

Pengaruh Silica Gel dan Waktu Pengeringan Terhadap Penurunan Kadar Air dan Viabilitas Benih Kedelai Anjasmoro

Pramaditya Taufik Zulfikar^{1*}, Muharam², Darso Sugiono³, Nurul Hidayatun⁴

^{1,2,3}Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang

⁴Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetika Pertanian – BB Biogen, Bogor

*E-mail: pramaditya96@gmail.com

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: 20 Agustus 2021

Direvisi: 28 Agustus 2021

Dipublikasikan: September 2021

e-ISSN: 2089-5364

p-ISSN: 2622-8327

DOI: 10.5281/zenodo.5504640

Abstract:

*Soy plant (*Glycine max* L.) has an important meaning to meet food needs in order to improve the nutrition of the society. Based on previous research, the provision of seeds in sufficient and timely quantities is often constrained due to improper seed processing and the initial moisture content of seeds before relatively high storage. This then attracted the attention of the authors to research to find out whether there is an interaction between silica gel treatment with drying duration to decreased moisture content and seed viability and the growth and yield of soybean varieties of Anjasmoro using experimental methods with Complete Random Design (RAL) 2 factors and the treatment is repeated 3 times so that 12 samples are obtained. The results achieved from this study are that there is an interaction between silica gel treatment and the duration of drying of seed moisture content, seed viability, and the growth and yield of soybean plants (*Glycine max* L.). The tallest plant of 68 cm is achieved by control treatment with a drying length of 2 weeks. The highest yield weight per plant of 147 grams was achieved by the Control s0 treatment with a drying duration of 2 week.*

Keyword: Seed drying, Soybean seeds, Silica Gel

PENDAHULUAN

Tanaman kedelai (*Glycine max. L*) merupakan salah satu tanaman pangan yang sudah lama dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Tanaman ini mempunyai arti penting untuk memenuhi kebutuhan pangan dalam rangka perbaikan gizi masyarakat karena merupakan sumber protein nabati relatif murah bila dibandingkan sumber protein lainnya seperti daging, susu, dan ikan (Mapegau, 2006).

Penyediaan benih dalam jumlah yang cukup dan tepat waktu sering terkendala karena cara prosesing benih yang kurang tepat dan kadar air awal benih sebelum simpan yang relatif tinggi. Hal tersebut menyebabkan viabilitas benih kedelai cepat mengalami kemunduran, terlebih di daerah tropis seperti Indonesia (Purwanti 2004).

Kadar air benih adalah jumlah air yang terkandung dalam benih. Tinggi rendahnya kandungan air dalam benih memegang peranan yang sangat penting dan berpengaruh terhadap viabilitas benih. (Sutopo 2006).

Menurut Justice dan Bass (2002) untuk menjaga viabilitas benih, diperlukan pengeringan agar kadar air benih tidak terlalu tinggi. tingkat kadar air yang aman adalah tidak lebih dari 11%. Kadar air kritis, suatu tingkat kadar air dimana penurunan kelembaban tidak dapat lagi memperpanjang daya simpan, pada tanaman kedelai adalah 3.3% (Rao et al, 2006).

Pengeringan benih untuk mencapai optimal memerlukan desikan untuk menurunkan kadar air benih hingga tingkat kadar air kritis. Desikan mempunyai kemampuan tinggi dalam menyerap air dan dapat digunakan untuk pengeringan benih (Mulyanto, 2010). Dari beberapa penelitian, jenis desikan yang paling memberikan efek

nyata dan baik untuk benih adalah *silica gel*. *Silica gel* dapat menyerap kadar air benih (Deptan, 2009)

Penggunaan *Silica Gel* dalam proses pengeringan kadar air benih sangat efisien dalam jumlah sampel benih. Dikarenakan *Silica Gel* dapat di regenerasi dengan menggunakan metode oven dengan suhu 130°-150° dalam waktu 8 jam sehingga dapat mengurangi biaya dan waktu dalam proses pengeringan (Zhanyong *et al.*, 2002). Beberapa faktor yang mempengaruhi viabilitas benih pada saat meliputi jenis benih, viabilitas awal benih, kandungan air benih, temperature, kelembaban lingkungan simpan, mikroorganisme, hama dan penyakit (Sutopo, 2004).

