

UJI KINERJA MEKANIK DAN FUNGSIONAL ALAT PENGUJI DAYA BERKECAMBAH (APDB) UNTUK PENGUJIAN BENIH

Udin S. Nugraha, Rasam dan Astanto

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
Jl. Raya 9 Sukamandi, Jawa Barat 41256

Diajukan: 31 Maret 2010; Dinilai: 26 April 2010; Diterima: 12 Juli 2010

Abstrak

Pengujian kompatibilitas kinerja dilakukan di Laboratorium Benih BB-Padi Sukamandi dan BPMS-HPHH Cibubur, Jakarta dengan tujuan untuk memverifikasi kesesuaian dari kinerja mekanik dan kinerja fungsional APDB dengan persyaratan metode pengujian daya berkecambah baku. Evaluasi kompatibilitas APDB dilakukan dengan mengamati kesesuaian kinerja mekanik APDB dengan persyaratan metode dan membandingkan kinerja fungsionalnya dengan hasil pengujian daya berkecambah dalam *Standard Germinator Cabinet (SGC)*. Untuk menekan keragaman hasil uji antar-analis atau antar-lab, cara pengujian dilakukan dengan mengikuti prosedur baku ISTA (2006), suatu metode uji yang telah terbukti memiliki *reproducibility* dan *repeatability* tinggi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja mekanik APDB telah sesuai dengan persyaratan metode ISTA. *Change-over time*, alternasi suhu 20/30°C atau sebaliknya, dan kelembaban yang berhasil dicapai selama periode pengujian masih sesuai dengan persyaratan metode baku, sehingga alat ini dapat digunakan sebagai pengganti SGC dalam pengujian daya berkecambah benih. Namun kinerja fungsional APDB belum menunjukkan kompatibilitas sepenuhnya dengan SGC. Hasil yang *compatible* baru terjadi untuk pengujian daya berkecambah benih jagung dan benih padi. Artinya, Laboratorium BPMS-HPHH Cibubur dalam pengujian benih padi dan jagung dengan menggunakan APDB ini telah memberikan hasil uji yang sama dengan hasil uji dalam SGC. Untuk jenis benih lainnya yang jarang diuji seperti: timothy, selada, seledri dan cabai, hasil uji dari dua alat ini tidak *compatible*. Penyebab yang paling mungkin untuk terjadinya inkompatibilitas ini adalah keragaman kompetensi analis dalam mengevaluasi normalitas kecambah dan keragaman kualitas (sifat fisikokimiawi) substrat.

Kata kunci: alat uji daya berkecambah, pengujian daya berkecambah, uji validasi, metode baku.

Abstract

Mechanical and Functional Performance Test of Room Germinator for Seed Germination Test

Mechanical dan functional performance tests of room germinator for seed germination test. Testing for performance compatibility was carried out in Indonesian Center for Rice Research (ICRR) and BPMS-HPHH Cibubur Jakarta laboratories with the purpose of verifying mechanical and functional performance of room germinator to the requirements of standard germination test method. Evaluation on compatibility of room germinator was done by comparing its mechanical performance to the requirements of standard method, and comparing the functional performance of room germinator to those in Standard Germinator Cabinet (SGC). To minimize interlaboratories and interanalysts (or intra-laboratory) variations, seed testing were carried out according to standard procedures ISTA (2006) which has been proven highly reproduceable and repeatable. The results indicated that mechanical performance of room germinator conformed to ISTA method requirements. Change-over time, temperature alternation from 20° to 30°C or vice versa, and relative humidity level attained during the testing periode of time were similar to those of standard method requirements. Therefore, this room germinator can substitute standard germinator cabinet for testing seed germination. However, functional performance of room germinator found to be compatible only for rice and corn seed germination tests. It means BPMS-HPHH laboratory has been able to produce seed germination data of rice and corn by using room germinator that comparable to those by using standard germinator cabinet (SGC). For other seeds (timothy, celery and chili), the germination data were incompatible. The most probable cause for incompatibility were merely variaton in seed analyst's competence and quality seed testing substrates.

