

PENGARUH SISTEM TANAM DAN TINGKAT KEMASAKAN PADA  
VIGOR DAYA SIMPAN BENIH EMPAT GENOTIPE SORGHUM  
(*Sorghum bicolor* [L.] Moensch.)



Eko Pramono<sup>1\*)</sup>, Muhammad Kamal<sup>1)</sup>, F.X. Susilo<sup>1)</sup>, dan Paul Benyamin Timotiwa<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen pada Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145.

<sup>\*)</sup>email: [pramono.e61@gmail.com](mailto:pramono.e61@gmail.com)

**Abstract**

The experiments aimed to determine the effect of cultivation system (monoculture and intercropping) and seed maturity (29, 41, and 53 days after flowering = DAF) of four genotypes of sorghum (Numbu, Super-2, Samurai-1, and Kawali) had been conducted during April 2015 to June 2016. The seeds were dried to  $\pm 10\%$  moisture content, then packed in clip plastic bags and stored in room temperature ( $26 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ ) up to 10 months. The seed viability was observed prior to storage and during storage at 4, 6, 8, and 10 months. The results showed that the interaction effect of cultivation system, seed maturity, and genotype was very significant ( $P < 0.01$ ) on vigor of storability of seeds shown by variable of percentage of germination.

**Keywords:** *planting system, seed maturity, sorghum, vigor of storability*

**Pendahuluan**

Vigor daya simpan (VDS) adalah viabilitas benih selama periode penyimpanan atau periode II (Sadjad, 1989). Daya simpan (DS) benih adalah kemampuan lamanya suatu lot benih dapat disimpan (Sadjad, 1989), atau periode waktu yang diperlukan oleh suatu lot benih menjalani penurunan viabilitas untuk mencapai suatu nilai viabilitas tertentu dalam suatu kondisi simpan tertentu (Pramono, 2009b). Dengan pengertian tersebut maka lot benih dengan VDS tinggi memiliki DS lebih tinggi daripada lot benih dengan VDS lebih rendah. Vigor daya simpan dapat dinyatakan sebagai garis lurus (Pramono, 1991; 2000; 2001; 2009a; 2009b), yang merupakan hubungan antara nilai viabilitas pada sumbu Y dan periode simpan alamiah (PSA) atau intensitas pengusangan cepat (IPC) pada sumbu X. Garis VDS tersebut dapat memiliki arah menurun (dengan koefisien garis lurus atau slop yang bernilai negatif), atau arah meningkat (dengan koefisien garis lurus atau slop yang bernilai positif). Hubungan antara nilai viabilitas pada sumbu Y dan waktu pada sumbu X tersebut membentuk hubungan fungsi  $y=f(x)$ , yang dinamakan kurva hidup benih yang berbentuk sigmoid (Robert dan Ellis, 1982; Walters *et al.*, 2010), terutama pada periode-III dari hidup benih (Sadjad, 1989). Jika nilai viabilitas (y) tersebut dialihskala ke dalam probit, maka hubungan fungsi  $y=f(x)$  tersebut menjadi linear (Robert dan Ellis, 1982),

Vigor daya simpan (VDS) benih berbeda antara genotipe atau varietas pada radis (Neeru, Kopaar, dan Saxena, 2006), juga pada kedelai benih kedelai (Pramono, 2001). Perbedaan VDS juga dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan simpan dari benih kedelai (Mbofung *et al.*, 2013). Pada benih bayam, vigor benih yang ditunjukkan oleh nilai dayahantar listrik (DHL) dan persentase perkecambahan benih, dan hasil benih juga berbeda antargenotipe (Ambia *et al.*, 2016). Nilai dayahantar listrik berkorelasi negatif ( $R^2 = -0,95$ ) dengan persentase perkecambahan benihnya (Ambia *et al.*, 2016).

