

Optimasi Pengeringan Benih Jagung dengan Perlakuan Prapengeringan dan Suhu Udara Pengeringan

Corn Seed Drying Optimization Using Predrying and Air Drying Temperature Treatment

Muhammad Rofiq¹, Mohamad Rahmad Suhartanto^{2*}, Tatiek Kartika Suharsi², dan Abdul Qadir²

¹PT. BISI International, Tbk. Jl. HOS Cokroaminoto No 72a
Desa Tulungrejo, Kecamatan Pare, Kediri, Jawa Timur, Indonesia

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 2 Mei 2013/Disetujui 17 Juli 2013

ABSTRACT

The objective of this research was to increase corn seed drying efficiency by designing drying system and using predrying and air drying temperature treatment combination to obtain maximum seed quality. Predrying was done by blowing air using blower machine and it was applied before ear corn dried with heated air. This research consisted of three phases, 1. Designing drying system, 2. Corn seed drying optimization, and 3. Economic analysis. The first research consisted of two phases, 1. Mini box dryer assembling, and 2. Mini box dryer testing. Corn seed drying optimization consist of predrying factor (0, 12, 24, and 36 hours) and temperature level factor (40, 45, 50, and 55 °C), used randomized complete block design with three replications. Physical and physiological quality were analyzed to find treatment which produced good seeds. Economic analysis were used to find treatment which give the highest of B/C Ratio. The result showed that predrying during 36 hours on temperature setting 50 °C was the optimum treatment for corn seed drying, because it had good germination and had the highest B/C Ratio.

Keywords: air drying temperature, mini box dryer, predrying treatment, seed drying optimization

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pengeringan benih jagung melalui pengembangan rancangan sistem pengeringan dan melakukan kombinasi perlakuan prapengeringan dengan suhu udara pengeringan untuk mendapatkan mutu benih yang maksimum. Prapengeringan dapat dilakukan dengan cara menghembuskan udara suhu kamar menggunakan mesin blower dan dilakukan sebelum benih jagung diberikan perlakuan udara panas. Penelitian terdiri atas 3 tahap, yaitu (1) Perancangan sistem pengeringan, (2) Optimasi pengeringan benih jagung, dan (3) Analisis ekonomi. Kegiatan pertama terdiri atas 2 tahap, yaitu pembuatan dan pengujian mini box dryer. Optimasi pengeringan benih jagung terdiri atas 2 faktor perlakuan, yaitu prapengeringan (0, 12, 24, dan 36 jam), dan suhu udara pengeringan (40, 45, 50, dan 55 °C), menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak dengan 3 ulangan. Analisis mutu fisik dan fisiologis dilakukan untuk mendapatkan perlakuan yang mampu menghasilkan benih dengan kualitas baik. Analisis ekonomi dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang memiliki B/C Ratio paling tinggi. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan prapengeringan 36 jam dan suhu udara pengeringan 50 °C merupakan perlakuan optimum pada pengeringan benih jagung, karena mampu menghasilkan benih dengan kualitas baik dan memiliki B/C Ratio paling tinggi.

Kata kunci: mini box dryer, optimasi pengeringan benih, prapengeringan, suhu udara pengeringan

PENDAHULUAN

Proses pengeringan yang lambat dapat menurunkan viabilitas benih jagung. Babiker *et al.* (2010) melaporkan bahwa kadar air benih yang tinggi menyebabkan inisiasi perkecambahan dan meningkatkan serangan cendawan, sehingga mengakibatkan benih kehilangan viabilitasnya.

Upaya yang ditempuh untuk meningkatkan laju pengeringan adalah meningkatkan suhu udara pengeringan. Hasil penelitian Madamba dan Yabes (2004) pada biji padi menunjukkan bahwa peningkatan suhu udara pengeringan dapat meningkatkan perpindahan massa air dari biji ke lingkungan, sehingga proses pengeringan menjadi lebih cepat.

Penggunaan suhu tinggi pada proses pengeringan juga mempunyai resiko. Benih dengan kadar air tinggi apabila langsung dikeringkan dengan suhu tinggi menyebabkan senyawa-senyawa kimia di dalam benih menjadi rusak, akibatnya viabilitas benih menjadi rendah.