Keywords: room germinator, germination test, validation test, standard method.

1. PENDAHULUAN

Benih merupakan salah satu komoditas perdagangan dengan volume permintaan pasar

yang cukup tinggi seperti benih padi diperkirakan setiap tahun mencapai volume lebih dari 250.000 ton (Nugraha et al., 2008). Bila harga benih bersertifikat Rp.4.000/per kg, maka nilai permintaan pasar mencapai sekitar Rp.1 Triliun.

Permintaan benih hortikultura 8.000 ton/tahun (PT. SHS, komunikasi personal), mencakup berbagai jenis benih, dengan harga yang sangat bervariasi, mulai dari benih kacang panjang Rp.32.000/kg sampai tomat Rp. 60.000 per kemasan 10 gram. Undang-undang No. 12/1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman mensyaratkan bahwa setiap benih varietas unggul yang diperdagangkan harus diberi label sertifikat. Informasi yang wajib ada pada label tersebut antara lain adalah daya berkecambah benih.

Pengujian daya berkecambah benih diperlukan untuk memberikan informasi kepada para produsen, pedagang dan pengguna mengenai nilai benih sebagai bahan tanam (*planting value of seed*). Untuk mendukung industri dan perdagangan benih, metode pengujian yang digunakan harus memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi. Oleh karena itu, metode tersebut harus dikembangkan berdasarkan pengetahuan ilmiah dan akumulasi pengalaman para analis benih.

Panduan pokok dalam pengembangan metode pengujian daya berkecambah benih adalah optimisasi dan standardisasi dari kondisi pengujian (AOSA, 1983). Dengan memenuhi kaidah optimisasi dan standardisasi, hasil pengujian ini akan secara konsisten *reproducible*, sehingga memungkinkan para analis dari laboratorium berbeda memperoleh hasil uji yang sama (dengan keragaman dalam batas toleransi) untuk lot benih yang sama (Copeland and McDonald, 2001).

Kondisi pengujian seperti di atas dapat diperoleh bila pengujian dilakukan pada substrat yang porous, bebas dari cendawan, bakteri dan zat toksik, serta penggunaannya tidak bulky. Lingkungan atau iklim mikro pengujian juga harus mampu memberikan suhu, kelembaban udara, oksigen dan cahaya (untuk jenis benih tertentu) yang sesuai untuk perkecambahan benih. Oleh karena itu, substrat yang dianggap sesuai dengan persyaratan tersebut umumnya adalah substrat kertas yang berasal dari serat nabati (*purified vegetable cellulose*), sedangkan alat pengujian yang dianggap mampu memberikan iklim mikro optimum adalah *standardized germinator* (*Germinator Cabinet*, *Copenhagen Tank*, atau *Room Germinator*) dengan suhu, kelembaban dan cahaya terkendali (ISTA, 2003, 2006).

Metode pengujian daya berkecambah yang diterbitkan *International Seed Testing Association (ISTA)* dalam *International Rules for Seed Testing* mencakup definisi dan prosedur baku untuk digunakan dalam evaluasi mutu benih dalam perdagangan internasional (ISTA,

2006). Metode ISTA ini selalu dikaji ulang dan dimutakhirkan secara berkala oleh para pakar di bidangnya untuk menjamin akurasi dan *reproducibility* yang tinggi. Pengalaman ISTA puluhan tahun menunjukkan bahwa beberapa laboratorium yang menguji satu lot benih homogen telah dapat memberikan hasil uji yang sama (dengan tingkat keragaman dalam batas-batas toleransi) bila menggunakan metode ISTA dengan benar. Oleh karena itu, untuk mendukung pengembangan industri dan perdagangan benih, laboratorium pengujian benih di Indonesia perlu mempertimbangkan adopsi metode ISTA untuk mendapatkan hasil uji yang akurat dan *reproducible*.