Hasil kajian dari berbagai penelitian yang telah dilakukan menunjukkan kadar air benih dapat mempengaruhi kualitas benih yang ditunjukkan oleh viabilitas benih. Jumlah kadar air pada benih dapat menekan aktivitas enzim sehingga respirasi dapat dihambat dan viabilitas dapat dipertahankan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetika Pertanian (BB Biogen) yang terletak di Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor, tepatnya di Jalan Tentara Pelajar 3A, Kota Bogor, 1611. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Juli 2020 sampai februari 2021.

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah varietas Anjasmoro tanaman kedelai (*Glycine max L.*) yang diseleksi di Bank Gen BB Biogen, *Silica gel* dan Benih yang digunakan dengan proporsi kontrol, 1;1 dan 1;2, pupuk NPK 16:16:16, dan furadan

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pengukur kadar air digital yang digunakan untuk mengukur kadar air benih, untuk, timbangan digital, oven, germinator, cawan petri, kantong fetris, toples kaca kedap udara, dan polybag.

Metode pada penelitian ini menggunakan 2 tahap :

I. metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor dan perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 12 sampel. Faktor 1 yaitu waktu pengeringan, faktor 2 yaitu perlakuan *silica gel*. Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Faktor 1 Perlakuan Durasi Pengeringan (M)

1. 1 minggu pengeringan (m_1)
2. 2 minggu pengeringan (m_2)
3. 3 minggu pengeringan (m_3)
4. 4 minggu pengeringan (m_4)

a. Faktor 2 Perlakuan *Silica Gel* dan benih kedelai (S)

1. Kontrol (s_0)
2. *Silica Gel* dan benih kedelai dengan perbandingan 1;1 (s_1)
3. *Silica Gel* dan benih kedelai dengan perbandingan 1;2 (s_2)

Model linier dari Rancangan Acak Lengkap Faktorial adalah sebagai berikut:

$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$
dimana i = perlakuan 1,2,3,4 dan j = ulangan 1,2,3

Y_{ij} = Pengamatan pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

μ = Rataan umum respon

α_j = Pengaruh faktor A ke-i

β_k = Pengaruh faktor B ke-j

$(\alpha\beta)_{jk}$ = Interaksi antara A dan B pada faktor A level ke-j, faktor B level ke-k

ε_{ijk} = Galat percobaan untuk faktor A level ke-j, faktor B level ke-k pada ulangan ke-i

Berdasarkan model linier diatas, maka disusun analisis ragam sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Analisis Rancangan Acak Lengkap Faktorial

Sumber Keragaman	Derajat bebas (DB)	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)	F-hitung
A	a-1	JKA	KTA	KTA/KTG
B	b-1	JKB	KTB	KTB/KTG
AB	(a-1)(b-1)	JKAB	KTAB	KTAB/KTG
Galat	ab(r-1)	JKG	KTG	
Total	abr-1	JKT		

Sumber : Mattjik dan Sumertajaya (2006)

Keterangan :

JKA = Jumlah Kuadrat faktor A

JKB = Jumlah Kudrat faktor B

JKAB = Jumlah Kuadrat faktor A dan B

JKG = Jumlah Kuadrat Galat

JKT = Jumlah Kuadrat Total

KTA = Kuadrat Tengah faktor A

KTB = Kuadrat Tengah faktor B

KTAB = Kuadrat Tengah faktor A dan B

KTG = Kuadrat Tengah Galat Pelaksanaan Percobaan

II. Metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 faktor dan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 12 unit. Faktor 1 yaitu waktu pengeringan dan faktor 2 yaitu perlakuan *silica gel* Pada pengujian ini metode yang digunakan adalah pembibitan di *polybag*. Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Faktor 1 Perlakuan Durasi Pengeringan (M)

1. 1 minggu pengeringan (m_1)
2. 2 minggu pengeringan (m_2)
3. 3 minggu pengeringan (m_3)
4. 4 minggu pengeringan (m_4)

b. Faktor 2 Perlakuan *Silica Gel* dan benih kedelai (P)

1. Kontrol (p_0)
2. *Silica Gel* dan benih kedelai dengan perbandingan 1;1 (p_1)
3. *Silica Gel* dan benih kedelai dengan perbandingan 1;2 (p_2)

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan berbeda nyata untuk membedakan pengaruh antar perlakuan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Tabel 2. Analisis Ragam Rancangan Acak Kelompok

Sumber Keragaman	Derajat bebas (DB)	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat tengah (KT)
Kelompok	r-1	JKK	KTK
A	a-1	JKA	KTA
B	b-1	JKB	KTB
AB	(a-1)(b-1)	JK(AxB)	KT(AxB)
Galat	(r-1)(ab-1)	JKG	KTG
Total	abr-1	JKT	

