Evaluasi Hasil Rekayasa Pengering Tipe Bak Kayu *Blower* Ganda dengan Sumber Energi Gas LPG untuk Pengeringan Benih Kedelai pada Sistem Jabalsim

I.K. Tastra dan N.R. Patriyawaty

Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian
Jl. Raya Kendalpayak Km. 8. Kotak Pos 66 Malang 65101
Email: balitkabi@litbang.deptan.go.id

Naskah diterima 7 Maret 2012 dan disetujui diterbitkan 19 Februari 2013

ABSTRACT. Evaluation of Flat Bed Dryer with Double Blower using LPG Energy Source for Drying Soybean Seed on Jabalsim System. *Problem faced on continous soybean seed supplies based on location and seasons (the Jabalsim) system is that soybean crops are harvested during the rainy season. This has caused the seed quality does not meet the standard requirement set forth by the government. The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of the flat bed dryer with an LPG energy source, for soybean seed drying. Research was conducted at the Laboratory of Agricultural Mechanization of the Indonesian Legumes and Tuber Crops Research Institute (ILETRI), in Malang and at Muneng Experiment Station, Probolinggo, East Java, from January to December 2010. The study included designing and performance evaluation of the dryer for its drying capacity and seed viability, and the analysis of financial benefit to the seed grower using the B/C ratio. The performance evaluation was done using soybean varieties Kaba and Grobogan. The results showed that drying process of both soybean varieties followed an exponential model with the coefficient of determinations (R^2) was 0.94 to 0.99. Drying soybean seeds using the flat bed dryer using LPG as the energy source was faster than that using the drying floor. The drying rate of soybean seeds of Kaba variety using the flat bed dryer and using the drying floor was faster than those on variety Grobogan. It took 6 hours for drying 260 kg soybean seed with 20% moisture content wet basis (obtained from 1 ton of unthreshed soybean) into 11% wet basis, thus the drying capacity of the dryer was only 43 kg/hour. At an average rate of drying air temperature 45.5°C, the viability of the soybean seeds was 73 to 84%, still meet the standard seed quality of the government (minimum 70%). The cost benefit ratio (B/C ratio) was 1.12 when the price of the dryer is Rp 22 million/unit and the service charge for the soybean seed drying is Rp 2,600/kg seeds. Technically and financially, innovation of the flat bed dryer with an LPG energy source was still feasible to be applied by seed producers during the wet season, following the Jabalsim seed system.*

Keywords: Soybean seed, flat bed dryer, jabalsim.

ABSTRAK. Salah satu masalah keberlanjutan produksi benih kedelai melalui sistem Jalur benih antarlapang dan musim (Jabalsim) adalah sebagian panen jatuh pada musim hujan, sehingga mutu benih yang diperoleh tidak memenuhi standar benih sebar (daya berkecambah 70%), akibat penundaan proses pengeringan. Pada saat yang sama, sistem penjualan jasa pengeringan kedelai belum berkembang, karena kurang menguntungkan dibandingkan dengan menjual jasa perontokan kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil rekayasa pengering tipe bak kayu *blower* ganda (PKDBG) dengan sumber energi gas LPG yang layak digunakan penangkar benih kedelai. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanisasi Pertanian Balitkabi, Malang, Kebun Percobaan Kendalpayak, dan Kebun Percobaan Muneng, Jawa Timur, pada bulan Januari-Desember 2010. Penelitian meliputi rekayasa alat pengering serta evaluasi kinerja (pengeringan dan daya berkecambah benih) dan tingkat kelayakan finansial penerapannya di penangkar benih kedelai. Evaluasi kinerja alat menggunakan kedelai varietas Kaba dan Grobogan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengeringan biji kedelai berjalan lambat mengikut model exponensial (R^2 = 0,94-0,99). Kecepatan pengeringan masih lebih besar dibandingkan dengan pengeringan di lamporan semen. Laju pengeringan benih kedelai menggunakan alat pengering dan lamporan untuk varietas berbiji sedang (Kaba) lebih besar daripada varietas berbiji besar (Grobogan). Untuk mengeringkan 260 kg benih kedelai (diperoleh dari 1 ton kedelai brangkasan) dari kadar air 20% (basis basah, bb) hingga 11% bb dibutuhkan waktu 6 jam, sehingga kapasitasnya 43 kg/jam. Pada tingkat rata-rata suhu udara pengering 45,5°C, daya tumbuh benih kedelai yang dikeringkan dengan alat pengering mencapai 73-84%, masih memenuhi standar mutu benih sebar (minimum 70%). Nisbah keuntungan dengan biaya pengeringan (B/C ratio) 1,12 diperoleh pada harga alat Rp 22 juta/unit dan ongkos jasa pengeringan Rp 2.600/kg biji. Secara teknis dan finansial, PKDBG-Balitkabi dengan sumber energi gas LPG layak diterapkan di penangkar benih kedelai.