Dalam ISTA Rules disebutkan bahwa daya berkecambah benih harus diuji di bawah kondisi (a.l. suhu pengujian) optimum untuk perkecambahan seperti yang tertulis dalam rincian metode ISTA. Banyak jenis benih yang menurut metode ISTA harus diuji dalam suhu berganti 20°/30°C, artinya selama periode pengujian, benih diinkubasi dalam suhu 20°C selama 16 jam/hari dan dilanjutkan dengan inkubasi dalam suhu 30°C selama 8 jam/hari.

Sejak tahun 2004, BB-Padi telah mengembangkan *room germinator* (Alat Pengujian Daya Berkecambah atau APDB) untuk memfasilitasi pengujian daya berkecambah yang *reproducible*. Salah satu dari alat tersebut telah dipasang di Balai Pengujian Mutu dan Sertifikasi Hasil Pertanian dan Hasil Hutan (BPMS-HPHH) Cibubur, Jakarta.

Untuk memastikan bahwa kinerja APDB telah sesuai dengan persyaratan metode ISTA, maka setiap pemasangannya harus selalu diikuti dengan pengujian kinerja mekanik dan kinerja fungsional dari APDB tersebut. Kajian ini dilakukan untuk memverifikasi kesesuaian kinerja mekanik dan kinerja fungsional APDB di Laboratorium BPMS-HPHH Cibubur dengan persyaratan pengujian daya berkecambah baku (ISTA Rules).

2. BAHAN DAN METODE

Beberapa definisi terkait dijelaskan dalam paragraf berikut:

- APDB adalah padanan dari *Room Germinator* menurut ISTA Rules, berupa sebuah ruangan dengan dimensi tertentu yang dimodifikasi melalui pelapisan dindingnya dengan *thermal insulator*, serta pemasangan alat pengatur suhu dan pengatur kelembaban (*humidifier*) untuk membuat kondisi pengujian sesuai dengan persyaratan metode.

- Kinerja mekanik adalah kemampuan APDB untuk menghasilkan suhu berganti 20°/30°C (dengan *change-over time* sekitar 1 - 2 jam) dan kelembaban relatif (r.h.) > 80 % selama periode pengujian daya berkecambah benih.
- Kinerja fungsional adalah kemampuan APDB dalam menghasilkan kondisi optimum untuk perkecambahan benih, dengan asumsi bahwa semua faktor yang mempengaruhi hasil uji selain dari suhu dan kelembaban (misal kompetensi analis dalam menentukan normalitas kecambah, dan homogenitas contoh uji) telah sesuai dengan persyaratan pengujian. Kesesuaian kinerja ini dengan persyaratan metode uji baku dapat dilihat dari kesetaraan persentase kecambah normal yang dihasilkan dalam APDB dengan persentase kecambah normal dari *Germinator Cabinet* baku.
- *Change-over time* adalah waktu yang diperlukan untuk tercapainya perubahan suhu APDB dari suhu rendah ke suhu tinggi atau sebaliknya.

Contoh benih homogen disiapkan oleh BB-Padi, terdiri dari enam jenis benih, yaitu: cabai (*Capsicum spp.*), selada (*Brassica sp.*), seledri (*Apium graveolens*), timothy (*Phleum pratense*), padi (*Oryza sativa*) dan jagung (*Zea mays*). Karena benih padi bukan merupakan benih yang sensitif terhadap toksisitas substrat, maka jenis-jenis benih lain digunakan sebagai bioindikator fitotoksitas, yaitu benih selada, seledri dan timothy (AOSA, 1989), serta benih cabai dan mentimun (Nugraha, U. S., Rasam dan S. Wahyuni. 2003).

Penyiapan contoh dilakukan awal November 2007, kemudian pengiriman ke laboratorium Cibubur dilakukan tanggal 27 November 2007, pengujian daya berkecambah di Sukamandi dan di Cibubur dilakukan bersamaan, yaitu mulai tanggal 17 (untuk benih cabai, mentimun dan seledri) dan 19 Maret 2008 (benih timothy, padi dan jagung). Selama menunggu waktu pengujian, contoh benih disimpan dalam *cool storage* (di BB-Padi

Sukamandi, suhu 18°C, r.h. 40%) atau *refrigerator* (di BPMS Cibubur, suhu 5°C).