Vigor daya simpan dipengaruhi oleh vigor awal benih sebelum disimpan. Vigor awal benih sebelum disimpan dipengaruhi oleh lingkungan tempat benih tumbuh dari suatu pertanaman produksi benih dan tingkat kemasakan benih. Menurut Kamal (2011), pengadaan benih bermutu melalui pengembangan teknik produksi dan penyimpanan benih menjadi salah satu tantangan dalam pengembangan tanaman pangan di Indonesia. Salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman adalah cahaya. Persaingan dalam penggunaan cahaya dalam pertanaman tumpangsari dapat disebabkan oleh adanya penanaman oleh salah satu jenis tanaman pada jenis lainnya dan penurunan intersepsi cahaya. Sebagai contoh, produktivitas padi gogo di bawah naungan tanaman karet umur 3-4 tahun lebih rendah daripada yang di lahan terbuka (Kamal *et al.*, 2004). Perbedaan intensitas cahaya oleh musim juga terjadi pada produksi dan kandungan pati dari tanaman ubi kayu (Kamal, 2009), dan juga tanaman sorgum (Sunyoto dan Kamal, 2009). Efek cahaya pada penurunan pertumbuhan dan produksi tanaman meliputi mengurangi pembentukan klorofil daun (Goodwin dan Mercer, 1985), menurunkan konduktivitas stomata dan menurunkan aktivitas nitrat reduktase (Kamal, 2005; Ruffy *et al.*, 1992). Pada tanaman padi, besarnya efek cahaya pada aktivitas nitrat reduktase dipengaruhi oleh genotipe (Kamal, 2008).

Benih mencapai viabilitas dan vigor maksimum setelah benih mencapai tingkat kemasakan fisiologi, dan masak fisiologi itu ditandai oleh bobot kering benih maksimum (Croocston dan Hill, 1978; TeKrony *et al.*, 1978; Delouche, 1983; Sadjad, 1989). Memang benih sudah memiliki viabilitas jauh hari sebelum mencapai saat masak fisiologi, (Adam *et al.*, 1983; Burris, 1973), tetapi vigorinya belum maksimum (Sadjad, 1989). Pada

benih sorgum (Arnold *et al.*, 1991), bobot kering benih masih terus meningkat dari 15-39 hari setelah polinasi (HSP), dan setelah 39 HSP bobot kering benih menunjukkan akan tetap yang merupakan pertanda benih sorgum mencapai masak fisiologi. Arnold *et al.*, (1991) juga menunjukkan bahwa tingkat kemasakan benih berpengaruh pada vigor benih. Pada benih cabe, tingkat kemasakan berkorelasi positif dengan bobot 100 butir, daya berkecambah, dan vigor benih, dan berkorelasi negatif dengan kadar air benihnya (Darmawan, Respatijarti, dan Soetopo, 2014). Tingkat kemasakan benih juga berpengaruh pada massa jenis benih, kadar benih, dan viabilitas benih kenaf (*Hibiscus cannabinus*) (Olasoji *et al.*, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem tanam, tingkat kemasakan, dan genotipe pada vigor daya simpan benih sorgum.

## Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di dua tempat, yaitu di Pekon Marhaen, Kecamatan Anak Tuha, Kabupaten Lampung Tengah, Propinsi Lampung, untuk memproduksi benih sebagai bahan percobaan ini, dan 2) di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, untuk penyimpanan dan pengujian vigor daya simpan benih. Penelitian dilaksanakan pada April 2015 – April 2016.

### 1. Rancangan Percobaan

Percobaan ini menggunakan tiga faktor perlakuan yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah sistem tanam (S) yaitu monokultur ( $s_1$ ) dan tumpangsari dengan singkong ( $s_2$ ). Faktor kedua adalah genotipe (G) yang terdiri dari Numbu ( $g_1$ ), Super-2 ( $g_2$ ), Samurai-1 ( $g_3$ ), dan Kawali ( $g_4$ ). Faktor ketiga adalah tingkat kemasakan (T) yang terdiri dari 29 hari setelah berbunga (HSB) ( $t_1$ ), 41 HSB ( $t_2$ ), dan 53 HSB ( $t_3$ ). Kombinasi tiga faktor itu diterapkan secara acak dalam rancangan petak terbagi-terbagi (*split-split plot*) dengan sistem tanam sebagai petak utama, genotipe sebagai anak petak, dan tingkat kemasakan sebagai cucu petak. Percobaan itu dilakukan dengan tiga ulangan sebagai blok.