Kata kunci: Benih kedelai, pengering tipe bak, jabalsim.

Upaya peningkatan produksi kedelai nasional melalui pengembangan sistem produksi di lahan kering mempunyai nilai strategis dalam memenuhi kebutuhan bahan baku agroindustri berbasis kedelai (industri pangan dan pakan) yang terus meningkat dengan laju 6-7% /tahun (Sudaryanto *et al*. 1994). Namun demikian, pada lahan kering beriklim basah, tidak dapat dihindari panen kedelai akan jatuh pada musim hujan. Hal ini juga terjadi pada pengadaan benih kedelai melalui sistem Jabalsim (Jalur benih antar lapang dan musim) yang sering mengalami penundaan pengeringan akibat sebagian panen jatuh pada musim hujan. Panen kedelai pada musim hujan akan meningkatkan kandungan air benih yang menyebabkan penurunan kualitas benih selama disimpan jika prosesing benih tidak tepat (Dondee *et al*. 2011).

Penundaan pengeringan kedelai brangkasan pada kadar air awal biji 35% bb selama 4 hari dapat menyebabkan biji rusak sampai 48% akibat busuk dan berjamur (Sudaryono dan Setyoso 1990), terlebih jika

kedelai brangkasan ditumpuk, sehingga meningkatkan tingkat kerusakan biji 11,7% (Arief dan Mustikawati 2008). Penundaan pengeringan selain mengakibatkan kerusakan fisik benih seperti retak, pecah, dan pemudaran warna juga dapat mengakibatkan kerusakan fisiologis benih seperti penurunan aktivitas enzim dalam benih (Wiriyaumpaiwong *et al*. 2004). Akibatnya, jumlah dan mutu benih yang dihasilkan pada musim hujan selalu rendah karena sulitnya pengeringan dan penentuan waktu panen serta banyaknya benih yang rusak sebelum panen (Karama dan Sumardi 1990). Oleh karena itu, inovasi pengeringan yang tepat guna (*appropriate technology*) sangat diperlukan dalam produksi benih kedelai melalui sistem Jabalsim.

Saat ini di pasar sudah ada alat pengering tipe bak (volume bak 6,5 m^3), namun memiliki kelemahan, diantaranya konstruksi dinding bak pengering terbuat dari besi plat sehingga memungkinkan adanya energi panas yang hilang mengingat konduktivitas panasnya lebih besar (67 W/m°C) dibandingkan dengan konduktivitas kayu triplek (0,059 W/m°C) (Holman 1984). Di samping itu, harga alat mencapai Rp 29,4 juta/unit, sehingga belum menguntungkan untuk pengeringan benih kedelai di tingkat petani/penangkar.

Untuk mendukung penanganan pascapanen primer kacangan-kacangan, Balai Besar Mekanisasi Pertanian telah merekayasa alat pengering resirkulasi untuk biji-bijian, yang dapat mengeringkan biji kedelai secara bertahap sehingga mutu dan kadar airnya lebih seragam (Thahir *et al*. 2001). Sumber panas alat pengering ini adalah kompor minyak tanah otomatis dengan tingkat konsumsi bahan bakar 1-2 galon/jam (1 galon = 3,785 l). Mesin pengering ini menggunakan dua unit motor listrik untuk menggerakkan *conveyor* (0,12 kW/1.400 rpm) dan elevator (0,55 kW/1.400 rpm). Namun aplikasi alat ini hanya sesuai untuk tingkat KUD, karena memerlukan daya listrik yang besar (2.070 watt) yang jarang dimiliki petani penangkar benih dan sumber energinya masih menggunakan minyak tanah yang subsidinya sudah dicabut pemerintah.

Alat pengering biji-bijian untuk tujuan produksi benih dengan menggunakan sumber energi biomasa (sekam, tongkol jagung, dll) juga telah dikembangkan oleh Balai Penelitian Jagung dan Serealia. Alat pengering ini tidak memerlukan proses pembalikan bahan saat dikeringkan. Namun kapasitas pengeringannya untuk kedelai brangkasan hanya 500 kg untuk sekali proses sehingga kurang kompatibel untuk penanganan pascapanen kedelai (alat pengering tidak cocok untuk kedelai brangkasan, hanya sesuai untuk biji kedelai). Oleh karena itu, untuk tujuan pengeringan biji kedelai yang akan dijadikan benih masih belum cukup layak karena harganya mahal (mencapai Rp 40 juta/unit) dan periode kerja pemakaian alat relatif pendek (Tastra *et al*. 2008).