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: tantosuhartanto12@yahoo.co.id

Perlakuan prapengeringan perlu ditambahkan untuk mempertahankan mutu fisiologis benih jagung. Prapengeringan dapat dilakukan dengan cara menghembuskan udara suhu kamar menggunakan mesin *blower* dan dilakukan sebelum benih jagung diberikan perlakuan udara panas, sehingga proses evaporasi berlangsung secara bertahap. Adanya proses evaporasi selama perlakuan prapengeringan menyebabkan turunnya kadar air benih, sehingga penggunaan mesin pemanas lebih singkat dan konsumsi bahan bakar dapat lebih dihemat.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pengeringan benih jagung melalui pengembangan rancangan sistem pengeringan dan melakukan kombinasi perlakuan prapengeringan dengan suhu udara pengeringan untuk mendapatkan mutu benih yang maksimum.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan Oktober 2012 di PT BISI International Tbk., Kediri, Jawa Timur. Penelitian terdiri atas 3 tahap, yaitu (1) Perancangan sistem pengeringan, (2) Optimasi pengeringan benih jagung, dan (3) Analisis ekonomi.

Perancangan Sistem Pengeringan

Perancangan sistem pengeringan dilakukan dalam 2 kegiatan, yaitu pembuatan dan pengujian *mini box dryer*. Jumlah *mini box dryer* yang digunakan pada percobaan optimasi pengeringan benih jagung sebanyak 4 set. Satu set *mini box dryer* terdiri atas 1 unit mesin pemanas, 1 unit mesin *blower*, 2 unit bak pengering, 2 unit pipa aerasi, dan 1 unit saluran udara. Pembuatan 4 set *mini box dryer* dimulai dengan pembuatan beberapa komponen, yaitu 8 unit bak pengering yang masing-masing berukuran 1 m x 1 m x 1.2 m, 4 unit saluran udara dan 8 unit pipa aerasi.

Pengujian *mini box dryer* bertujuan untuk menghasilkan unit *mini box dryer* dengan suhu 40, 45, 50, dan 55 °C. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan 600 kg benih jagung pada masing-masing *mini box dryer*, selanjutnya untuk memastikan setiap *mini box dryer* mampu menghasilkan keempat taraf suhu tersebut, benih jagung yang terdapat di setiap *mini box dryer* dikeringkan dengan keempat taraf suhu tersebut secara bertahap. Rentang waktu pengeringan setiap taraf suhu adalah 3 jam. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji chi-kuadrat (χ^2) dengan taraf nyata 5%.

Optimasi Pengeringan Benih Jagung

Benih jagung yang digunakan dalam percobaan adalah benih jagung yang masih terdapat pada tongkol jagung, sehingga percobaan pengeringan yang dilakukan masih dalam bentuk tongkol jagung. Percobaan disusun berdasarkan rancangan kelompok lengkap teracak dengan dua faktor. Faktor pertama adalah prapengeringan, terdiri atas

4 taraf yaitu 0, 12, 24, dan 36 jam. Faktor kedua adalah suhu udara pengeringan, terdiri 4 taraf yaitu 40, 45, 50, dan 55 °C. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 48 unit satuan percobaan.

Varietas benih jagung yang digunakan dalam percobaan adalah BISI 222. Kadar air (KA) awal berkisar 30-33%. Sebanyak 600 kg benih jagung dimasukkan ke dalam masing-masing *mini box dryer*, selanjutnya diberikan perlakuan prapengeringan. Benih jagung yang telah diberikan perlakuan prapengeringan selanjutnya langsung dikeringkan dengan perlakuan suhu udara pengeringan. Analisis data menggunakan uji F. Uji nilai tengah menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf α 5%.

Pencatatan suhu udara dilakukan setiap 3 jam. Pengukuran KA dilakukan setiap 6 jam saat KA > 18%, 2 jam saat KA 14-18%, dan 1 jam saat KA < 14%. Pemipilan dilakukan saat KA mencapai 11-12%, selanjutnya dilakukan pemipilan dan pemilahan benih.

Pengamatan mutu fisik terdiri atas persentase benih retak dan persentase benih pecah. Sampel sebanyak 900 g diambil dari lot benih jagung hasil proses pengeringan. Pengamatan benih retak dan benih pecah menggunakan lampu *magnifier*.

Pengamatan mutu fisiologis terdiri atas indeks vigor (IV), daya berkecambah (DB), kecepatan tumbuh (K_{CT}), dan vigor daya simpan (V_{DS}). Pengujian IV, DB, dan K_{CT} masing-masing dilakukan dengan mengecambahkan sebanyak 100 butir benih jagung, sebanyak 4 ulangan pada media kertas CD yang telah dilembabkan dengan metode UKDdp (Uji Kertas Digulung didirikan dalam plastik) dan dimasukkan pada alat pengecambah benih. Nilai K_{CT} diperhitungkan sebagai akumulasi kecepatan tumbuh setiap hari dalam unit tolok ukur persentase per hari. Nilai IV ditentukan dari persentase kecambah normal pada hitungan I (hari keempat). Nilai DB ditentukan dari jumlah persentase kecambah normal pada hitungan I dan hitungan akhir (hari ketujuh).

