Tabel 4. Persyaratan standar laboratorium dalam sertifikasi benih kedelai.

Kelas benih	Benih murni min. (%)	Kotoran benih maks.(%)	Campuran varietas lain maks.(%)	Kadar air maks. (%)	Daya tumbuh min.(%)	Masa berlaku label (bulan)
Benih dasar	98,0	2,0	0,2	11,0	80	4-9
Benih pokok	98,0	2,0	0,5	11,0	80	4-9
Benih sebar	97,0	3,0	1,0	11,0	70	4-9

Sumber: Departemen Pertanian (2007).

Tabel 5. Hasil analisis uji t-Student daya berkecambah biji kedelai yang dikeringkan dengan pengering PKDBG-Balitkabi dibandingkan dengan di lamporan.

Varietas	Pengeringan dengan PKDBG-Balitkabi		Pengeringan di lamporan		Keterangan
	Daya berkecambah benih (%)	Suhu pengeringan (°C)	Daya berkecambah benih (%)	Suhu pengeringan (°C)	
Grobogan (Blitar)	52*)	45,7 ± 1,0	60	31,2 ± 0,9	t-hitung 3,73 > t-tabel$_{(0.05;7)}$ 2,36
Grobogan (Jateng)	81	42,0 ± 3,7	88	26,5 ± 1,6	t-hitung 5,42 > t-tabel$_{(0,05;10)}$ 2,23
Kaba (Muneng)	73	60,3 ± 9,5	55	35,8 ± 0,3	t-hitung 5,69 > t-tabel$_{(0,05;5)}$ 2,57
Kaba (Kendalpayak)	84	37,1 ± 7,5	82	24,9 ± 1,0	t-hitung 0,509 < t-tabel$_{(0,05;7)}$ 2,37

*) Saat panen tidak dalam kondisi optimal karena ada hujan

respirasi dan perombakan cadangan makanan dalam benih menjadi lebih besar, sehingga memungkinkan benih mengalami kekurangan zat cadangan makanan pada saat dikecambahkan, yang dicirikan oleh daya berkecambah varietas Kaba dari KP Muneng lebih rendah dibandingkan varietas Kaba dari KP Kendalpayak (Justice and Bass 2002).

Penggunaan alat pengering PKDBG-Balitkabi untuk dua varietas kedelai menunjukkan daya berkecambah yang berbeda pada varietas berbiji sedang (Kaba) dan berbiji besar (Grobogan). Secara umum varietas kedelai berbiji sedang lebih tahan terhadap deraan suhu pengeringan dibandingkan dengan varietas berbiji besar. Sebagai contoh, benih kedelai varietas Kaba (Muneng) yang dikeringkan pada suhu pengeringan hingga 60,3°C masih memenuhi mutu benih sebar. Sementara pengeringan benih kedelai varietas Grobogan harus dengan suhu yang lebih rendah (42,0°C) agar benih yang dihasilkan memenuhi standar mutu benih sebar (Tabel 4, Tabel 5). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Patriyawaty dan Tastra (2010), untuk mencapai standar mutu benih sebar, suhu optimum pengeringan benih kedelai varietas Argomulyo adalah 50,4°C, sementara untuk varietas Kaba bisa mencapai 55,0°C. Lebih lanjut dilaporkan bahwa benih kedelai varietas berbiji besar lebih rentan terhadap deraan suhu dibanding varietas berbiji kecil (Sukarman dan Raharjo 2000), dan laju penurunan viabilitas benih berbiji besar (1,21 %/jam) lebih besar dibanding benih berbiji sedang (1,16 %/jam) (Patriyawaty dan Tastra 2011).

