

MODEL RESPON KEMUNDURAN SELAMA PERIODE III HIDUP BENIH SORGUM (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) VARIETAS NUMBU DALAM RUANG SIMPAN BER-AC

RESPONSE MODELS OF DETERIORATION DURING THE THIRD PERIODE OF LIVE OF SORGHUM (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) SEEDS VARIETY OF NUMBU IN THE AIR-CONDITIONED STORAGE ROOM

Monik Nurhidayati, Eko Pramono*, Agustiansyah, and Muhammad Kamal

¹Faculty of Agriculture, University Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: pramono.e61@gmail.com

ARTICLE HISTORY:

Received: 3 February 2025
Peer Review: 20 August 2025
Accepted: 30 October 2025

KATA KUNCI:

Benih sorgum, deteriorasi,
model respons,
perkecambahan

KEYWORDS:

Deterioration, germination,
response models, sorghum
seeds

ABSTRAK

Model respons deteriorasi selama periode ketiga masa hidup benih sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) masih sedikit diteliti, khususnya pada ruang penyimpanan ber-AC dengan suhu relatif rendah. Penelitian yang bertujuan untuk menentukan model respon terbaik terhadap deteriorasi mutu benih sorgum varietas Numbu di ruang simpan ber-AC dengan suhu $18 \pm 1,44^{\circ}\text{C}$ telah dilakukan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Desember 2020 sampai dengan April 2021. Benih sorgum varietas Numbu yang telah disimpan selama 18, 32, 50, dan 66 bulan dalam ruang ber-AC diamati viabilitasnya menggunakan uji perkecambahan dengan metode kertas gulung (roll paper test) untuk mengukur kapasitas kecambah, laju berkecambah benih, dan vigor kecambah. Benih sorgum varietas Numbu itu juga diamati dengan uji tetrazolium. Empat model respons deteriorasi benih selama periode ketiga masa hidup benih sorgum Numbu yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara viabilitas benih dan lama penyimpanan menunjukkan bahwa model respons deteriorasi bentuk sigmoid lebih baik dibanding model linear, logaritmik, dan peluruhan eksponensial yang ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi (R^2) garis regresi paling tinggi.

ABSTRACT

Response models of deterioration during the third period of seed life in sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) seeds have not been widely studied, especially in a relatively low temperature storage room. A study aimed at determining the best response model for decline during the third period of the Numbu variety sorghum seed life in an air-conditioned storage room with a temperature of $18 \pm 1.44^{\circ}\text{C}$ was conducted at the Seed and Plant Breeding Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung from December 2020 to April 2021. The viability of sorghum seeds of the Numbu variety that had been stored for 18, 32, 50, and 66 months in an air-conditioned room was observed using a germination test with the roll paper test method to measure germination capacity, seed germination speed, and seed vigor. The viability of sorghum seeds of the Numbu variety was also observed using the tetrazolium test. Four seed deterioration response models during the third period of Numbu sorghum seed life span used to describe the relationship between seed viability and storage duration showed that the sigmoid deterioration response model was better than the linear, logarithmic, and exponential decay models as indicated by the highest coefficient of determination value (R^2) of the regression line.

1. PENDAHULUAN

Sorgum (*Sorgum bicolor* [L] Moench) adalah sereal penting kelima dunia dalam. Menurut Our World in Data (2025), sebanyak 57,30 juta ton sorgum dunia dihasilkan oleh beberapa negara. Lima Negara penghasil teratas penghasil jutaan ton sorgum adalah Amerika Serikat 8,07 juta ton, Nigeria 6,40 juta ton, Ethiopia 4,01 juta ton, Mexico 4,82 juta ton, dan India 3,81 juta ton (Our World in Data, 2025). Produksi sorgum Indonesia tahun 2022 di Propinsi Nusa Tenggara Timur mencapai 11.470 tons dari luas panen 3.447 hektare, atau dengan produktivitas 3,33 ton/ha (Lombok Post, 2025). Produktivitas itu masih tidak jauh dengan potensi hasil biji sorgum di Indonesia 3,0-4,7 ton/ha (Subagio dan Suryawati, 2013), brangkasan segar 34,5-63,4 ton/ha (Efendi et al., 2013), dan ethanol 3.900-5.700 L/ha (Pabendon, 2013).