Empat genotipe sorgum, yaitu varietas Numbu, Super-2, Samurai-1, dan Kawali masing-masing ditanam di Pekon Marhaen, Kecamatan Anak Tuha, Kabupaten Lampung Tengah antara April – Juli 2015. Jarak tanam sorgum adalah 80 cm x 20 cm, dengan dua tanaman per lubang. Pada sistem tanam tumpangsari, tanaman sorgum ditanam di antara barisan tanaman singkong. Jarak tanam singkong adalah 80 cm x 60 cm. Tanaman singkong dan sorgum ditanam pada hari yang sama. Tanaman sorgum dipupuk dengan Urea 200kg/ha, SP36 100kg/ha, dan KCl 100 kg/ha, dan untuk singkong adalah Urea 200kg/ha, SP36 100kg/ha, dan KCl 200kg/ha. Pupuk diberikan dengan cara tugal di antara dua lubang tanaman sorgum, dan pada singkong diberikan pada 10-15 cm dari batang singkong. Setelah pupuk dimasukkan dalam lubang tugal, lalu lubang tugal ditutup dengan tanah. Seluruh dosis pupuk SP36 dan KCl, dan separuh dosis Urea diberikan pada pemupukan pertama, yaitu pada umur 25 hari setelah tanam (HST), dan setengah bagian pupuk urea diberikan pada saat tanaman sorgum berumur 50 HST.

Panen benih sorgum dilakukan pada tingkat kemasakan berbeda, yaitu 29, 41, dan 53 hari setelah pembungaan (HSP). Tanaman berbunga mencapai 50% dari populasi tanaman dinyatakan sebagai saat pembungaan. Saat berbunga 50% untuk Numbu adalah 62 HST, Super-2, Samurai-1, dan Kawali adalah 74 HST. Dengan demikian, panen benih untuk perlakuan tingkat kemasakan 29, 41, dan 53 HSB dari Numbu adalah 91, 103, dan 115 HST, dan untuk Super-2, Samurai-1 dan Kawali adalah 103, 115, dan 127 HST. Malai sorgum yang sudah dipanen, lalu dijemur sampai kadar air  $\pm 10\%$ , benih dirontokkan dari malai, dibersihkan dari serasah, dikemas dalam plastik klip, dan disimpan dalam ruangan dengan suhu kamar ( $\pm 26^\circ\text{C}$ ). Viabilitas benih diamati sebelum disimpan (0 bulan) dan selama penyimpanan, yaitu setelah lama simpan 4, 6, 8, dan 10 bulan. Variabel viabilitas benih yang diamati adalah persentase kecambah normal (PKN), indeks vigor (IV), persentase benih mati (PBM), dan bocoran benih (BB).

### 2. Pengamatan Kecambah normal, indeks vigor, benih mati, dan bocoran benih

Kecambah normal dari benih sorgum adalah kecambah yang memiliki tajuk dan akar yang normal, dan benih tidak diserang oleh cendawan (ISTA, 2009). Lima puluh butir benih disusun di antara kertas merang lembab lalu digulung menurut uji kertas digulung (ISTA yang dimodifikasi oleh Sadjad, 1972), lalu dikecambahkan dalam germinator Tipe IPB 77-1 dalam suhu kamar ( $\pm 26^\circ\text{C}$ ). Kecambah normal dihitung setiap hari dimulai pada dua hari setelah pengecambahan (HSP) sampai 5 HSP. Benih yang tidak berkecambah pada 5 HSP dinyatakan sebagai benih mati. Persentase kecambah normal (PKN) dan persentase benih mati dihitung berdasarkan 50 butir benih yang dikecambahkan. Indeks vigor (IV) dihitung dengan rumus Maguire (1962) sebagai  $IV = \sum (PKN)_i / T_i$ ;  $(PKN)_i$  adalah persentase kecambah normal pada pengamatan hari ke- $i$  dan  $T_i$  adalah jumlah hari sejak pengecambahan  $\{i=2, 3, 4, 5\}$ . Bocoran benih diukur dengan cara, merendam 25 butir benih sorgum dalam 50 ml akuades selama 24 jam menurut Neeru, Kopaar, dan Saxena (2006). Nilai daya hantar listrik (DHL) air perendam benih tersebut diukur dengan DHL-meter Tipe *Cyber Scan Con 11*.

## Hasil dan Pembahasan

Nilai vigor daya simpan (VDS) berdasarkan variabel persentase kecambah normal selama penyimpanan disajikan pada Tabel 1. Analisis ragam data rata-rata vigor daya simpan (Tabel 2) menunjukkan bahwa pengaruh sistem tanam tidak nyata, sedangkan pengaruh varietas (G) dan pengaruh tingkat kemasakan (T) pada vigor daya simpan tersebut adalah sangat nyata ( $P < 0,01$ ). Pengaruh interaksi antara sistem tanam, varietas, dan tingkat kemasakan pada vigor daya simpan sangat nyata ( $P < 0,01$ ). Oleh sebab itu, interpretasi data selanjutnya ditekankan pada pengaruh interaksi sistem tanam, varietas, dan tingkat kemasakan (Gambar 1).