Pengujian vigor daya simpan dilakukan dengan mengusangkan lot benih hasil proses pengeringan. Pengusangan dilakukan dengan penderaan suhu 45 °C dan kelembaban tinggi (>90%) selama 42 jam. Peubah pengamatan yang digunakan pada pengujian vigor daya simpan adalah jumlah persentase kecambah normal pada hitungan pertama dan hitungan akhir setelah benih diusangkan. Lot benih yang masih memiliki persentase kecambah normal yang tinggi setelah perlakuan pengusangan menunjukkan bahwa lot benih tersebut memiliki vigor daya simpan yang tinggi, sehingga apabila benih tersebut disimpan memiliki daya simpan yang baik.

Analisis Ekonomi

B/C Ratio merupakan ratio antara manfaat terhadap biaya. B/C Ratio > 1 maka proyek tersebut bisa diterima, bila B/C Ratio < 1 maka proyek tersebut tidak bisa diterima, sedangkan bila B/C Ratio = 1 maka proyek tersebut impas (Pujawan, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Sistem Pengeringan

Berdasarkan hasil pengamatan, rata-rata pencapaian suhu udara *mini box dryer* untuk suhu 40, 45, 50, dan 55 °C masing-masing adalah: 40.26, 45.25, 49.97, dan 55.55 °C. Analisis chi-kuadrat (χ^2) menunjukkan bahwa suhu pengamatan tidak berbeda nyata dengan suhu harapan, sehingga *mini box dryer* layak digunakan pada proses pengeringan benih jagung. Gambar rancangan *mini box dryer* disajikan pada Gambar 1.

Optimasi Pengeringan Benih Jagung

Hasil rekapitulasi analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan prapengeringan berpengaruh nyata terhadap mutu fisiologis benih, yaitu IV, tapi tidak berpengaruh nyata terhadap DB, K_{CT} , dan V_{DS} . Perlakuan prapengeringan berpengaruh sangat nyata terhadap mutu fisik benih, yaitu benih retak, tapi tidak berpengaruh nyata terhadap benih pecah.

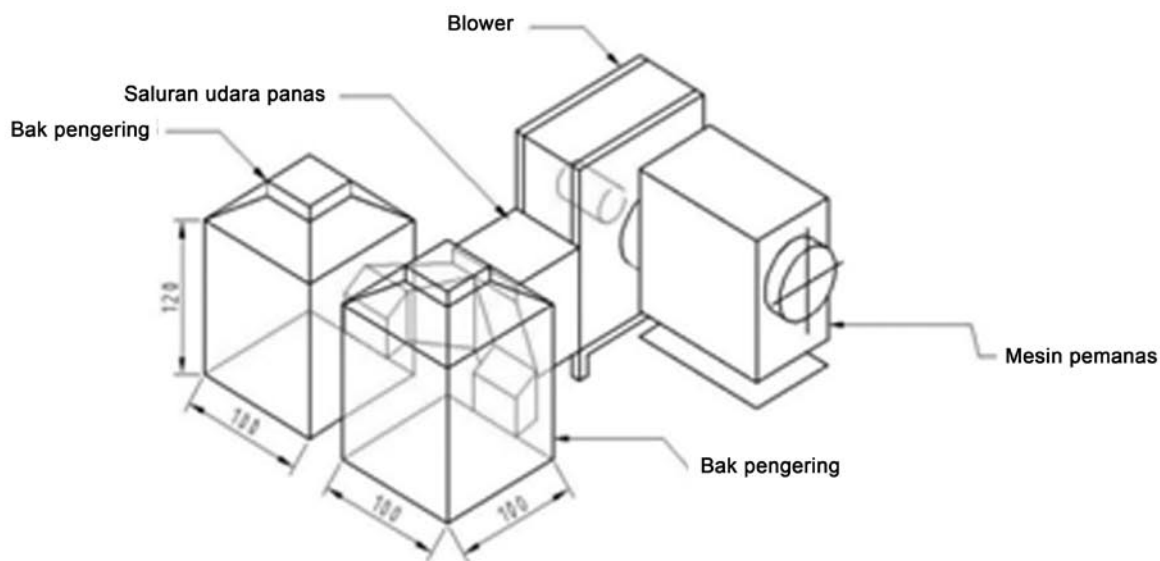
Perlakuan suhu udara pengeringan berpengaruh sangat nyata terhadap mutu fisiologis benih, yaitu V_{DS} , serta berpengaruh nyata terhadap DB dan K_{CT} , namun tidak berpengaruh nyata terhadap IV. Perlakuan suhu udara