Sumber : Mattjik dan Sumertajaya (2006)

Model linier dari Rancangan Acak Kelompok adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Dimana :

Y_{ijk} = Pengamatan pada faktor A ke-i, faktor B ke-j dan ulangan ke-k

μ = Rataan umum respon

β_k = Pengaruh kelompok ke-k

τ_i = Pengaruh faktor A ke-i

α_j = Pengaruh faktor B ke-j

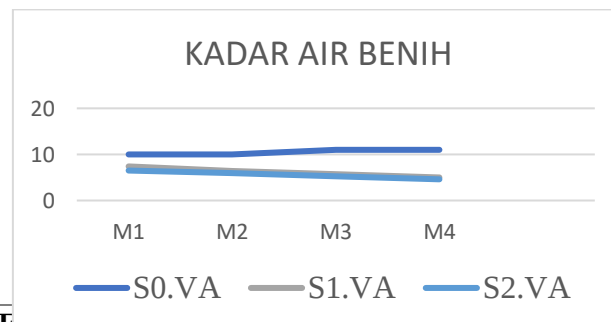
$(\alpha\beta)_{jk}$ = Interaksi antara A dan B pada faktor A ke-j, faktor B ke-k

ε_{ijk} = Galat percobaan untuk faktor A ke-i, faktor B ke-j pada ulangan ke-k

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kadar Air

Berdasarkan hasil yang didapat, menunjukkan bahwa benih kedelai (*Glycine Max* L.) mengalami penurunan kadar air yang tinggi, hal itu menunjukkan bahwa penggunaan *Silica Gel* dapat menurunkan Kadar air secara cepat.



Gambar 1 Rata-Rata Kadar Air Benih

- Keterangan : s_0 (Perlakuan Kontrol), s_1 (Perlakuan 1:1), s_2 (Perlakuan 1:2), KTA/KTB/KTC (Varietas Anjasmoro), m_1 (Minggu ke 1), m_2 (Minggu ke 2), m_3 (Minggu ke 3), m_4 (Minggu ke 4)

Hasil analisis ragam pada taraf 5%, menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara lama pengeringan dengan perlakuan *Silica Gel*. Hasil uji lanjut interaksi antara lama pengeringan dengan perlakuan *Silica Gel* terhadap kadar air benih tanaman kedelai disajikan pada Tabel 3. Kadar air terendah (penurunan kadar air tertinggi) dicapai oleh perlakuan 1:2 di minggu ke 4 yaitu kadar air benih kedelai 4,6 %. Bila dibandingkan dengan kontrol pada minggu ke 4, pemberian *Silica Gel* 1:2 dapat

menurunkan kadar air sebesar 6,4 %. Sedangkan pada perlakuan 1:1 di minggu ke 4 dapat menurunkan kadar air yaitu 6 %.

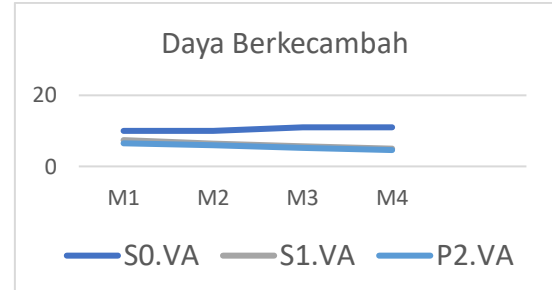
Penurunan kadar air merupakan faktor penyebab terjadinya kemunduran benih (Tresniawati *et al.*, 2014). Penurunan kadar air selama penyimpanan merupakan faktor kritis yang mempengaruhi viabilitas benih (Sukesh and Chandrashekar, 2013). Viabilitas menurun secara perlahan sejalan dengan menurunnya kadar air, dan jika kadar air terus berlanjut turun maka ketika melewati kadar air tertentu viabilitas akan turun cepat, fase ini dikenal sebagai kadar air kritis (Hong *et al.*, 1996). Kadar air yang rendah pada benih menurut Kuswanto (2007), merupakan faktor yang mempengaruhi tingkat kerusakan benih. Kadar air yang rendah diindikasikan secara fisiologis adanya perubahan warna benih, tertundanya perkecambahan, menurunnya toleransi terhadap lingkungan suboptimum selama perkecambahan, kepekaan terhadap radiasi, menurunnya pertumbuhan kecambah, dan meningkatnya jumlah kecambah abnormal (Sadjad, 1977). Kadar air benih merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi daya simpan benih.