Biji sorgum dapat dijadikan tepung, batangnya dapat menghasilkan nira sebagai industri gula dan sumber bioethanol, dan daunnya untuk pakan ternak ruminansia (Arif, 2020). Sorgum Varietas Numbu dikembangkan di Indonesia karena produktivitasnya per malai tinggi 49,0 g (Pramono, 2020) atau 6,13 ton/ha. Butiran benih sorgum Numbu memiliki daya tahan moderat terhadap hama gudang *Sitophilus* sp. (Pramono et al., 2018a). Daya tahan sedang terhadap hama *Sitophilus* itu disebabkan oleh volume butir benih yang tinggi (Pramono et al., 2018b). Sorgum Numbu juga dapat berproduksi dengan baik pada pertanaman monokultur, bertumpangsari dengan singkong, maupun ratun monokultur (Pramono et al., 2018d). Tumpang sari dengan buncis tegak masih dapat menghasilkan biji 1.261,1 kg/ha atau 8.286,11 kg/ha hijauan (Pramono et al., 2024). Secara umum, sorgum menggunakan air lebih hemat (4.0 juta liter per hektar per masa tanam) daripada jagung (8.0 juta liter per hektar per masa tanam) dan tebu (36.0 juta liter per hektar per 9-12 bulan) (Reddy et al., 2006).

Penyediaan benih sorgum bermutu sebagai bahan tanam selalu berkaitan dengan penyimpanan benih. Penyimpanan benih selalu berhadapan dengan deteriorasi benih. Makin lama benih disimpan deteriorasinya makin meningkat dan viabilitasnya makin menurun (Sadjad, 1980). Penurunan viabilitas mencakup juga penurunan vigor benih maupun kecambah (Bortey et al., 2016). Benih sorgum bermutu harus memiliki kapasitas perkecambahan (DB) sekurangnya 75% (Kementerian Pertanian RI, 2018; Direktorat Perbenihan RI, 2009). Dalam Konsepsi Steinbauer-Sadjad (Sadjad, 1989), nilai DB 75% dapat dinamakan momen periode viabilitas anomali (MPV Anomali), yaitu yang merupakan batas kapasitas perkecambahan minimum untuk benih benih sorgum. Momen periode viabilitas anomali itu terjadi pada Periode-III dari hidup benih, yaitu terjadi antara saat kritis periode II (KP-2) dan MPV mati adalah peralihan dari benih sorgum bermutu menjadi benih sorgum tidak bermutu atau bukan benih sorgum lagi. Jika MPV Anomali pada benih sorgum Numbu dapat diketahui kapan akan terjadinya selama penyimpanan dalam ruang ber-AC yang bersuhu $18 \pm 1,44^{\circ}\text{C}$, maka upaya penyimpanan benih paling lama adalah sampai sebelum MPV Anomali itu terjadi.

Berdasarkan konsepsi Steinbauer-Sadjad (Sadjad, 1989), viabilitas potesial (VP) dan vigor (Vg) benih selama pada periode-1 dari hidup benih meningkat terus sejak antesis hingga masak fisiologis dengan pola sigmoidal. Selama periode-2 dari hidup benih, benih dipanen dan mengalami proses pengolahan dan penyimpanan. Mutu benih selama periode-2 itu harus dipertahankan tetap tinggi, garis Vp dan Vg sejajar tidak mengalami penurunan (Walters et al., 2010; Sadjad, 1989). Selama periode-3 hidup benih, benih mengalami deteriorasi dengan laju makin cepat. Periode ini termasuk periode kritis, Vp dan Vg terus menurun sejak MPV kritis periode-2 sampai benih mati (Sadjad, 1989; Widajati et al., 2013). Jika dalam periode-3 ini benih tidak ditanam hingga melampaui MPV anomali, maka benih kehilangan fungsinya sebagai benih menjadi non-benih.