Cara pengujian dilakukan dengan mengikuti prosedur ISTA (2006). Pengujian dilakukan terhadap 400 butir contoh benih untuk setiap jenis yang dibagi dalam 4 ulangan, pengamatan dilakukan terhadap % kecambah normal, kecambah abnormal dan benih mati. Pengujian dalam APDB dilakukan oleh analis benih di BPMS Cibubur dan pengujian dalam *Standard Germinator Cabinet* (sebagai kontrol) dilakukan oleh analis benih di BB-Padi Sukamandi dengan menggunakan pedoman pengujian yang sama, ISTA Rules (2006).

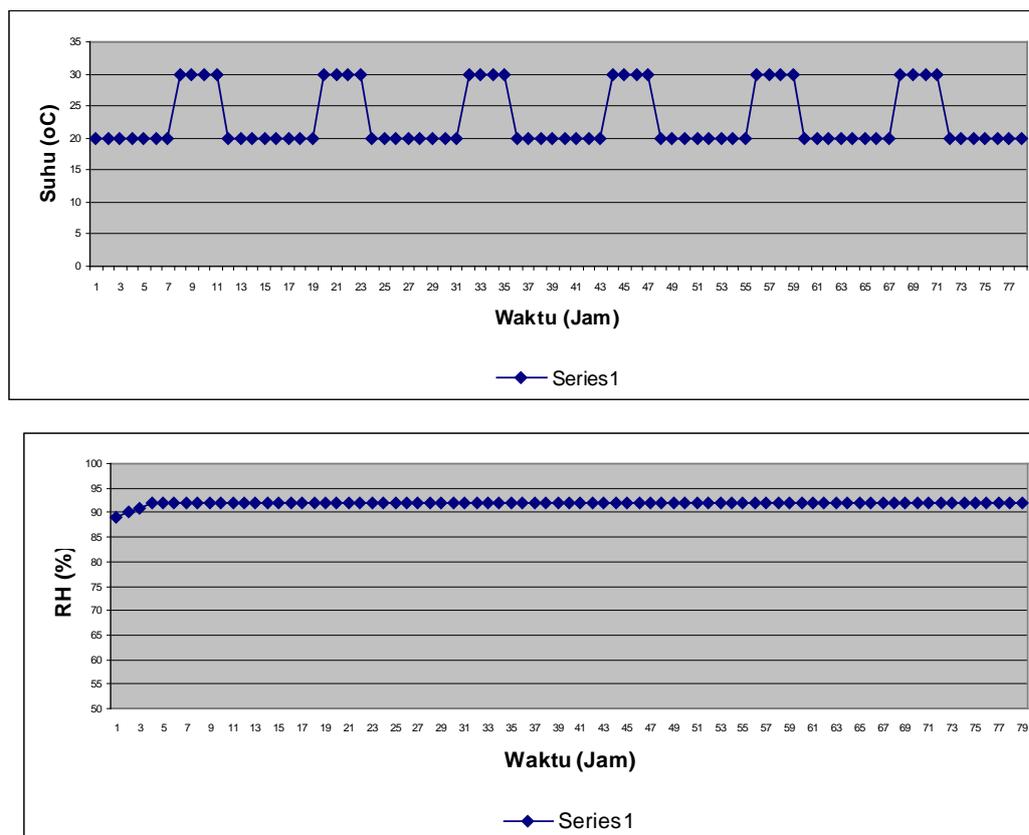
Evaluasi kinerja mekanik APDB dilakukan dengan mengamati *change-over time* dari 20° ke 30°C dan dari 30° – 20°C, serta perubahan (alternasi) suhu dan fluktuasi kelembaban selama periode tertentu. Sedangkan kinerja fungsional diuji dengan mengevaluasi kompatibilitas hasil uji daya berkecambah dalam APDB dengan hasil uji dalam *Standard Germinator Cabinet* sebagai kontrol. Evaluasi kompatibilitas ini dilakukan dengan menggunakan *two-way test* pada taraf nyata α 0,025 sesuai dengan prosedur (Miles, 1963, dan ISTA, 2003: *Annexe to Chapter 16: Tolerances 16A-11*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil uji kinerja mekanik menunjukkan bahwa persyaratan suhu untuk pengujian daya berkecambah benih, yaitu suhu berganti 20°/30°C (dengan *change-over time* maksimum sekitar 2 jam, Tabel 1) dan kelembaban relatif (r.h.) > 80 %, telah terpenuhi (Gambar 1). Ini berarti bahwa secara mekanik APDB telah memenuhi persyaratan untuk digunakan dalam pengujian daya berkecambah benih dengan metode baku yang tertulis dalam *International Rules for Seed Testing*.