pengeringan berpengaruh sangat nyata terhadap mutu fisik benih, yaitu benih retak, dan berpengaruh nyata terhadap benih pecah. Interaksi perlakuan prapengeringan dan suhu udara pengeringan berpengaruh nyata terhadap mutu fisik benih, yaitu benih retak.

Pengaruh Perlakuan Prapengeringan dan Suhu Udara Pengeringan terhadap Mutu Fisiologis Benih

Tabel 1 menunjukkan bahwa benih jagung yang diberikan perlakuan prapengeringan memiliki IV lebih tinggi daripada benih jagung yang tidak diberikan perlakuan prapengeringan. Herter dan Burris (1989) menyatakan bahwa pengeringan yang diawali perlakuan prapengeringan dapat membantu mempertahankan vigor benih.

Penelitian Lin *et al.* (2005) pada benih paria menunjukkan bahwa pengeringan yang berlangsung terlalu cepat mengakibatkan penurunan viabilitas benih. Hasil penelitian Surki *et al.* (2010) pada benih kedelai juga menunjukkan bahwa proses pengeringan yang berlangsung terlalu cepat mengakibatkan rusaknya membran benih. Peng *et al.* (2011) dan Ekowahyuni *et al.* (2012) melaporkan bahwa apabila membran benih mengalami kerusakan, maka menyebabkan keluarnya larutan-larutan elektrolit, sehingga mengakibatkan turunnya vigor benih.



Gambar 1. Rancangan *mini box dryer* yang digunakan dalam penelitian

Tabel 1. Pengaruh perlakuan prapengeringan terhadap peubah mutu fisiologi benih jagung

Peubah mutu fisiologis	Prapengeringan (jam)			
	0	12	24	36
Indeks vigor (%)	64.5b	66.5b	74.3ab	79.2a
Daya berkecambah (%)	91.5	96.5	95.0	97.7
Kecepatan tumbuh (% etmal ⁻¹)	22.3	24.1	22.6	23.0

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$

Semakin lama prapengeringan, IV benih jagung yang dihasilkan semakin tinggi (Tabel 1). Prapengeringan selama 36 jam mampu menghasilkan IV lebih tinggi daripada IV benih yang tidak diberikan perlakuan prapengeringan. Justice dan Bass (2002) menyatakan bahwa proses evaporasi pada permukaan benih yang berlangsung terlalu cepat menyebabkan kerusakan embrio, sehingga mengakibatkan turunnya vigor benih. Adanya prapengeringan diduga menyebabkan proses evaporasi pada permukaan benih berlangsung secara bertahap, sehingga kerusakan embrio dapat dicegah. Prapengeringan selama 24 jam dan 36 jam memiliki IV cukup tinggi, sehingga kedua taraf prapengeringan tersebut dapat direkomendasikan pada proses pengeringan benih jagung (Tabel 1).

Tabel 2 menunjukkan bahwa pengeringan dengan suhu 40, 45, dan 50 °C tidak menurunkan viabilitas benih secara signifikan. Herter dan Burris (1989) menyatakan bahwa benih jagung dengan KA awal berkisar 32-35% apabila dikeringkan dengan suhu 50 °C tidak menurunkan DB secara signifikan. Oyoh dan Menkiti (2008) menambahkan bahwa suhu 50 °C masih termasuk kisaran suhu aman pada proses pengeringan benih jagung.

Pengeringan dengan suhu 55 °C dapat menurunkan viabilitas benih secara signifikan (Tabel 2). Penelitian Surki *et al.* (2010) pada benih kedelai menunjukkan bahwa benih kedelai yang dikeringkan dengan suhu 55 °C daya berkecambahnya kurang dari 90%.

Proses pengeringan sangat berpengaruh terhadap daya simpan benih (Lin *et al.* 2005). Uji nilai tengah pengaruh perlakuan suhu udara pengeringan terhadap vigor daya simpan benih disajikan pada Tabel 3. Semakin tinggi suhu udara pengeringan, vigor daya simpan benih jagung semakin menurun.