Kelayakan Alat Pengering

Alat pengering yang diteliti (Gambar 2) bertujuan untuk pengeringan kedelai brangkasan agar mempermudah proses perontokan. Namun setelah proses perontokan, alat yang sama dapat digunakan untuk mengeringkan biji kedelai sampai kadar air aman disimpan untuk benih (kadar air biji 10-12% bb). Beberapa asumsi yang digunakan dalam analisis kelayakan finansial alat pengering disajikan pada Tabel 7. Dengan pertimbangan harga benih kedelai Rp 15.000/kg, ongkos pengeringan kedelai brangkasan yang diasumsikan Rp 1.500/kg (10% dari harga benih) cukup wajar jika saat panen jatuh pada musim hujan. Untuk pengeringan lanjutan dalam bentuk biji, ongkos pengeringan perlu ditambah Rp 1.100/kg biji. Dengan demikian, total ongkos pengeringan dari 1 ton brangkasan dan 260 kg biji kedelai setara dengan Rp 2.600/kg biji.

Rata-rata kapasitas pengeringan dalam bentuk biji hanya 43 kg kedelai biji/jam. Jika diperhitungkan waktu pengeringan kedelai brangkasan sampai siap rontok selama 3,5 jam maka kapasitas efektif menjadi 27 kg kedelai biji/jam. Dengan demikian, pada tingkat ongkos pengeringan Rp 2.600/kg biji, kapasitas efektif alat yang digunakan adalah Rp 27 kg biji/jam (Tabel 6).

Dari hasil analisis finansial alat pengering PKDBG-Balitkabi (Tabel 6 dan 7) diperoleh biaya pokok pengoperasian alat (BP) sebesar Rp 1.588/kg biji, titik impas (BEP) 4,6 t biji/tahun, waktu pengembalian modal (PBP) 2,3 tahun, nilai keuntungan (NPV) selama lima

Tabel 6. Analisis BP, BEP, dan PBP alat pengering tipe bak Balitkabi dengan sumber energi gas LPG untuk pengeringan kedelai brangkasan dan biji.

Uraian	Tahun					
	to	t1	t2	t3	t4	t5
Penghasilan :						
Ongkos pengeringan (Rp)	-	24.818.181,82	24.818.181,82	24.818.181,82	24.818.181,82	24.818.181,82
Nilai sisa mesin (SV) (Rp)	-	-	-	-	-	8.800.000,00
Keuntungan kotor (Rp)	-	24.818.181,82	24.818.181,82	24.818.181,82	24.818.181,82	33.618.181,82
Biaya :						
Harga mesin (M) (Rp/unit) (termasuk bak pengering)	22.000.000,00	-	-	-	-	-
Biaya tidak tetap (BTT						
1. Upah operator (Rp/th)	-	2.450.000,00	2.450.000,00	2.450.000,00	2.450.000,00	2.450.000,00
2. Bahan bakar (BBM) (Rp/th)		3.728.958,33	3.728.958,33	3.728.958,33	3.728.958,33	3.728.958,33
3. Oli (Rp/th)		1.296.30	1.296,30	1.296,30	1.296,30	1.296,30
Total BTT (Rp/th)		6.180.254,63	6.180.254,63	6.180.254,63	6.180.254,63	6.180.254,63
Biaya tetap (BT)						
1. Penyusutan (Rp/th)	-	2.640.000,00	2.640.000,00	2.640.000,00	2.640.000,00	2.640.000,00
2. Bunga modal (Rp/th)	-	3.696.000,00	3.696.000,00	3.696.000,00	3.696.000,00	3.696.000,00
3. Perawatan (Rp/th)	-	2.200.000,00	2.200.000,00	2.200.000,00	2.200.000,00	2.200.000,00
4. Pajak & asuransi (Rp/th)	-	440.000,00	440.000,00	440.000,00	440.000,00	440.000,00
Total BT (Rp/th)		8.976.000,00	8.976.000,00	8.976.000,00	8.976.000,00	8.976.000,00
Total biaya	22.000.000,00	15.156.254,63	15.156.254,63	15.156.254,63	15.156.254,63	15.156.254,63
Keuntungan (KU) (Rp/th)	-22.000.000,00	9.661.927,19	9.661.927,19	9.661.927,19	966.1927,19	18.461.927,19