Untuk mendapatkan alat pengering yang lebih murah dengan kapasitas lebih besar, Balitkabi pada tahun 2009 telah merekayasa alat pengering kedelai brangkasan sampai siap dirontok (kadar air 18-20% bb) menggunakan sumber energi batu bara. Harga alat pengering tersebut Rp 22 juta/unit dengan kapasitas 1 ton kedelai brangkasan untuk sekali proses (Tastra 2009). Namun, pengeringan lanjutan dalam bentuk biji/benih sampai kadar air 11% (standar mutu benih) sangat riskan terhadap penurunan daya tumbuh benih mengingat suhu pengeringannya sukar dikontrol. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan sifat fisik dan *thermal* biji kedelai untuk setiap varietas yang berbeda (Hermawan 2005). Implikasinya, suhu optimum pengeringan setiap varietas kedelai akan berbeda. Oleh karena itu perlu dilakukan modifikasi sumber energi pengering tipe bak menggunakan gas LPG. Dasar pertimbangannya adalah gas LPG semakin mudah diperoleh di pedesaan dibandingkan dengan batubara. Di samping itu, pengaturan suhunya lebih mudah dilakukan oleh petani operator dan stabil untuk tujuan pengeringan benih. Dengan suhu yang relatif stabil diharapkan dampak negatif terhadap daya tumbuh benih kedelai dapat dikurangi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil rekayasa pengering tipe bak kayu *blower* ganda (PKDBG) dengan sumber energi gas LPG yang layak diterapkan di tingkat penangkar benih kedelai yang aktif dalam sistem Jabalsim.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanisasi Pertanian Balitkabi pada bulan Januari-Desember 2010.

Tabel 1. Spesifikasi data teknis alat pengering kedelai PKDBG-Balitkabi.

Model	Tenaga penggerak kipas	Dimensi bak P X L X T (cm)	Berat (kg)	Kapasitas*) (kg/10 jam)	Harga**) (juta Rp/unit)
PKDBG-Balitkabi	Motor bensin 5,5 hp	480 x 240 x 120	+ 900	1000	22

*)Kedelai brangkasan kadar air 35-45% bb hingga kadar air siap rontok (18-20% bb).
**)Tidak termasuk ongkos kirim.

Sketsa alat pengering kedelai PKDBG-Balitkabi yang direkayasa disajikan pada Gambar 1. Spesifikasi data teknis alat pengering tersebut disajikan pada Tabel 1. Pada tahap evaluasi kinerja alat digunakan kedelai varietas Kaba (diperoleh dari KP Muneng dan KP Kendalpayak), dan kedelai varietas Grobogan (diperoleh dari petani penangkar di Blitar dan Grobogan, Jawa Tengah). Pengeringan dalam bentuk kedelai brangkasaan, sampai siap rontok menggunakan pengering dengan sumber energi gas LPG. Setelah dirontok dengan mesin perontok pada putaran silinder 450 rpm, dilakukan pengeringan dalam bentuk biji menggunakan sumber energi gas LPG agar memudahkan mengatur suhu pengeringannya. Sebagai pembanding, pengeringan biji/benih kedelai juga dilakukan di lamporan semen.

Karakteristik pengeringan kedelai dalam bentuk biji ditentukan dengan dua model sederhana sebagai berikut:

$$Y = A + B * X \quad /1/$$

$$Y = A * \mathrm{Exp}\,(B * X) \quad /2/$$

di mana, Y : Kadar air biji kedelai (% bb)
A : *Intercept*
B : Koefisien regresi
X : Waktu pengeringan (jam)

Model pengeringan yang mempunyai koefisien determinasi (R^2) terbesar paling tepat menggambarkan proses pengeringan yang terjadi. Untuk menentukan efektivitas alat pengering dibandingkan dengan pengeringan di lamporan semen, dilakukan uji homogenitas koefisien regresi linier (B). Jika nilai R^2 model exponensial lebih besar daripada model linier, maka dalam uji homogenitas koefisien regresi linier dilakukan transformasi Ln terlebih dahulu. Selanjutnya, untuk melihat interaksi antara alat pengering (D) dan varietas (V) terhadap laju pengeringan, dilakukan analisis ANOVA rancangan acak lengkap dua faktor. Faktor D terdiri atas: (1) alat pengering PKDBG, dan (2) pengering lamporan. Faktor V terdiri atas kedelai: (1) varietas Grobogan, dan (2) varietas Kaba. Untuk melihat dampak alat pengering terhadap daya berkecambah benih kedelai dibandingkan dengan pengeringan di Lamporan, dilakukan uji t-Student.

