Bina Tanaman Pangan. Direktorat Perbenihan, Ditjen Tanaman Pangan, Jakarta.
- Anonimous. 2007. Sertifikasi Benih Sayuran. Direktorat Perbenihan, Ditjen Hortikultura, Jakarta.
- Anonimous. 2006. Pedoman Laboratorium Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura. Ditjen Tanaman Pangan dan Ditjen Hortikultura, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Copeland, L.O. dan M. B. McDonald. 1995. Principles of Seed Science and Technology, 3rd edition. Chapman & Hall, New York.
- Desai, B. B., P. M. Kotecha, dan D. K. Salunkhe. 1997. Seeds Handbook. Marcel Dekker Inc., New York.
- Sadjad, S., E. Murniati dan S. Ilyas. 1999. Parameter Pengujian Vigor Benih Dari Komparatif ke Simulatif. Grasindo, Jakarta.
- Sadjad, S. 1993. Dari Benih Kepada Benih. Grasindo, Jakarta.
- The International Seed Testing Association (ISTA). 2007. International Rules for Seed Testing. ISTA, Zurich.