Asumsi

Hari kerja	: 35 hari/th	Upah dua orang operator	: 70000.00 Rp/hari
Jam kerja harian	: 10 jam/hari	Ongkos pengeringan(OP)	: 2600 Rp/kg
Total Jam kerja (X)	: 350 jam/th	Kapasitas (KE)	: 27.27 kg/jam
Bunga (i)	: 24%/th	Bahan bakar bensin	: 0.15 l/jam/hp
Perawatan mesin	: 10%*M	Kebutuhan oli	: 0.07 l/200 jam
Umur ekonomis (N)	: 5 th	Harga oli	: 10000.00 Rp/liter
Pajak/asuransi (c4)	: 2%*M	Harga bensin	: 4500.00 Rp/liter
Bunga modal c2	=i*(M+SV)/2	Tenaga penggerak	: 5.50 hp
Penyusutan c1	=(M-SV)/N	Kebutuhan LPG	: 1.19 kg/jam
		Harga gas LPG	: 5833.33 Rp/kg

Perhitungan

Biaya pokok (BP) = (BTT+BT)/(X*KE) = 1,588 Rp/kg biji
Titik impas (BEP) = BT/(OP-BTT/(X*KE)) = 4.6 t biji / tahun
Waktu pengembalian modal PBP = M/(KU) = 2.3 tahun

Tabel 7. Analisis NPV, B/C, dan IRR alat pengering tipe bak Balitkabi dengan sumber energi gas LPG untuk pengeringan kedelai brangkasan dan biji.

Tahun	Hasil kotor (Rp)	Biaya kotor (Rp)	Hasil bersih (Rp)	DF (24 %)	*Discount* hasil (1*4)	*Discount* biaya (2*4)	Percobaan I		Percobaan II	
							DFP(24%)	NPV(3*7)	DFN(39%)	NPV (3*9)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0	0.00	22.000.000,00	-22.000.000,00	1.000	0.00	22.000.000,00	1.000	-22.000.000,00	1.000	-2.000.000,00
1	24.818.181,82	15.156.254,63	9.661.927,19	0.806	20.014.662,76	12.222.785,99	0.806	7.791.876,76	0.719	6.951.026,75
2	24.818.181,82	15.156.254,63	9.661.927,19	0.650	16.140.857,06	9.857.085,48	0.650	6.283.771,58	0.518	5.000.738,67
3	24.818.181,82	15.156.254,63	9.661.927,19	0.524	13.016.820,21	7.949.262,48	0.524	5.067.557,73	0.372	3.597.653,72
4	24.818.181,82	15.156.254,63	9661927.19	0.423	10.497.435,65	6.410.695,55	0.423	4.086.740,10	0.268	2.588.240,09
5	33.618.181,82	15.156.254,63	18.461.927,19	0.341	11.467.422,03	5.169.915,77	0.341	6.297.506,26	0.193	3.557.976,15
Total					71.137.197,71 (B)	63.609.745,27 (C)		7.527.452,45 (PVP)		(304.364,62) (PVN)

Perhitungan

Nilai keuntungan (NPV) = (PVP) = Rp 7.527.452
Nisbah keuntungan dengan biaya (B / C) = 1,12
Tingkat pengembalian modal (IRR) = DFP + (PVP * (DFN-DFP) / (PVP-PVN)) = 38,4%