Untuk menghitung kapasitas efektif pengeringan (KE, kg/jam) digunakan rumus sederhana sebagai berikut:

$$KE = VB / WP \quad /3/$$

VB : Total daya tampung bak pengeringan dalam bentuk biji dan brangkasan (kg)
WP : Lamanya pengeringan biji/kedelai brangkasan sampai kadar air siap dirontok dengan mesin perontok (jam)

Berdasarkan data teknis kapasitas pengeringan, dilakukan analisis kelayakan finansial yang meliputi perhitungan: biaya pokok (BP), titik impas (BEP), waktu pengembalian modal (PBP), nilai keuntungan sekarang (NPV), nisbah keuntungan dengan biaya (B/C), dan tingkat pengembalian modal (IRR). Alat pengering dinilai layak untuk pengeringan biji/benih kedelai apabila NPV > 0, B/C > 1,0 dan IRR > tingkat bunga bank (18%/tahun).

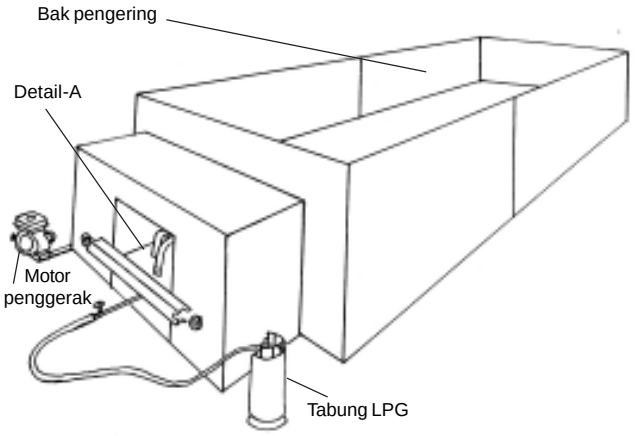
Kelayakan finansial alat pengering tipe bak kayu *blower* ganda (PKDBG) dihitung dengan rumus berikut:

$$BP = (BPT + BT) / (X * KE) \quad /4/$$

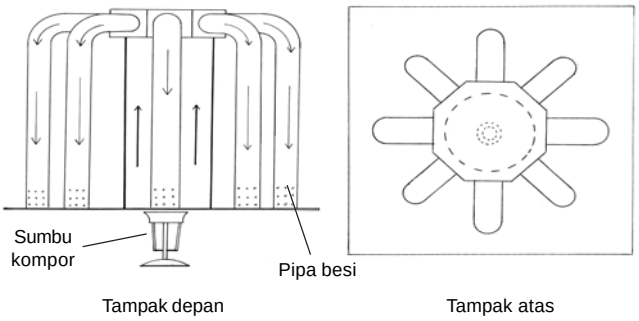
$$BEP = BT / (OP - BTT / (X * KE) \quad /5/$$

$$PBP = M / KU \quad /6/$$

$$NPV = \sum_{t=1}^{t=5} (Bt - Ct) / (1 + i)^t) - M \quad /7/$$



Gambar 1a. Prototipe alat pengering PKDBG-Balitkabi dengan sumber energi gas LPG (sebelum direkayasa).



Gambar 1b. Ptototipe detail-A komponen tungku penyimpan panas.

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^{t=5} (Bt / (1 + i)^t)}{\sum_{t=1}^{t=5} (Ct / (1 + i)^t) + M} \quad \text{...../8/}$$

$$IRR = DFP + (PVP^* (DFN - DFP) / (PVP - PVN)) \text{...../9/}$$

BTT : Biaya tidak tetap (Rp/tahun)
BT : Biaya tetap (Rp/tahun)
OP : Ongkos jasa pengeringan (Rp/kg biji kedelai)
X : Jam kerja efektif pengeringan (jam/tahun)
M : Harga alat pengering (Rp/alat)
KU : Keuntungan tiap tahun (Rp/tahun)
Bt : Keuntungan pada tahun ke-t (Rp)
Ct : Biaya pada tahun ke-t (Rp)
T : Umur ekonomis (tahun)
i : Tingkat bunga (%/tahun)
DFP : Tingkat bunga yang menghasilkan PVP (%)
DFN : Tingkat bunga yang menghasilkan PVN (%)
PVP : Nilai keuntungan sekarang positif (Rp)
PVN : Nilai keuntungan sekarang negatif (Rp)
KE : Kapasitas efektif pengeringan kedelai biji (kg/jam)
BP : Biaya pokok pengeringan (Rp/ kg kedelai biji)
BEP : Titik impas pengeringan biji kedelai (t kedelai biji/tahun)
PBP : Waktu pengembalian modal (tahun)
NPV : Nilai keuntungan sekarang (Rp)
B/C : Nisbah keuntungan dengan biaya (-)
IRR : Tingkat pengembalian modal (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekayasa Alat Pengering