Model respon deteriorasi selama periode-3 dalam masa hidup benih menunjukkan hubungan fungsi $\hat{Y} = f(X)$ antara viabilitas benih (pada sumbu Y) dan lama simpan (pada sumbu X). Model

respon deteriorasi periode-3 hidup benih sorgum dalam ruang simpan ber-AC, dengan suhu $18 \pm 1,44^{\circ}\text{C}$, belum banyak diungkapkan oleh para peneliti benih.

Para ahli benih menyatakan model respon $\hat{Y} = f(X)$ pada deteriorasi benih itu adalah sigmoid (Robert dan Ellis, 1982; Sadjad, 1989; 1993; 1994; Pramono, 2020). Model respon deteriorasi benih kedelai yang disimpan selama 0-12 bulan dalam ruang bersuhu $\pm 26^{\circ}\text{C}$ atau $\pm 18^{\circ}\text{C}$ adalah linier dengan nilai $R^2 = 0,99$ (Pramono et al., 2020). Benih sorgum varietas Numbu yang disimpan dengan kandungan air awal $\pm 10\%$ selama 12 bulan dalam ruang ber-AC suhu $\pm 18^{\circ}\text{C}$ belum mengalami penurunan kapasitas perkecambahan yang nyata, dari 96% menjadi 92%. Akan tetapi, yang disimpan dalam ruang simpan tanpa AC suhu $\pm 26^{\circ}\text{C}$ telah mengalami penurunan kapasitas perkecambahan yang sangat signifikan dengan model sigmoid dari 96% menjadi 0% selama 10 bulan (Pramono, 2020).

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan model respon deteriorasi selama periode-3 hidup benih sorgum varietas Numbu dalam ruang simpan ber-AC yang paling tepat. Dengan model yang paling tepat, penentuan atau perhitungan MPV anomali pada kapasitas perkecambahan 75% dapat lebih akurat, sehingga para pengelola benih dapat mencegah kerugian akibat kelebihan periode simpan melampaui batas anomali.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pengukuran viabilitas benih sorgum dilaksanakan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung mulai Desember 2020 hingga April 2021.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Beberapa peralatan yang digunakan mencakup Oven Type Memmert, ruangan penyimpanan benih yang dilengkapi dengan AC untuk suhu $18 \pm 1,44^{\circ}\text{C}$, germinator tipe IPB 72-1, *seed blower*, *seed counter*, *strapless*, silet, meja analisis, timbangan elektrik, alat pengempa kertas, nampan, plastik lembaran, label, penggaris berskala, kertas merang, kantung plastik polyetilen (klip), karet gelang, air, larutan tetrazolium, aquades, kamera, dan alat tulis.

Populasi dan sampel yang digunakan adalah benih sorgum Varietas Numbu yang terdiri dari 4 lot. Lot-1 adalah benih sorgum Numbu yang dipanen pada 28 April 2019 yang mulai disimpan dengan kandungan air awal 10,4% pada 25 Mei 2019 dan saat pengujian viabilitasnya telah mengalami masa simpan selama 18 bulan. Lot-2 adalah benih sorgum Numbu yang dipanen 07 Juli-16 Juli 2018 dan mulai disimpan Agustus 2018 dengan kandungan air awal 8-9%, dan saat pengujian viabilitasnya telah disimpan selama 32 bulan. Lot-3 adalah benih sorgum Numbu yang dipanen Januari 2017 dilakukan penyimpanan mulia Februari 2017 dengan kandungan air 9,32%, dan saat pengujian viabilitasnya telah disimpan selama 50 bulan. Lot-4 adalah benih sorgum Numbu yang dipanen pada 21 Juli 2015 dan mulai disimpan pada September 2015 dengan kandungan air 9,37%, dan saat pengujian viabilitasnya telah disimpan selama 66 bulan.