Tabel 1. Pengaruh sistem tanam, varietas, dan tingkat kemasakan (TK) pada vigor daya simpan (VDS) dari variabel persen kecambah normal selama penyimpanan benih sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.)

Sistem Tanam	Varietas	TK (HSB)	Lama Simpan (bulan)					Rataan
			0	4	6	8	10	
			-----.%-----					
Monokultur	Numbu	29	97,33	90,67	33,33	0,00	0,00	44,27
		41	96,00	88,00	60,00	22,67	0,00	53,33
		53	92,00	95,33	65,33	26,67	0,00	55,87
	Super-2	29	97,33	97,33	22,67	4,00	0,00	44,27
		41	98,67	95,33	68,00	22,67	0,00	56,93
		53	98,67	93,33	80,00	49,33	0,00	64,27
	Samurai-1	29	88,00	64,00	46,67	8,00	0,00	41,33
		41	92,67	76,00	38,67	14,67	0,00	44,40
		53	87,33	76,00	50,67	13,33	0,00	45,47
	Kawali	29	94,67	85,33	26,67	0,00	0,00	41,33
		41	94,67	88,67	76,00	38,67	0,00	59,60
		53	94,67	86,67	54,67	6,67	0,00	48,53
Tumpangsari	Numbu	29	96,67	72,67	34,00	5,33	0,00	41,73
		41	92,00	89,33	78,67	32,67	0,00	58,53
		53	93,33	90,67	71,33	29,33	0,00	56,93
	Super-2	29	98,00	58,00	48,00	0,00	0,00	40,80
		41	98,00	90,00	80,00	21,33	0,00	57,87
		53	96,67	92,67	93,33	28,67	0,00	62,27
	Samurai-1	29	83,33	68,67	34,00	1,33	0,00	37,47
		41	87,33	80,00	57,33	12,00	0,00	48,40
		53	84,00	73,33	29,33	12,00	0,00	39,73
	Kawali	29	92,67	84,67	61,33	12,00	0,00	50,13
		41	92,67	86,67	68,00	2,67	0,00	56,00
		53	92,67	81,33	76,00	10,00	0,00	50,00

Gambar 1 menunjukkan pengaruh tingkat kemasakan pada VDS dari empat varietas sorgum, baik pada sistem tanam monokultur maupun tumpangsari. Pada sistem tanam monokultur, panen benih pada tingkat kemasakan 41 dan 53 hari setelah berbunga (HSB) menghasilkan vigor daya simpan benih yang lebih tinggi daripada panen pada 29 HSB, untuk varietas Numbu, Super-2, dan Samurai-1. Untuk varietas Kawali, benih yang dipanen pada tingkat kemasakan 41 HSB memiliki VDS tinggi daripada yang dipanen pada 29 dan 53 HSB. Pada sistem tanam tumpangsari, panen benih pada tingkat kemasakan 41 atau 53 HSB menghasilkan VDS yang sama baiknya untuk Numbu dan Super-2, tetapi untuk Samurai-1 dan Kawali panen pada tingkat kemasakan 41 HSB menghasilkan VDS lebih tinggi daripada panen 29 dan 53 HSB.