tahun umur ekonomis alat Rp 7.527.452, nisbah keuntungan dengan biaya (B/C) 1,12 dan tingkat pengembalian modal (IRR) 38,4%. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa untuk tujuan pengeringan kedelai brangkasan dan biji, alat pengering PKDBG-Balitkabi masih mempunyai peluang diterapkan oleh penangkar benih kedelai yang aktif dalam sistem Jabalsim.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Secara teknis pengering PKDBG-Balitkabi cukup layak diterapkan untuk mengeringkan hasil panen kedelai brangkasan oleh penangkar benih. Dengan menggunakan asumsi dari 1 ton kedelai brangkasan diperoleh 260 kg benih kedelai, maka kapasitas pengeringan 43 kg/jam, untuk menurunkan kadar air benih dari 20% bb menjadi 11% bb selama 6 jam.
2. Laju pengeringan benih kedelai menggunakan alat pengering dan lamporan untuk varietas berbiji sedang (Kaba) lebih besar daripada kedelai berbiji besar (Grobogan).
3. Pada tingkat rata-rata suhu udara pengeringan 45,5°C, daya berkecambah benih kedelai (73-4%) masih memenuhi standar mutu benih sebar (daya berkecambah minimum 70%).
4. Secara finansial, alat pengering PKDBG-Balitkabi mempunyai prospek diterapkan oleh penangkar yang aktif dalam sistem Jabalsim, dengan biaya pokok pengoperasian alat (BP) Rp 1.588/kg biji, titik impas (BEP) 4,6 t biji/tahun, waktu pengembalian modal (PBP) 2,3 tahun, nilai keuntungan (NPV) selama lima tahun umur ekonomis alat Rp 7.527.452, nisbah keuntungan dengan biaya (B/C) 1,12 dan tingkat pengembalian modal (IRR) 38,4%.

Saran

1. Pengeringan benih kedelai berbiji besar (Grobogan) disarankan menggunakan PKDBG-Balitkabi pada suhu pengeringan yang lebih rendah 45–50°C, sedangkan pengeringan benih kedelai berbiji sedang (Kaba) pada suhu 50–55°C, agar daya berkecambah benih memenuhi standar mutu benih sebar (daya berkecambah 70%).
2. Mengingat volume bak pengering yang yang cukup besar (9 m^3) disarankan mengoptimalkan pemanfaatannya untuk pengeringan kedelai dalam bentuk biji, guna meningkatkan nilai tambah (B/C >1,5).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dedikasi yang telah diberikan oleh Saudara Mugiono dan Wijiyono dalam membantu rekayasa alat pengering dan evaluasi kinerjanya. Terima kasih yang tulus juga kami sampaikan kepada Kepala KP Kendalpayak (Bapak Margono) dan KPMuneng (Bapak Wisnu Unjoyo), Bapak Sugito dan Ali (Penangkar benih kedelai di Blitar dan Grobogan) yang membantu penanaman kedelai untuk evaluasi kinerja mesin pengering kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

Akpinar, E.K., Y. Bicer, C. and Yildiz. 2003. Thin layer drying of red pepper. Journal of Food Engineerin 59(1):99-104.

Arief, R.W. dan D.R. Mustikawati. 2008. Kajian cara penjemuran terhadap mutu biji kedelai. Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian 13(1): 1-3.

Departemen Pertanian. 2007. Peraturan Menteri Pertanian No. 28/ Permentan/SP.120/3/2007 tentang Pedoman Produksi Benih Kedelai.

Dondee, S., M. Naret, S. Somchart, and S. Sirithon. 2011. Reducing cracking and brekeage of soybean grains under combined near-infrared radiation and fluidized-bed drying. Journal of Food Engineering 104(6):13.

Ertekin, C. and O. Yaldiz. 2004. Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. Journal of Food Engineering 63(3):349-359.

Hermawan, N. 2005. Sifat panas benih kedelai varietas Wilis dan Burangrang pada beberapa tingkat kadar air. Skripsi S1. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknik Pertanian. Universitas Brawijaya. 248 hlm (tidak dipublikasikan).

Holman, J.P. 1984. Perpindahan kalor (heat transfer). (Terjemahan Ir. E. Jasjfi). Erlangga, Jakarta.