2.3 Metode Penelitian

Analisis data menggunakan analisis regresi dengan bantuan perangkat lunak SigmaPlot-12 untuk menyatakan persamaan fungsi $\hat{Y} = f(X)$, dengan Y adalah viabilitas dan X adalah lamanya penyimpanan. Analisis regresi dilakukan untuk mendapatkan nilai dugaan ($\hat{Y}_i$) berdasarkan nilai viabilitas Y yang diamati pada lama simpan (X). Analisis regresi dilakukan untuk model respon deteriorasi a) sigmoid $\hat{Y} = a / (1 + e^{-(X - X_0)/-b})$, b) linier $\hat{Y} = Y_0 + aX$, c) logaritmik $\hat{Y} = Y_0 + a \ln X$, dan d) exponential decay $\hat{Y} = ae^{-bX}$.

2.4 Pengukuran Viabilitas dengan Uji Perkecambahan

Pengukuran viabilitas benih menggunakan gejala pertumbuhan embrio yaitu perkecambahan dan menggunakan gejala metabolisme benih dalam uji tetrazolium. Uji perkecambahan untuk mengukur: 1) persentase kapasitas perkecambahan yang dihitung dari persentase kecambah normal; 2) laju berkecambah benih; 3) persentase kecambah kuat normal; 4) panjang tajuk kecambah normal; 5) panjang akar primer kecambah normal; dan 6) bobot kering kecambah normal. Kapasitas perkecambahan dan laju berkecambah benih diukur melalui uji laju berkecambah (ULB) dan peubah nomor 3 sampai nomor 6 diukur melalui uji keserempakan berkecambah (UKsB) (Pramono *et al.*, 2018c). Uji perkecambahan benih itu menggunakan media kertas merang lembab yang digulung dilapisi plastik (UKDdp) (Sadjad, 1972). Pada ULB dan UKsB, setiap unit pengujian adalah satu gulungan UKDdp dengan 50 butir benih. Susunan satu gulungan UKDdp dari bawah ke atas adalah satu lembaran plastik, 3 lembar kertas merang lembab, 50 butir benih yang disusun di atasnya dalam 5 barisan dengan 10 butir benih per baris, 2 lembar kertas merang lembab, kemudian susunan itu digulung, dan diletakkan posisi tegak dalam germinator Tipe IPB72-1. Pengamatan dan penghitungan kecambah normal pada ULB dilakukan setiap hari sejak 2 hari setelah pengecambahan (HSP) sampai dengan lima HSP. Pengamatan dan penghitungan kecambah normal pada UKsB dilakukan pada 4 HSP.

2.5 Pengukuran Viabilitas dengan Uji Tetrazolium

Pengukuran viabilitas dengan uji tetrazolium dilakukan untuk mengetahui viabilitas benih melalui gejala metabolisme dari sel-sel hidup dalam embrio benih. Benih sorgum Numbu 25 butir dilembabkan dengan kertas merang selama 12 jam. Benih dibelah secara longitudinal diambil satu bagian untuk uji tetrazolium. Selanjutnya, dilakukan pewarnaan dengan merendam benih dalam larutan tetrazolium 1% pada petridish yang ditutup dengan kertas karbon dan diletakkan dalam inkubator dengan suhu 35°C (Carvalho *et al.*, 2017) selama 3 jam. Pengamatan dilakukan berdasarkan pola pewarnaannya. Warna merah yang timbul pada benih adalah senyawa formazan sebagai akibat hilangnya Cl dari tetrazolium karena bereaksi dengan ion H⁺ dari aktivitas enzim dehidrogenase dalam sel-sel hidup benih. Warna putih menandakan sel embrio benih sudah mati.

2.6 Pengukuran Kandungan Air Benih

Pengukuran kandungan air benih menggunakan metode penimbangan dan pengeringan (metode langsung). Lima butir benih sorgum dengan diukur bobotnya dengan timbangan analitik Cole Palmer Symmetry untuk bobot basah. Kemudian 5 butir benih itu dikeringkan dalam oven 105 °C untuk 24 jam. Kemudian 5 butir benih kering itu diukur bobotnya dengan menimbangannya kembali untuk mendapatkan bobot kering. Kandungan air (KA) benih dihitung dengan cara:

$$KA = \frac{\text{Bobot basah} - \text{Bobot kering}}{\text{Bobot basah}} \times 100\% \quad (1)$$

2.7 Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati meliputi kapasitas perkecambahan (KP) dan laju berkecambah (LB) diukur melalui ULB. Kecambah kuat normal (KKN), panjang tajuk kecambah normal (PTKN), panjang akar primer kecambah normal (PAPKN), dan bobot kering kecambah normal (BKKN) diukur pada UKsB. Kandungan air (KA) benih diukur sebagai peubah penunjang.