Kadar air benih terlalu tinggi dapat memacu respirasi dan berbagai cendawan dapat tumbuh (Sutopo 1998). Dalam batas tertentu, makin rendah kadar air benih makin lama daya hidup benih tersebut. Kadar air optimum sebagian besar benih dalam penyimpanan berkisar antara 6–8%.

2. Daya Berkecambah

Daya berkecambah merupakan tolok ukur viabilitas benih yang paling banyak digunakan dalam pengujian mutu benih. Menurut Ilyas (2012), viabilitas benih merupakan daya hidup

benih, aktif secara metabolisme, dan memiliki enzim yang dapat mengatalisis reaksi metabolisme yang diperlukan untuk perkecambahan dan pertumbuhan kecambah.



Gambar 2. Rata-Rata daya berkecambah benih kedelai

Keterangan : s_0 (perlakuan kontrol), s_1 (perlakuan 1:1), s_2 (perlakuan 1:2), va (varietas anjasmoro), m_1 (minggu ke 1), m_2 (minggu ke 2), m_3 (minggu ke 3).

Hasil percobaan berdasarkan uji F menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara perlakuan *silica Gel* dengan lama waktu pengeringan terhadap daya berkecambah. Hasil Analisis pada daya berkecambah benih dengan uji Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan taraf 5% dapat dilihat pada analisis statistik RAL terhadap tolak ukur Daya Berkecambah (DB)

Perlakuan kontrol memiliki daya kecambah yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan 1:2 menunjukkan hasil daya berkecambah yang paling rendah, 40% di minggu ke 4. benih yang kecambah hanya sedikit bahkan tidak ada yang berkecambah. Beda hal dengan perlakuan kontrol sebagian besar benihnya berkecambah. Hal itu dikarenakan Semakin rendah kadar air dalam benih maka semakin rendah daya kecambah. Sesuai dengan pernyataan Naning Yuniarti *et al.*, (2008), menyatakan bahwa daya kecambah benih menurun saat kadar air yang rendah.

3. Tinggi Tanaman

Hasil percobaan berdasarkan uji F menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara perlakuan lama penyimpanan benih dengan jumlah *silica gel* terhadap tinggi bibit tanaman pada saat panen. Hasil Analisis statistik pada potensi tumbuh maksimum dengan uji Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 3. Rata-rata Tinggi Tanaman pada perlakuan *Silica Gel* dengan Lama Pengeringan

Varietas	Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman saat panen (cm)			
		Min	Min	Min	Min
		gggu 1	gggu 2	gggu 3	gggu 4
Anjas moro	Kontrol	66a	68a	66a	66a
Anjas moro	Perlakuan 1:1	65a	66a	66a	0b
Anjas moro	Perlakuan 1:2	66a	67a	69a	0b
KK(%)		8.8%			

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf 5%.

Dari tabel di atas terlihat bahwa tinggi Tanaman tertinggi dicapai oleh perlakuan 1:2 dengan lama pengeringan benih 3 minggu, yaitu 69 cm. Perlakuan *Silica Gel* pada lama pengeringan 3 minggu menunjukkan tidak berbeda nyata dengan perlakuan *silica* lainnya (Tabel 5). Tinggi tanaman

pada m₁ (1 minggu) bahwa yang terbaik adalah perlakuan kontrol dan perlakuan 1:2 yaitu sebesar 66 cm serta tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1:1. Tinggi tanaman pada m₂ (2 minggu) bahwa yang terbaik adalah perlakuan kontrol yaitu sebesar 68 cm.

4. Hasil Tanaman

Tanaman kedelai setelah dipanen dilakukan perhitungan bobot hasil per tanaman. Sampel tanaman yang dihitung keseluruhan tanaman yang ditaman. Hasil tanaman dihitung menggunakan timbangan dengan cara ditimbang dan dinyatakan dalam satuan gram.

Hasil percobaan berdasarkan uji F menunjukkan terjadi interaksi antara perlakuan lama pengeringan benih dengan jumlah *silica gel* terhadap bobot hasil kedelai per tanaman. Hasil Analisis statistik pada potensi bobot hasil kedelai per tanaman dengan uji Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan taraf 5% disajikan pada Tabel 6.