Tabel 1 *Change-Over Time* APDB Selama Periode Pengujian Daya Berkecambah

Ulangan	<i>Change-over time</i> 20-30° C	<i>Change-over time</i> 30-20° C
1	1.5 jam	0.5 jam
2	1.5 jam	0.5 jam
3	1.5 jam	0.5 jam
4	1.5 jam	0.5 jam
5	1.5 jam	0.5 jam
Rata-rata	1.5 jam	0.5 jam



Gambar 1 Suhu dan Kelembaban Relatif APDB pada Saat Pengujian Daya Berkecambah Benih

Hasil pengujian kinerja fungsional menunjukkan fenomena yang agak berbeda (Tabel 2). Karena tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja alat dalam pengujian daya berkecambah yang dinyatakan dalam % kecambah normal, maka data % kecambah abnormal dan benih mati tidak ditampilkan. Untuk benih padi dan mentimun, pengujian daya berkecambah dalam APDB pada lima jenis substrat menunjukkan hasil yang sama dengan pengujian daya berkecambah dalam *Standard Germinator Cabinet*. Ini berarti APDB dapat menggantikan *Standard Germinator Cabinet* sebagai alat untuk menguji daya berkecambah kedua jenis benih tersebut pada lima jenis substrat yang dicoba. Namun sebaliknya, untuk benih cabai dan timothy (*Phleum pratense*), hasil uji dalam APDB menunjukkan daya berkecambah (% kecambah normal) yang berbeda dari hasil uji dalam *Germinator Cabinet* pada lima jenis substrat. Data ini menunjukkan bahwa untuk pengujian dua jenis benih tersebut, APDB tidak compatible dengan *Standard Germinator Cabinet*. Sedangkan untuk benih seledri (*Apium graveolens*) dan jagung, APDB compatible untuk sebagian substrat, yaitu kertas merang untuk seledri, kertas merang dan kertas saring untuk jagung, tetapi tidak compatible untuk substrat lainnya.

Incompatibility hasil uji dalam APDB dengan *Standard Germinator Cabinet* dapat terjadi karena adanya keragaman hasil pengamatan persentase kecambah normal antar-alat (yang berarti juga antar-lab) yang melampaui batas toleransi maksimum. Keragaman yang melebihi batas toleransi ini sangat mungkin disebabkan oleh keragaman kompetensi analis benih dalam menentukan normalitas kecambah dan keragaman substrat. Nugraha *et al.* (2003) telah melaporkan adanya keragaman hasil pengujian daya berkecambah benih yang signifikan sebagai akibat keragaman sifat fisikokimiawi substrat dan keragaman kompetensi analis.

Penentuan normalitas kecambah merupakan salah satu critical point dalam pengujian daya berkecambah benih. Semua analis benih telah memahami bahwa variable dalam pengujian daya berkecambah merupakan data kualitatif yang dikuantifikasi ke dalam persen berdasarkan jumlah. Pengaruh subjektivitas analis terhadap data kelompok ini lebih besar daripada pengaruhnya terhadap data kuantitatif seperti data hasil pengukuran dengan skala yang continuous (cm, gram, % berdasarkan berat, dll).