Justice, O.L. dan L.N. Bass. 2002. Prinsip dan praktek penyimpanan benih. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Karama, A.S. dan Sumardi. 1990. Meningkatkan peran petani pengumpul (*OPKUP*) sebagai penangkar benih kedelai. p.55-63. *Dalam*: Mahyuddin Syam dan Arif Musaddad (*Eds*.). Pengembangan kedelai potensi, kendala dan peluang. Risalah Lokakarya Bogor, 13 Desember 1990. Puslitbangtan. Bogor.

Nugraha, U.S. dan S. Wahyuni. 1998. Pengaruh kadar air benih dan jenis kemasan terhadap daya simpan benih kedelai pada suhu kamar. Penelitian Pertanian 17(1):59-67.

Patriyawaty, N.R. dan I.K. Tastra. 2010. Studi pendahuluan pengaruh suhu pengeringan, kadar air awal, dan varietas terhadap viabilitas benih kedelai. Bahan seminar internal Balitkabi. 14 Januari 2011.

Patriyawaty, N.R. dan I.K. Tastra. 2011. Pengaruh varietas dan teknik pengeringan benih kedelai di lamporan semen terhadap viabilitas benih. p. 371-379. *Dalam*: Adi Widjono *et al*. (*Eds*.). Inovasi Teknologi dan Kajian Ekonomi Komoditas Aneka Kacang dan Umbi Mendukung Empat Sukses Kementerian Pertanian. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2011.

Sacilik, K. 2007. Effect of drying methods on thin-layer drying characteristics of hull-less seed pumkin (*Cucurbita pepo* L.) Journal of Food Engineering 79:23-30.

Saipari, E., A.M. Goswami, and M. Dadlani. 1998. Effect of seed drying on germination behaviour in citrus. Scientia Horticulturae 73:185-190.

Soponronnarit, S., T. Swasdisevi, and S. Wetchacama. 2001. Fluidized bed drying of soybeans. Journal of Stored Product Research 37:133-151.

Sudaryono dan Setyoso. 1990. Pengaruh cara perawatan kedelai brangkasan hasil panen musim hujan terhadap butir rusak dan daya kecambah. Prosiding Hasil Penelitian Pasca Panen. Laboratorium Pascapanen Karawang. Balitan Sukamandi.

Sudaryanto, T., Erwidodo, dan A. Purwoto. 1994. Pola konsumsi beras, jagung dan kedelai serta implikasinya terhadap proyeksi permintaan. p. 122-142. *Dalam*: Mahyuddin Syam *et al*. (*Eds*.). Kinerja Penelitian Tanaman Pangan. Buku 1 (Kebijaksanaan dan Hasil Utama Penelitian). Puslitbangtan. Bogor.

Sukarman dan Raharjo. 2000. Karakter fisik, kimia dan fisiologi benih beberapa varietas kedelai. Buletin Plasma Nutfah 6(2): 31-36.

Tastra, I.K., G.S.A. Fatah, R. Margono, dan Subandi. 2008. Evaluasi kinerja dan kelayakan pengering model Balitjas (PMB) untuk mengeringkan kedelai brangkasan untuk tujuan benih. p. 466-483. *Dalam*: Arief Harsono *et al*. (*Eds*.). Inovasi Teknologi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian mendukung kemandirian pangan dan kecukupan energi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.

Tastra, I.K. 2009. Evaluasi kinerja pengering kedelai brangkasan dengan energi batubara untuk perbaikan pasca panen pada tingkat penangkar benih. Laporan Akhir Penelitian Tahun Anggaran 2009. Balitkabi. (belum dipublikasi). 29 p.

Thahir, R., D.A. Nasution, Joko, P. dan Anna, N. 2001. Mesin Pengering Kedelai Handal. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 23(3): 5-6.

Wiriyaumpaiwong, S., S. Soponronnarit, and S. Prachayawarakorn. 2004. Comparative study of heating processes for full-fat soybean. Journal of Food Engineering 65(3):371-382.