Vigor daya simpan tertinggi dicapai oleh benih yang dikeringkan dengan suhu 40 °C. Vigor daya simpan benih yang dikeringkan dengan suhu 45 °C dan 50 °C tidak terlihat jelas perbedaannya. Benih jagung yang dikeringkan dengan suhu 55 °C memiliki vigor daya simpan paling rendah, sehingga apabila benih disimpan diduga daya simpannya lebih rendah daripada benih jagung hasil perlakuan taraf suhu yang lain.

Shintarika *et al.* (2013) menyatakan bahwa benih memiliki vigor daya simpan tinggi apabila setelah diusangkan masih memiliki IV dan DB yang tinggi. Woltz dan TeKrony (2001) juga menyatakan bahwa benih jagung memiliki

kualitas baik apabila memiliki vigor daya simpan 70-80%. Benih hasil perlakuan suhu 40, 45 dan 50 °C memiliki vigor daya simpan di atas 70%, sehingga ketiga taraf suhu tersebut dapat direkomendasikan pada proses pengeringan benih jagung.

Pengaruh Perlakuan Prapengeringan dan Suhu Udara Pengeringan terhadap Mutu Fisik Benih

Tabel 3 menunjukkan bahwa pengeringan dengan suhu 55 °C dapat meningkatkan persentase benih pecah, sehingga suhu 55 °C tidak direkomendasikan pada proses pengeringan benih jagung. Madamba dan Yabes (2004) menyatakan bahwa pengeringan biji padi dengan suhu tinggi dapat mengakibatkan timbulnya retak-retak pada biji padi, sehingga biji padi mudah pecah. Shahbazi (2012) menambahkan bahwa kerusakan fisik pada benih dapat mengakibatkan turunnya viabilitas benih.

Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu udara pengeringan, persentase benih retak yang dihasilkan semakin tinggi. Hasil penelitian Surki *et al.* (2010) pada benih kedelai menunjukkan bahwa peningkatan persentase benih retak sangat dipengaruhi oleh peningkatan suhu udara pengeringan. Prapengeringan pada proses pengeringan dengan suhu 40 °C dan 45 °C tidak mampu menurunkan persentase benih retak secara signifikan. Adanya pertimbangan efisiensi biaya, maka pengeringan dengan suhu 40 °C dan 45 °C lebih disarankan menggunakan prapengeringan selama 36 jam.

Prapengeringan pada proses pengeringan dengan suhu 50 °C mampu menurunkan persentase benih retak (Tabel 4). Semakin lama prapengeringan, persentase benih retak yang dihasilkan semakin menurun, sehingga prapengeringan selama 36 jam merupakan alternatif yang tepat pada proses pengeringan dengan suhu 50 °C.

Analisis Ekonomi

Hasil analisis mutu fisik dan fisiologis didapatkan beberapa kombinasi perlakuan prapengeringan dan suhu udara pengeringan yang mampu menghasilkan viabilitas benih jagung yang optimum. Kombinasi-kombinasi perlakuan tersebut yaitu (24 jam; 40 °C), (24 jam; 45 °C), (24 jam; 50 °C), (36 jam; 40 °C), (36 jam; 45 °C), dan (36 jam; 50 °C). Analisis ekonomi perlu dilakukan untuk mengetahui

Tabel 2. Pengaruh perlakuan suhu udara pengeringan terhadap peubah mutu fisiologis benih jagung

Peubah mutu fisiologis	Suhu udara pengeringan (°C)			
	40	45	50	55
Indeks vigor (%)	76.1	74.5	71.3	62.6
Daya berkecambah (%)	98.0a	97.9a	95.4ab	89.4b
Kecepatan tumbuh (% etmal ⁻¹)	25.0a	24.0a	22.0ab	20.9b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$

perlakuan yang layak untuk diusahakan, sehingga selain menghasilkan viabilitas benih yang baik, secara ekonomi perlakuan tersebut juga menguntungkan.