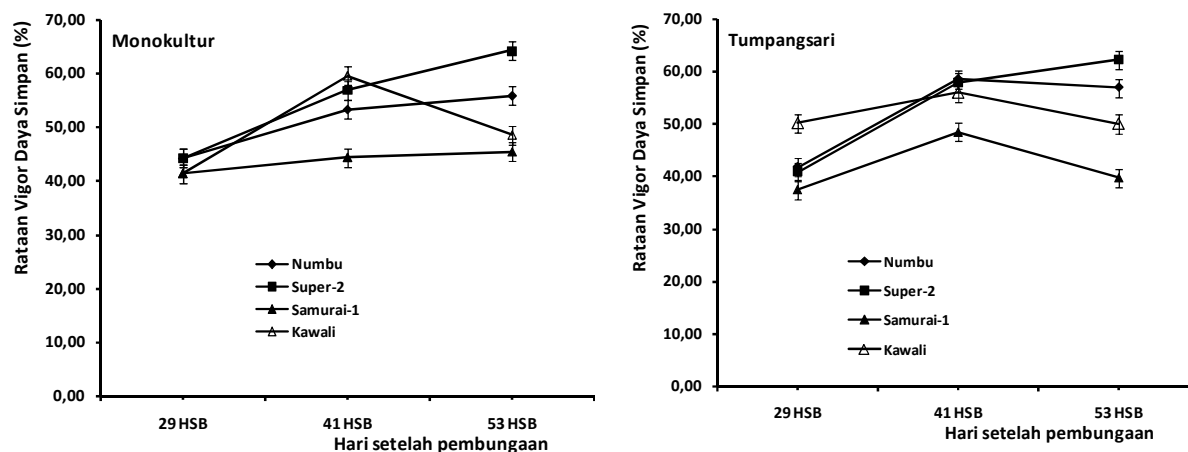
Perbedaan VDS benih di antara empat varietas sorgum juga dapat dilihat pada Gambar 1. Panen benih semua tingkat kemasakan; 29, 41, dan 53 HSB; VDS Samurai-1 lebih rendah daripada Numbu, Super-2, dan Kawali, baik pada pertanaman monokultur maupun tumpangsari. Secara umum, VDS benih sorgum yang dipanen pada tingkat kemasakan 53 HSB (yaitu pada 115 hari setelah tanam (HST) untuk Numbu, dan 127 HST untuk Super-2, Samurai-1, dan Kawali) dapat dikatakan secara berurutan dari tinggi ke rendah adalah Super-2, Numbu, Kawali, dan Samurai-1,

Vigor daya simpan yang ditunjukkan oleh persentase kecambah normal, indeks vigor benih, persentase benih mati, dan bocoran benih selama penyimpanan disajikan pada Gambar 2. Sebagian besar benih sorgum dari empat genotipe yang diteliti, yaitu Numbu, Super-2, Samurai-1, dan Kawali, baik yang dipanen 29 HSB, 41 HSB, dan 53 HSB sudah mencapai persentase benih mati 100% pada lama simpan 10 bulan.

Tabel 2. Analisis ragam pengaruh sistem tanam, varietas, dan tingkat kemasakan pada rata-rata vigor daya simpan (VDS) benih sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) berdasarkan variabel

Sumber Keragaman	DK	JK	KT	F-hitung	Peluang
Blok (B)	2	826	413,2		
Sistem tanam (S)	1	450	450	0,62tn	0.5124
Galat (BxS)	2	1443	721,5		
Varietas (G)	3	56936	18978,8	45,89**	0.0000
SxG	3	6310	2103,2	5,09*	0.0168
Galat BxSxG	12	4963	413,6		
Tingkat kemasakan (T)	2	69727	34863,5	57,37**	0.0000
SxT	2	3254	1627,2	2,68tn	0.0841
GxT	6	12045	2007,4	3,30*	0.0121
SxGxT	6	18505	3084,1	5,08**	0.0009
Galat BxSxGxT	32	19445	607,7		
Total	71	193904			