Tabel 2 Daya Berkecambah (% Kecambah Normal) dari Beberapa Jenis Benih yang Diuji dalam APDB dan *Standard Germinator Cabinet*

Alat Penguji	BB ¹⁾	KM	KS	KT	KK
Benih Cabai (<i>Capsicum</i> spp.)					
APDB ²⁾	82* ³⁾	45*	73*	86*	62*
<i>Germinator Cabinet</i>	94	94	93	93	94
Rata-rata ⁵⁾	88	70	83	90	78
Toleransi maksimum	5	7	6	5	6
Mentimun (<i>Cucumis sativus</i>)					
APDB	- ⁴⁾	97	96	99	97
<i>Germinator Cabinet</i>	-	98	98	98	98
Rata-rata	-	98	97	99	98
Toleransi maksimum	-	2	3	2	2
Seledri (<i>Apium graveolens</i>)					
APDB	-	54	87*	-	83*
<i>Germinator Cabinet</i>	-	55	76	-	56
Rata-rata	-	55	82	-	70
Toleransi maksimum	-	8	6	-	7
Timothy (<i>Phleum pratense</i>)					
APDB	66*	59*	63*	-	61*
<i>Germinator Cabinet</i>	53	49	51	-	49
Rata-rata	60	54	57	-	55
Toleransi maksimum	7	8	8	-	8
Padi (<i>Oryza sativa</i>)					
APDB	-	86	82	87	90
<i>Germinator Cabinet</i>	-	89	85	82	86
Rata-rata	-	88	84	85	88
Toleransi maksimum	-	5	6	5	5
Jagung (<i>Zea mays</i>)					
APDB	-	80	78	43*	68*
<i>Germinator Cabinet</i>	-	77	72	75	76
Rata-rata	-	79	75	59	72
Toleransi maksimum	-	6	7	8	7

Catatan:

¹⁾ BB = *Blue Blotter* (substrat baku), KM = Kertas Merang, KS = Kertas Saring (*bulk* atau lembaran, *unstandardized*, tanpa informasi sifat-sifat fisikokimiawi), KT = Kertas Towel (substrat baku), KK = Kertas Koran (kertas CD).

²⁾ APDB = Alat Penguji Daya berkecambah (*Room Germinator*) yang dipasang di BPMS-HPHH Cibubur, Jakarta.

³⁾ Tanda * menunjukkan perbedaan nyata dengan kontrol (hasil uji dalam *Germinator Cabinet*) berdasarkan uji dua arah pada taraf nyata α 0,025. Artinya, hasil uji dalam APDB tidak *compatible* dengan hasil uji dalam *Standard Germinator Cabinet*.

⁴⁾ Tanda - menunjukkan pengujian tidak dilakukan karena keterbatasan substrat.

⁵⁾ Nilai rata-rata diperlukan untuk menentukan angka toleransi maksimum dari tabel toleransi (Miles, 1963 atau ISTA, 2003).

Namun keragaman akibat pengaruh subjektivitas ini dapat ditekan sampai pada batas yang secara ilmiah dapat diterima melalui standardisasi terhadap metode uji, termasuk standardisasi definisi dari variabel-variabel yang diamati (misal normalitas kecambah), serta melalui pelatihan dan praktek pengujian yang berkelanjutan. Melalui standardisasi dan transfer ilmu pengetahuan yang efektif, pengujian daya berkecambah telah berhasil menjadi salah satu

metode uji mutu benih yang secara internasional dapat diterima (AOSA, 1983, Ellis *et al.*, 1985, ISTA, 2003) karena akurasi dan *reproducibility*-nya yang tinggi.

Dengan memperhatikan hasil uji kinerja mekanis yang menunjukkan bahwa suhu dan r.h dalam APDB telah sesuai dengan persyaratan metode uji, maka dapat disimpulkan bahwa kelemahan dalam kinerja fungsional bukan disebabkan oleh kelemahan alat, melainkan

karena kelemahan dalam evaluasi kecambah atau kompetensi analisis dan karena keragaman substrat.