Pujawan (2012) menyatakan bahwa salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk menilai kelayakan

suatu usaha adalah *B/C Ratio*. Tabel 5 menunjukkan bahwa secara ekonomi perlakuan prapengeringan 36 jam dan suhu udara pengeringan 50 °C lebih menguntungkan daripada perlakuan-perlakuan lainnya, karena memiliki nilai *B/C Ratio* paling tinggi.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan suhu udara pengeringan terhadap vigor daya simpan benih dan persentase benih pecah

Suhu udara pengeringan (°C)	Vigor daya simpan (%)	Benih pecah (%)
40	87.8a	0.2b
45	72.8b	0.2b
50	69.1b	0.2b
55	53.7c	0.3a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$: Data ditransformasi menggunakan $\sqrt{(x+0.5)}$

Tabel 4. Pengaruh interaksi perlakuan prapengeringan dan suhu udara pengeringan terhadap persentase benih retak (%)

Prapengeringan (jam)	Suhu udara pengeringan (°C)			
	40	45	50	55
0	11.0i	25.6feg	29.3de	53.3b
12	11.9i	21.5fhg	28.1e	49.0b
24	25.9fe	33.7cd	34.9c	62.9a
36	13.5i	20.3hg	19.4h	49.4b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$

Tabel 5. Manfaat, biaya, dan B/C Ratio masing-masing perlakuan

Perlakuan prapengeringan (jam)	Suhu udara pengeringan (°C)	Manfaat (Rp)	Biaya (Rp)	B/C Ratio
24	40	4,622,779	3,320,145	1.4
24	45	5,306,420	3,316,529	1.6
24	50	5,657,341	3,314,923	1.7
36	40	4,162,855	2,798,748	1.5
36	45	4,575,273	2,745,767	1.7
36	50	4,879,279	2,706,029	1.8

Keterangan: Nilai manfaat dan biaya pada tabel dalam ribuan. Nilai perhitungan pada tabel untuk periode pengeringan benih selama 1 tahun

KESIMPULAN

Sistem pengeringan benih jagung (*mini box dryer*) mampu menghasilkan suhu 40, 45, 50, dan 55 °C, sehingga dapat digunakan pada proses pengeringan benih jagung. Hasil analisis mutu fisiologis, mutu fisik, dan ekonomi menunjukkan bahwa kombinasi prapengeringan 36 jam

dan suhu udara pengeringan 50 °C merupakan perlakuan optimum pada proses pengeringan benih jagung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada segenap manajemen PT. BISI International, Tbk. atas beasiswa pendidikan yang diberikan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Babiker, A.Z., M.E. Dullo, M.A.M. El Balla, E.T. Ibrahim. 2010. Effect low cost drying methods on seed quality of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Afr. J. Plant. Sci. 4:339-345.
- Ekowahyuni, L.P., S.H. Sutjahjo, S. Sujiprihati, M.R. Suhartanto, M. Syukur. 2012. Metode pengusangan cepat untuk pengujian vigor daya simpan benih cabai (*Capsicum annum* L.). J. Agron. Indonesia 40:32-138.
- Herter, U., J.S. Burris. 1989. Preconditioning reduces the susceptibility to drying injury in corn seed. Can. J. Plant. Sci. 69:775-789.
- Justice, O.L., L.N. Bass. 2002. Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih. Rennie Roesli, penerjemah. Ed ke-1. Raja Grafindo Persada. Jakarta, Indonesia.
- Lin, R.H., K.Y. Chen, C.L. Chen, J.J. Chen, J.M. Sung. 2005. Slow post-hydration drying improves initial quality but reduces longevity of primed bitter gourd seeds. Sci. Hort. 106:114-124.
- Madamba, P.S., R.P. Yabes. 2004. Determination of the optimum intermittent drying conditions for rough rice (*Oryza sativa* L.). LWT Food Sci. Technol. 38:157-165.
- Oyoh, K.B., M.C. Menkiti. 2008. Optimum safe drying temperature for seed grains. Agric. J. 3:190-192.
- Peng, Q., K. Zhiyou, L. Xiaohong, L. Yeju. 2011. Effects of accelerated aging on physiological and biochemical characteristics of waxy and non waxy wheat seeds. J. Northeast Agric. Univ. 18:7-12.
- Pujawan, I.N. 2012. Ekonomi Teknik. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Indonesia.
- Shahbazi, F. 2012. A study on the seed susceptibility of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to impact damage. J. Agr. Sci. Tech. 14:505-512.
- Shintarika, F., F.C. Suwarno, Suwarno. 2013. Pengujian vigor daya simpan dan vigor terhadap kekeringan pada benih padi gogo dan padi sawah. Bul. Agrohorti 1:67-71.
- Surki, A.A., F. Sharifzade, R.T. Afshari, N.M. Hosseini, H.R. Gazor. 2010. Optimization of processing parameters of soybean seeds dried in a constant bed dryer using response surface methodology. J. Agr. Sci. Tech. 12:409-423.
- Woltz, J.M., D.M TeKrony. 2001. Accelerated aging test for corn seed. Seed Technol. 23:21-34.