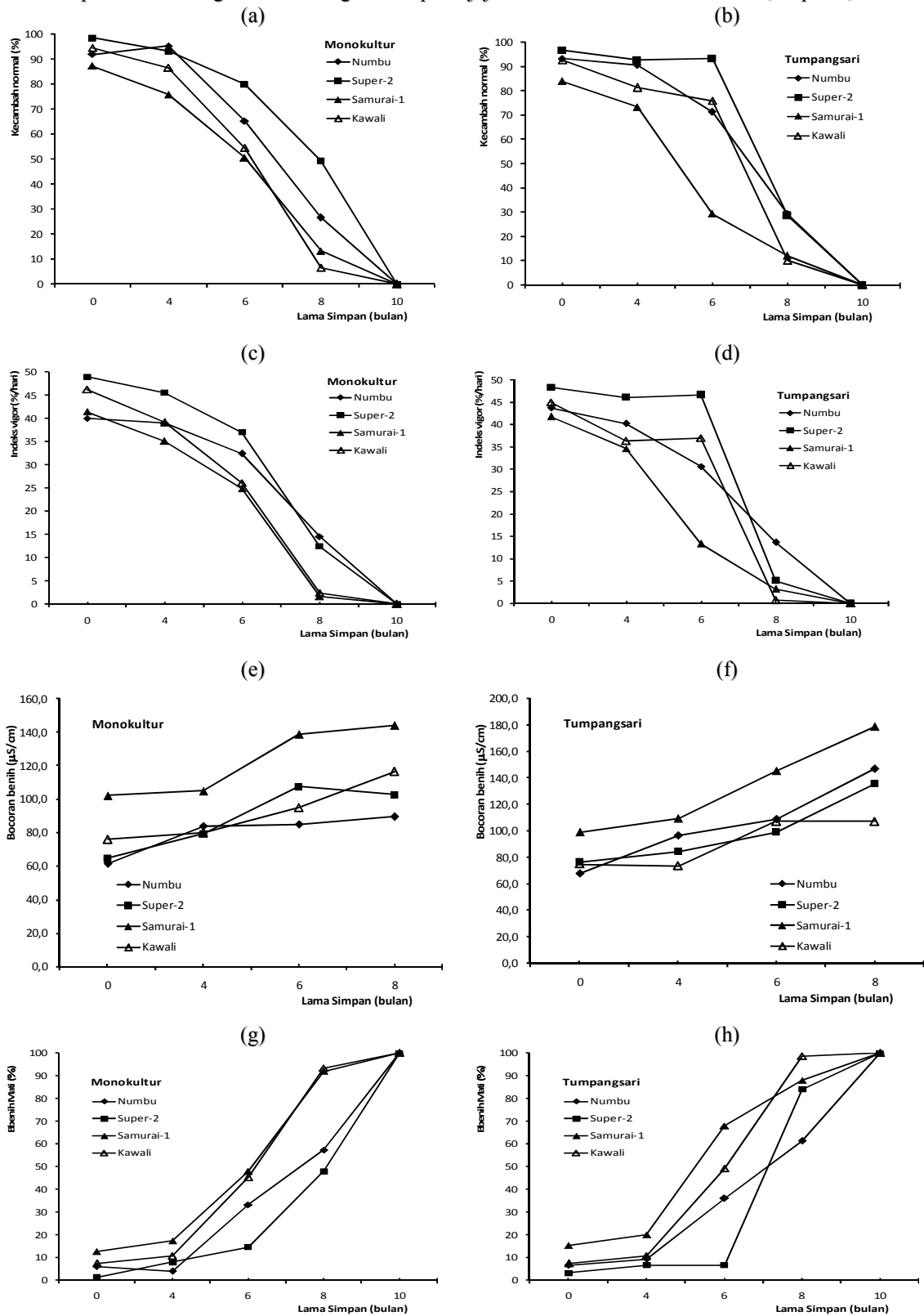
Keterangan: DK=derajat kebebasan; JK=jumlah kuadrat; KT=kuadrat tengah; \* dan \*\* masing-masing nyata pada peluang <0,05 dan <0,01.



Gambar 1. Hubungan antara rata-rata vigor daya simpan (VDS) selama penyimpanan sampai 10 bulan dan tingkat kemasakan benih berdasarkan variabel persentase kecambah normal dari empat genotipe sorgum, dan dari sistem pertanaman monokultur (kiri) dan pertanaman tumpang sari (kanan). Tanda bar adalah nilai BNJ5%.

Gambar 2 juga menunjukkan vigor daya simpan empat varietas sorgum yang ditunjukkan oleh tiga variabel lainnya, yaitu indeks vigor, bocoran benih, dan benih mati. Tiga variabel itu juga menunjukkan perbedaan vigor daya simpan dari empat genotipe sorgum tersebut. Indeks vigor benih menunjukkan bahwa vigor daya simpan

benih varietas Super-2 > Numbu > Kawali > Samurai-1, baik benih dari pertanaman monokultur maupun tumpangsari. Variabel bocoran benih (Gambar 2; (e) dan (f)) makin meningkat sejalan dengan lama simpan. Sejak awal simpan, nilai bocoran benih dari Samurai-1 memang sudah lebih tinggi daripada Numbu, Super-2, dan Kawali, baik yang dari sistem tanam monokultur maupun tumpangsari. Sepanjang lama simpan, nilai bocoran dari empat varietas sorgum itu meningkat hampir sejajar. Nilai bocoran benih Numbu, Super-2, dan



Gambar 2. Vigor daya simpan (VDS) benih yang ditunjukkan oleh hubungan lama simpan dengan persentase kecambah normal (a) dan (b); indeks vigor (c) dan (d); bocoran benih (e) dan (f);

dan benih mati (g) dan (h) dari empat varietas sorgum yang dipanen dari tingkat kemasakan 53 HSP dari sistem pertanaman monokultur (kiri) dan pertanaman tumpang sari (kanan).