Kapasitas perkecambahan adalah semua kecambah normal (KN) yang dihitung dari uji laju berkecambah dari 50 butir benih sehingga:

$$DB = \frac{\sum KN}{50} \times 100\% \quad (2)$$

Laju berkecambah dihitung dengan rumus:

$$KP = \frac{G_1}{D_1} + \frac{G_2}{D_2} + \frac{G_3}{D_3} + \dots + \frac{G_5}{D_5} \quad (3)$$

G_1 sampai G_5 adalah persentase kecambah normal pada pengamatan 2 sampai 5 HSP, dan D_2 sampai D_5 adalah jumlah HSP (Maguire (1962 dalam Copeland and McDonald, 2001), yaitu. Kecambah kuat normal (KKN) diperoleh dari UKSB yang diamati pada 4 HSP. Kecambah kuat normal adalah kecambah yang normal dengan tajuk dan akar masing-masing lebih dari 4 cm. Persentase KKN dihitung berdasarkan jumlah benih yang dikecambahkan sebanyak 50 butir.

Panjang tajuk kecambah normal (PTKN) dan panjang akar primer kecambah normal (PAPKN) adalah rerata 5 kecambah normal sampel dari hasil UKSB pada 4 HSP. Pengukuran PTKN adalah dari ujung plumula hingga pangkal tajuk yang melekat pada benih. Pengukuran PAPKN adalah dari ujung akar primer hingga pangkal akar yang melekat pada benih. Bobot kering kecambah normal (BKKN) adalah rerata 5 kecambah normal sampel random dari UKSB pada 4 HSP yang juga sudah diukur untuk PTKN dan PAPKN. Lima kecambah normal sampel itu dipisahkan dari endospermnya, dibungkus kertas buram, lalu dimasukkan ke dalam oven 80°C untuk pengeringan selama 72 jam. Kemudian bobot kering kecambah itu diukur dengan timbangan analitik empat desimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rerata viabilitas dan kandungan air benih sorgum dipaparkan pada Tabel 1. Analisis regresi data pada Tabel 1 dengan model sigmoidal, linier, logaritmik, dan peluruhan eksponensial (exponential decay) menghasilkan persamaan garis, nilai probabilitas (P) dan koefisien determinasi (R^2) seperti disajikan pada Tabel 2. Semua garis regresi model sigmoid, linier, logaritmik, dan exponential decay memiliki nilai probabilitas sama ($P < 0,01$).

Penentuan model yang tepat didasarkan pada nilai koefisien determinasi (R^2) dari garis regresi. Pada semua peubah yang diamati, model respon deteriorasi sigmoid memiliki nilai R^2 paling tinggi di antara tiga model lainnya. Dengan demikian, model respons deteriorasi selama periode-3 hidup benih sorgum Numbu dalam ruang simpan ber-AC yang paling baik adalah sigmoid. Model respon deteriorasi benih sorgum Numbu selama periode-3 yang sigmoid itu diperlihatkan oleh peubah kapasitas perkecambahan, laju berkecambah, kecambah kuat normal, panjang tajuk kecambah normal, panjang akar primer kecambah normal, dan bobot kering kecambah normal (Gambar 1).