Tabel 4. Rata-rata Hasil Tanaman pada interaksi antara lama pengeringan dengan jumlah *silica gel*.

Varietas	Perlakuan	Rata-rata bobot hasil per Tanaman (gram)			
		m1	m2	m3	m4
Anjas moro	Kontrol	146a	147a	143a	138a
Anjas moro	Perlakuan 1:1	137a	141a	145a	0b
Anjas moro	Perlakuan 1:2	142a	139a	141a	0b
KK (%)		9.6%			

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda

nyata menurut DMRT pada taraf 5%.

Koefisiensi keragaman diperoleh sebesar 9,6%. Hasil tersebut dikategorikan nilai KK yang kecil. Menurut Bambang *et al*, (2011), nilai Koefisien keragaman (KK) yang semakin kecil maka derajat kejituan dan keandalan serta validitas kesimpulan akan semakin tinggi, begitu sebaliknya. Namun demikian tidak ada ketentuan nilai KK yang dianggap baik karena sangat dipengaruhi berbagai factor seperti keheterogenitasan, kontrol local, selang perlakuan dan ulangan percobaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

- a. Terdapat interaksi antara perlakuan *Silica Gel* dengan durasi pengeringan terhadap kadar air benih, viabilitas benih serta pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine Max L.*).
- b. Perlakuan s_1 (kontrol) dengan durasi pengeringan m_4 (4 minggu) memberikan hasil tertinggi terhadap tolak ukur Kadar Air yaitu 11 %, dan Daya Berkecambah 96%. Tinggi Tanaman tertinggi 68 cm dicapai oleh perlakuan kontrol dengan lama pengeringan 2 minggu. Bobot hasil per tanaman tertinggi sebesar 147 gram dicapai oleh perlakuan Kontrol s_0 dengan durasi pengeringan m_2 (2 minggu) walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama pengeringan lainnya.

SARAN

1. Benih kedelai (*Glycine Max L.*) dengan tanpa perlakuan *Silica Gel* dan

lama pengeringan 1 minggu dapat dipakai dalam penyimpanan benih.

2. Benih kedelai (*Glycine Max L.*) dapat diuji pengeringan menggunakan jumlah perbandingan *Silica Gel* yang lebih besar untuk mengetahui waktu pengeringan dan hasil pengeringan yang lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- BALITKABI. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2012.
- BALITKABI. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2008.
- B BIOGEN. Penurunan Kadar Air Biji Padi Melalui Penguapan Di Lemari Pengering, Bogor. 2017.
- BPMBTPH Balai Pengembangan Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura. *Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Laboratorium dan Metode Standar*. Depok. Direktorat Perbenihan Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan. 225 hal. 2004.
- BPS Badan pusat Statistik. Luas areal tanam, Luasan panen, Produktivitas, Produksi kedelai [Internet]. [Diunduh 2020 june 10] tersedia pada: <http://www.BPTP.go.id>. 2020.
- Badan Standarisasi Nasional [BSN]. Spesifikasi Persyaratan Mutu Benih Kedelai, BSN. Jakarta. 2003.
- Departemen Pertanian. Ketahanan Pangan dan Penyimpanan