Untuk menekan keragaman akibat subjektivitas pengamatan, ISTA telah menerbitkan sebuah buku panduan, yaitu *ISTA Handbook for Seedling Evaluation* (ISTA, 1979) sebagai pelengkap *ISTA Rules* yang menjelaskan metode uji. Akses terhadap kedua buku ini, komunikasi efektif antar-laboratorium untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman serta pelatihan dan praktek yang berkelanjutan dalam pengujian semua jenis benih yang termasuk ke dalam ruang lingkup kerja laboratorium merupakan cara-cara efektif untuk meningkatkan kompetensi pengujian. Untuk menekan pengaruh keragaman substrat, ISTA telah merekomendasikan penggunaan substrat pengujian yang sesuai dengan persyaratan metode, yaitu kertas saring (*standard filter paper*), kertas towel, atau *blue blotter*.

4. KESIMPULAN

Kinerja mekanik APDB telah sesuai dengan persyaratan metode uji daya berkecambah baku, sehingga alat ini dapat digunakan sebagai pengganti *Standard Germinator Cabinet* dalam pengujian daya berkecambah benih.

Kinerja fungsional APDB belum menunjukkan kompatibilitas sepenuhnya dengan alat uji baku *Standard Germinator Cabinet*. Hasil yang *compatible* hanya terjadi untuk pengujian daya berkecambah benih mentimun dan benih padi. Penyebab yang paling mungkin untuk terjadinya inkompatibilitas ini adalah keragaman kompetensi analisis dalam mengevaluasi normalitas kecambah dan keragaman substrat.

Peningkatan kompetensi analisis dapat dilakukan melalui peningkatan akses terhadap kedua buku ISTA: *Handbook for Seedling Evaluation* dan *International Rules for Seed Testing*, komunikasi efektif dengan laboratorium-laboratorium lain yang sejenis untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman, serta pelatihan dan praktek yang berkelanjutan dalam pengujian semua jenis benih yang termasuk ke dalam ruang lingkup kerja laboratorium. Sedangkan pengaruh keragaman substrat dapat dihindari dengan menggunakan kertas substrat yang direkomendasikan oleh ISTA, yaitu: kertas saring, kertas towel atau *blue blotter*.

Hasil uji daya berkecambah yang akurat dan *reproducible*, baik dengan menggunakan *Standard Germinator Cabinet* maupun APDB,

akan diperoleh setelah semua persyaratan pengujian dapat dipenuhi, termasuk persyaratan kompetensi analisis dalam penentuan normalitas kecambah dan persyaratan substrat.

DAFTAR PUSTAKA

- AOSA, (1983), *Seed Vigor Testing Handbook*, Contr. No.32 to the Handbook on Seed Testing. The Association of Official Seed Analysts. U.S.A
- AOSA, (1989), *Rules for Testing Seed. Revised Ed*, The Association of Official Seed Analysts. U.S.A
- Copeland, L.O. and M.B. McDonald, (2001), *Principles of Seed Science and Technology. 4th Ed*, Kluwer Academic Publishers. Massachusetts 02061, U.S.A
- Direktorat Bina Perbenihan, (1996), Peraturan Perundangan Perbenihan, Direktorat Bina Perbenihan, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura. Departemen Pertanian
- Ellis, R. H., T. D. Hong and E. H. Roberts, (1985). *Handbook of Seed Technology for Genebanks. Vol. I: Principles and Methodology*, International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). Rome, Italy
- ISTA, (1979), *Handbook for Seedling Evaluation. 2nd Ed. The International Seed Testing Association*, Zurich, Switzerland
- ISTA, (2003), *International Rules for Seed Testing. Edition 2003*, The International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland
- , (2006), *International Rules for Seed Testing. Edition 2006, The International Seed Testing Association*. Zurich, Switzerland
- Miles, S. R., 1963. Handbook of Tolerances and of Measures of Precision for Seed Testing. Proc. ISTA, 28(3):525-686 (Table G8, p.651)
- Nugraha, U. S., Rasam dan S. Wahyuni, (2003), Evaluasi Validitas Metode Pengujian Daya Berkecambah Benih Padi, Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 22 (2): 71-76
- Nugraha, U. S., Sri Wahyuni, M. Y. Samaullah dan A. Ruskandar, (2007), Perbenihan padi di Indonesia. Balai Besar Penelitian Padi, Sukamandi