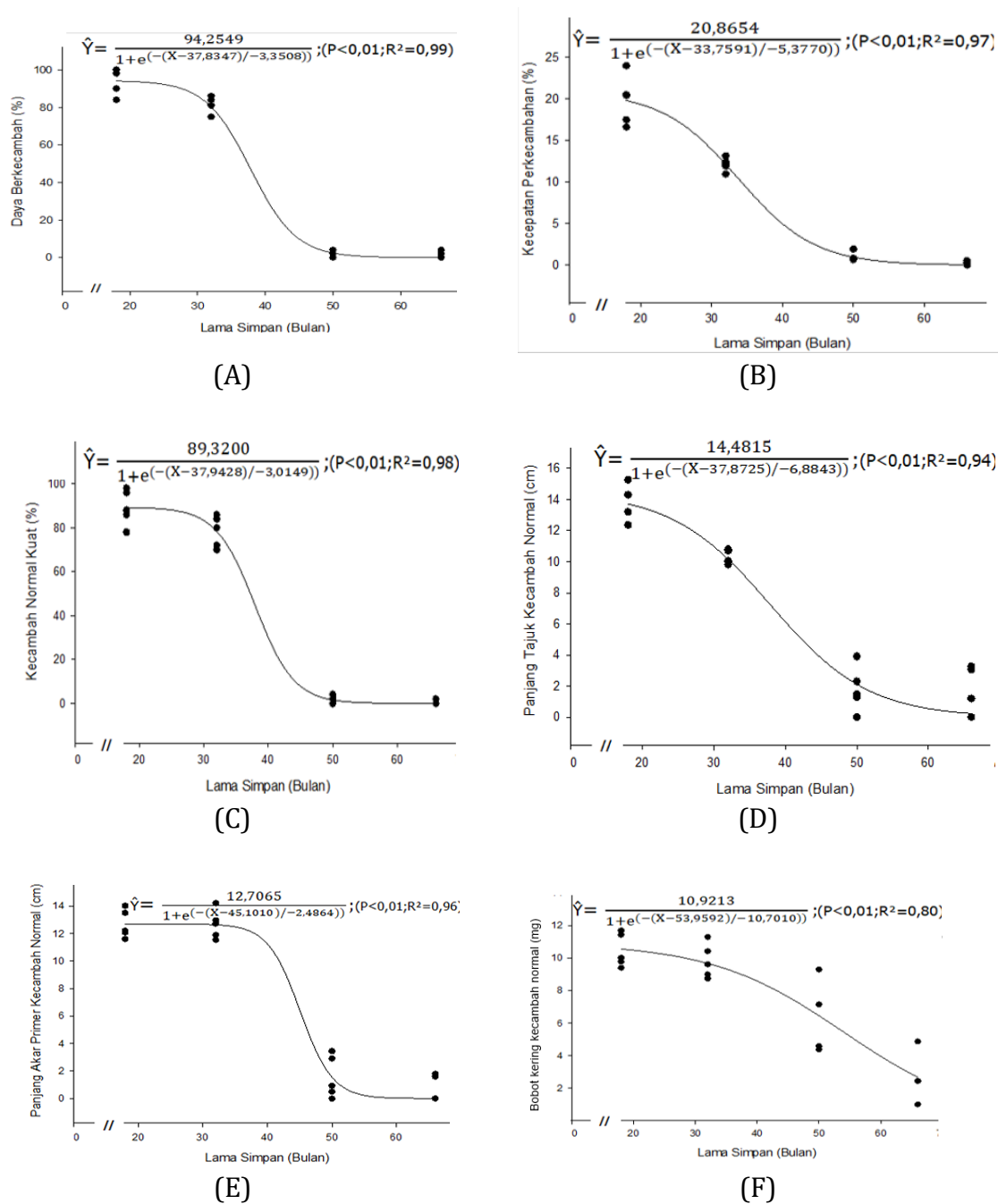
Tabel 1. Rata-rata hasil pengukuran viabilitas dan kandungan air benih sorgum varietas Numbu setelah menjalani lama simpan dalam ruang ber-AC 18±1,44°C