Kawali hampir sama, sedangkan Samurai-1 sudah berbeda yaitu lebih tinggi dari ketiga varietas lainnya itu. Berdasarkan variabel persentase benih mati (Gambar 2; (g) dan (h)), sampai dengan lama simpan 4 bulan persentase benih mati dari 3mpat varietas itu masih kurang dari 20%. Pada lama simpan 4-6 bulan, persen benih mati Super-2 dan Numbu meningkat lebih kecil daripada Samurai-1 dan Kawali. Pada lama simpan 6-8 bulan, persen benih mati empat vbarietas itu terus meningkat, tetapi persen benih mari dari Super-2 dan Numbu lebih rendah dibanding Kawali dan Samurai-1. Pada lama simpan 10 bulan nilai persentase benih mati dari empat varietas itu sudah mencapai 100%, dan ini berarti tidak ada lagi benih sorgum yang masih hidup.

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat dimunculkan dari penelitian ini adalah pengaruh interaksi sistem, tingkat kemasakan benih, dan varietas sangat nyata ( $P < 0,01$ ) pada vigor daya simpan benih sorgum. Untuk varietas Super-2, vigor daya simpan benih paling tinggi bila dipanen pada tingkat kemasakan 53HSB (127 HST), baik pada sistem tanam monokultur dan tumpang sari. Untuk varietas Kawali, vigor daya simpan benih paling tinggi bila dipanen pada tingkat kemasakan 41 HSB (115 HST), baik pada sistem tanam monokultur dan tumpang sari. Untuk varietas Numbu dan Samurai-1, vigor daya simpan benih paling tinggi bila dipanen pada tingkat kemasakan 41 HSB (115 HST) dari sistem tanam tumpang sari, sedangkan pada sistem tanam monokultur VDS paling tinggi bisa diperoleh dari 41 HSB (115 HST) maupun 53HSB (127 HST). Secara umum, vigor daya simpan benih dari empat varietas sorgum tersebut secara berurutan dari tinggi ke rendah adalah Super-2, Numbu, Kawali, dan Samurai-1.

### Ucapan Terimakasih

Saya mengucapkan terimakasih kepada Dr. Trikoesoemaningtyas dari IPB Bogor dan Dr. Suranto Human dan untuk Dr. Sohono dari BATAN untuk benih sorgum yang menjadi bahan penelitian ini. Juga, saya berterima kasih pada Universitas Lampung yang memberikan dana penelitian melalui DIPA BLU tahun anggaran 2015.

### Daftar Pustaka

- Adam, C.A., M.C. Fjerstad, and R.W. Rinne. 1983. Characteristic of soybean seed maturation; necessity for slow dehydration. *Crop Sci.* 23(2):265-267.
- Burris, J. S. 1973. Effect of seed maturation and plant polulation on soybean seed quality. *Agron. J.* 65: 440-441.
- Ambia, K., M. Mofazzal Hossain, Md. Maksudul Haque, M. R. Bhuyin, S. C. Halder, K. C.Saha. 2016. Evaluation Seed Yield and Quality of Different Genotypes of Spinach (*Beta vulgaris*). *Scientia Agriculturae* 16(2):61-66.
- Arnold, R. L. B., M. Fenner, and P. J. Edwards. 1991. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. induced by water stress during grain filling. *New Phytol.* 118: 339-347
- Croocston, R. K., and D. S. Hill. 1978. A visual indicator of the physiological maturity of soybean seed. *Crop. Sci.* 18(5):867-870.
- Darmawan, A. C.,Respatijarti, dan L. Soetopo 2014. Pengaruh Tingkat Kemasakan Benih terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai Rawit (*Capsicum frutescent* L.) varietas Comexio. *Jurnal Produksi Tanaman* 2(4): 339-346.
- Delouche, J.C. 1983. Seed maturation. In J. C. Delouche and A. H. Boyd (eds.). p. 1-12. Reference on seed operation for workshop on secondary food crop seed. Jakarta, Indonesia.
- Goodwin, T. W. and E. I. Mercer. 1985. Introduction to Plant Biochemistry. 2<sup>nd</sup> Edition. Pergamon Press. Oxford.
- ISTA. 2009. ISTA Handbook on Seddling Evaluation. Third Edition with Amandments.
- Kamal, M., K. Setiawan, M. S. Hadi, dan A. Karyanto. 2004. Analysis of flag leaf and yield component of upland rice planted under shading caused by rubber crop canopy. *J. Agrista* 4(2):127-133.
- Kamal, M. 2005. Vegetative growth, stomatal conductance and nitrate content of upland rice grown under different shading condition. *J. Agrista* 9(1):57-65.
- Kamal, M. 2008. Chlorophyll content and nitrate reductase activity of upland rice under shade and dark period treatments. *J. Ilmiah Pertanian Gakuryoku* XIV(2)51-54.