- benih. Deptan. Jakarta. 2009.
- International Seed Testing Association [ISTA]. *Seed Science and Technology. International Rules for Seed Testing.* Zurich. International Seed Testing Association. 2008.**
- Adisarwanto, T. *Kedelai*. Jakarta. Penebar Swadaya. 76 hlm. 2008.
- Ahvenain R. 2003. Moisture Regulation. Di dalam Raija Ahvenain, 2003 Editor. *Novel Food Packaging Techniques*. CRC Press. Cambridge (GB).
- Bambang, A. H. Arnata, I. W. Puspawati, G. A. K. D. *Rancangan Percobaan, Teori, Aplikasi SPSS dan Excel*. Malang. Listaskata Publishing. 2011.
- Bewley dan Black. Potensi perkecambahan di Lapang. Sumatera Utara. Jurnal Potensi perkecambahan di Lapang. Universitas Sumatera Utara. 1994.
- Brody A, Strupinsky ER, d Kline LR. *Active Packaging for Food Applications*. Lancaster. Technomic Publishing Inc., pp. 107–117. 2001.
- Copeland, L.O., M.B. McDonald. *Principles Of Seed Science and Technology*. 4th edition. London. Kluwer Academic Publishers. 2001.
- Halimursyadah. Pengaruh Kondisi Simpan Terhadap Viabilitas dan Vigor benih *Avicennia marina (Forsk)*. *Vierh*. Pada Beberapa Periode Simpan Jurnal Agrotropika. 17(2): 43-51. 2012.
- Hay FR. Sri Andani dan Purbayanti. *Efektifitas Pengeringan Silica Gel*. Yogyakarta. Gajah Mada University. 2012.
- Hay FR, P. Thavong, P. Taridno, dan S. Timple. *Evaluation of zeolite seed 'Drying Beads for drying rice seeds to low moisture content prior to long-term storage*. London. *Seed Sci. & Technol.* Vol 5, No 40. Hal 374-395. 2012.
- Hong T D dan R H Ellis. *A protocol to determine seed storage behaviour* IPGRI *Technical Bulletin* Vol 12 No1. United Kingdom. Dept. of Agric. , UK The University of Reading. 2005.
- Hong, T. D. Linington, S. and Ellis, R. H. *Seed Storage Behaviour: a Compendium. Handbooks for Genebanks: No. 4*. Rome. International Plant Genetic Resources Institute. 1996.
- Ilyas, S. *Ilmu dan Teknologi Benih, Teori dan Hasil-hasil Penelitian*. Bogor. IPB Press. Bogor. 138 hal. 2012.
- Justice, Oren L dan Bass, Louis N. *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih*. Jakarta: PT. Raga Grafindo Persada. 2002.
- Krishnapillay and P. B. Tompsett. *Seed Handling. A Review of Dipterocarps: Taxonomy, Ecology, and Silviculture..* Bogor : CIFOR. 1998.
- Kuswanto, H. *Teknologi Pemprosesan, Pengemasan, dan Penyimpanan Benih*. Yogyakarta: Kanisius.. 2003
- Mattjik, A. A., dan I. M. Sumertajaya. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan MINITAB*. Jilid 1. Bogor: IPB-Press. 2006.

- Mapegau. *Pengaruh Cekaman Air terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merr)*. Jurnal Ilmiah Pertanian Kultura, Vol. 41, No. 1. Hal.80-92. 2006.
- Maryati S. Aplikasi Moisture Absorber Pada Kemasan Bioplastik Untuk Penyimpanan Tomat [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 2016.
- McCormack, J. *Seed Processing and Storage*. Norwell. Massachusetts USA. Page 1 – 110. 2004.
- Mugnisjah, W. Q. Pengantar Produksi Benih. Jakarta: Rajawali Press. 1990.
- Mulyanto. Desikan untuk pengeringan. Jakarta: Pustaka Pelajar. 1990.
- Mursiani, S. *Budidaya Tanaman Padi dan Palawija*. Malang: Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Malang. 1993.
- Pammenter, N. W. and P, Berjak. *Aspect of Our Understanding of the Biology and Response Non-ortodox Seed*. China: Seed Research ICSST. 1997.
- Pracaya dan Kahono P. C. Kiat Sukses Budi Daya Palawija. Klaten: Macanan Jaya Cemerlang. 2010
- Rao, NM, J Hanson, ME Dullloo, K Ghosh, D Nowell and M Larinde. *Manual of Seed Handling in Genebanks*. Rome, Italy pp 163: Bioversity International. 2006
- Rukmana, R. *Kedelai Budidaya dan pascapanen*. Yogyakarta: Kanisius. 1996.
- Sadjad, S. *Dari Benih Kepada Benih*. Jakarta: Grasindo. 1993.
- Sadjad. *Penyimpanan Benih Tanaman Pangan*. Bogor: IPB. 1997
- Sadjad. *Metode Uji Langsung Viabilitas Benih*. Bogor: IPB. 1994.
- Sutopo, L.. *"Teknologi Benih"*. Jakarta: Raja Grafindo Persada. 1998
- Sutopo, L. *"Teknologi Benih"*. Jakarta: Raja Grafindo Persada. 2010.
- Tatipata A. Kajian aspek fisiologi dan biokimia dseteriorasi benih kedelai dalam penyimpanan. *Ilmu Pertanian* 11(2), 76-8. 2004.
- Welveni. Pemanfaatan Limbah Padat Abu Fly Ash Batubara menjadi Bahan Baku Pembuatan Silica Gel. Riau: Universitas Negeri Riau. 2010.
- Zhang XJ, Qiu LM. Moisture transport and adsorption on silica gel–calcium chloride composite adsorbents. *Energy Conversion and Management*. 2007.