Hasil rekayasa alat pengering kedelai tipe bak kayu menggunakan sumber energi gas LPG (PKDBG) disajikan pada Gambar 2 dan spesifikasi data teknisnya pada Tabel 1. Konstruksi dari PKDBG cukup sederhana dan bahan untuk membuatnya mudah diperoleh secara lokal sehingga peluang produksi Bengkel Alsintan Lokal cukup besar. Biaya pembuatan PKDBG Rp 22 juta/ unit, meliputi biaya bahan Rp 16,5 juta dan upah tenaga kerja Rp 6,5 juta.

Volume efektif bak pengering PKDBG-Balitkabi adalah 9,2 m^3. Dengan harga alat Rp 22 juta/unit maka harga efektif/m^3 volume bak pengering mencapai Rp 2,4 juta. Dibandingkan dengan alat pengering lainnya seperti pengering model Agrindo, Balitjas, dan Pakistan (Gambar 3), pengering PKDBG-Balitkabi paling murah. Dengan demikian, peluang untuk dapat diterapkan dalam bentuk penjualan jasa pengeringan atau langsung diterapkan di tingkat penangkar benih cukup besar.

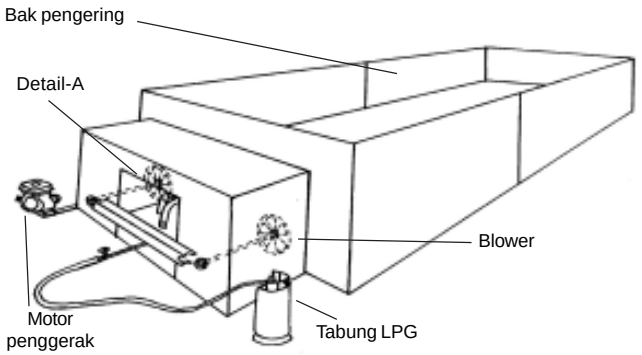
Kinerja Alat Pengering

Kapasitas Pengeringan

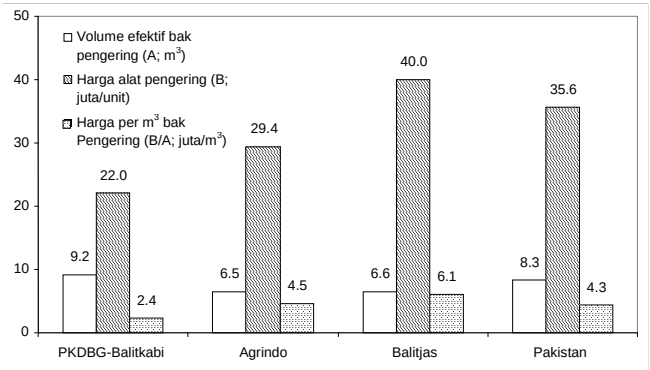
Evaluasi kinerja alat pengering dalam bentuk biji merupakan kelanjutan dari pengeringan kedelai brangkasan sebanyak 1 ton menggunakan alat pengering yang sama. Pada panen kedelai yang bertepatan dengan masih adanya hujan, biji kedelai yang diperoleh hanya 260 kg (kadar air 20% bb) dari 1 ton kedelai brangkasan. Untuk mengeringkan biji hingga berkadar air 11% sesuai persyaratan mutu benih diperlukan waktu 6 jam, sehingga rata-rata kapasitas pengeringan dalam bentuk biji hanya 43 kg/jam.

Laju Pengeringan

Evaluasi kinerja alat menunjukkan bahwa nilai R^2 tertinggi dari kedua model yang digunakan adalah model



Gambar 2. Prototipe pengering kedelai PKDBG-Balitkabi dengan sumber energi gas LPG yang telah direkayasa dengan penambahan komponen *blower* ganda.



Gambar 3. Perbandingan harga pengering Balitkabi dibandingkan dengan pengering Agrindo, model Balitjas, dan model Pakistan per m^3 efektif penampungan bahan pada bak pengering.