- Kamal, M. 2009. Tuber growth and starch content in cassava as affected by potassium (K) application at different planting date. *Pros. Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung.
- Kamal, M. 2011. *Kajian Sinergi Pemanfaatan Cahaya dan Nitrogen dalam Produksi Tanaman Pangan*. Pidato Ilmiah dalam Pengukuhan Guru Besar Universitas Lampung. Bandar Lampung. 68 hlm.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2:176-177.
- Mbofung, G. C. Y., A. S. Goggi, L. F. S. Leandro, and R. E. Mullen. 2013. Effects of Storage Temperature and Relative Humidity on Viability and Vigor of Treated Soybean Seeds. *Crop Science*, 53:1086-1095.
- Neeru, J., R. Kopaar, S. Saxena. 2006. Effect of Accelerated Ageing on Seed of Radish (*Raphanus sativus* L.). *Asian J. of Plant Sci.* 5(3):461-464.
- Olasoji J. O., A. O. Aluko, O. N. Adeniyani, S. O. Olanipekun, A. A. Olosunde, and Okoh J. O. 2012. Effect of time of harvest on physiological maturity and kenaf (*Hibiscus cannabinus*) seed quality. *African Journal of Plant Science* 6(10):282-289
- Pramono, E. 1991. Penggunaan nilai delta dan nilai rasio viabilitas untuk menduga daya konservasi pratanam benih kedelai (*Glycine max* [L.] Merr.). Tesis Master. IPB. Bogor. 103 hlm. (Tidak dipublikasikan).
- Pramono, E. 2000. Pendugaan daya simpan benih kedelai dengan metode pengusangan cepat kimiawi. *Prosiding Seminar Nasional III Pengembangan Wilayah Lahan Kering*. Hal. 180-187. Universitas Lampung. Bandar Lampung,
- Pramono, E. 2001. Kesetaraan antara deteriorasi dan devigorasi dari metode pengusangan cepat fisik pada benih kedelai (*Glycine max* L. Merrill.). *J. Agrin* 5:18-25.
- Pramono, E. 2009a. Pengukuran Vigor Daya Simpan Benih Lima Varietas Unggul Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Metode Pengusangan Cepat Kimiawi Uap Etanol (MPCKU). *Laporan Penelitian*. Fak. Pertanian Univ. Lampung. Bandar Lampung. 23 hlm. Tidak dipublikasikan.
- Pramono, E. 2009b. Daya Simpan Dugaan 90% (DSD-90) dari Intensitas Pengusangan Cepat Kimiawi dengan Uap Etanol (IPCKU) pada Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*. Hlm B12-18. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Robert, E. H., and R. H. Ellis. 1982. Physiological, ultrastructural and metabolic aspects of seed viability. In A. A. Khan (ed.). *The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy, dan Germination*. pp. 465-485. Elsevier Biomedical Press. Amsterdam.
- Rufty Jr, T. W., R. J. Volk, and A. D. M. Glass. 1992. Relationship between carbohydrate availability and assimilation of nitrate. Pp. 103-119. In K. Mengel and G. J. Pilbean (Eds.). *Nitrogen Metabolism of Plants*. Clarendon Press. Oxford.
- Sadjad, S. 1972. Kertas Merang untuk Uji Viabilitas Benih di Indonesia. Disertasi Doktor. Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor. 281 hlm. (Tidak dipublikasikan).
- Sadjad, S. 1989. Konsepsi Steinbauer-Sadjad sebagai landasan matematika benih di Indonesia. Orasi Ilmiah. Institut Pertanian Bogor. 42 Hlm.
- Sunyoto, dan M. Kamal. 2009. Penampilan agronomi berbagai genotipe sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) di Bandar Lampung sela dua musim tanam. *Pros. Sem. Nas. Teknol. Tepat Guna Agroindustri dan Diseminasi Hasil Penelitian Dosen Polinela*. Bandar Lampung. April 2009.
- TeKrony, D. M., D. B. Egli, J. Balles, T. Pfeiffer, and R. J. Fellows. 1978. Physiological maturity in soybean. *Agron. J.* 71:771-775.
- Walters. C., D. Ballesteros, and V. A. Vertucci. 2010. Structural mechanics of seed deterioration: Standing the test of time. *Plant Science*, 179:565-573.