Peubah	Lama Simpan (bulan)			
	18	32	50	66
Kapasitas perkecambahan (%)	94,00	80,20	2,40	2,00
Laju berkecambah (%/hari)	19,81	12,13	0,95	0,22
Kecambah kuat normal (%)	89,20	78,40	1,60	0,80
Panjang Tajuk Kecambah Normal (cm)	13,66	10,26	1,80	1,50
Panjang Akar Primer Kecambah Normal (cm)	12,68	12,67	1,55	0,68
Bobot Kering Kecambah Normal (mg)	10,47	9,82	5,08	1,66
Kandungan air (%)	9,81	10,17	12,59	14,01

Tabel 2. Model respon deteriorasi benih selama periode-3 benih sorgum Numbu, persamaan $\hat{Y}=f(X)$ $\{X; 18 \leq X \leq 66\}$, probabilitas (P), dan koefisien determinasi (R^2)

Peubah	Model Respon	Persamaan garis regresi $Y=f(X)$	P	R^2
Kapasitas perkecambahan (%)	Sigmoid	$\hat{Y} = 94,2549 / (1 + e^{-(X-37,8347)/-3,3508})$	<0,01	0,99
	Linier	$\hat{Y} = 136,2183 - 2,2065X$	<0,01	0,86
	Logaritmik	$\hat{Y} = 337,0223 - 80,8902 \ln X$	<0,01	0,85
	Exponential Decay	$\hat{Y} = 236,4006e^{-0,0465X}$	<0,01	0,81
Laju berkecambah (%)	Sigmoid	$\hat{Y} = 20,8654 / (1 + e^{-(X-33,7591)/-5,3770})$	<0,01	0,97
	Linier	$\hat{Y} = 26,1758 - 0,4313X$	<0,01	0,89
	Logaritmik	$\hat{Y} = 67,1624 - 16,2917 \ln X$	<0,01	0,93
	Exponential Decay	$\hat{Y} = 56,0406e^{-0,0557X}$	<0,01	0,91
Kecambah kuat normal (%)	Sigmoid	$\hat{Y} = 89,32 / (1 + e^{-(X-37,9428)/-3,0149})$	<0,01	0,98
	Linier	$\hat{Y} = 131,1112 - 2,1352X$	<0,01	0,85
	Logaritmik	$\hat{Y} = 324,3387 - 77,9756 \ln X$	<0,01	0,82
	Exponential Decay	$\hat{Y} = 225,2236e^{-0,0464X}$	<0,01	0,79
Panjang Tajuk Kecambah Normal (cm)	Sigmoid	$\hat{Y} = 14,4815 / (1 + e^{-(X-37,8725)/-6,8843})$	<0,01	0,94
	Linier	$\hat{Y} = 18,3733 - 0,2787X$	<0,01	0,87
	Logaritmik	$\hat{Y} = 44,3077 - 10,3752 \ln X$	<0,01	0,88
	Exponential Decay	$\hat{Y} = 30,9669e^{-0,0425X}$	<0,01	0,87
Panjang Akar Primer Kecambah Normal (cm)	Sigmoid	$\hat{Y} = 12,7065 / (1 + e^{-(X-45,101)/-2,4864})$	<0,01	0,96
	Linier	$\hat{Y} = 19,1548 - 0,2954X$	<0,01	0,83
	Logaritmik	$\hat{Y} = 45,1127 - 10,5736 \ln X$	<0,01	0,78
	Exponential Decay	$\hat{Y} = 28,5279e^{-0,0386X}$	<0,01	0,74
Bobot Kering Kecambah Normal (mg)	Sigmoid	$\hat{Y} = 10,9213 / (1 + e^{-(X-53,9592)/-10,701})$	<0,01	0,80
	Linier	$\hat{Y} = 14,0675 - 0,1605X$	<0,01	0,76
	Logaritmik	$\hat{Y} = 27,0024 - 5,3989 \ln X$	<0,01	0,66
	Exponential Decay	$\hat{Y} = 15,9233e^{-0,0195X}$	<0,01	0,69

Momen periode viabilitas (MPV) anomali (Sadjad, 1989) yang dihitung berdasarkan peubah kapasitas perkecambahan 75% menggunakan empat model yang berbeda tersebut adalah tidak sama (Tabel 3). Ini berarti bahwa penggunaan model respon deteriorasi periode-3 dari hidup benih sorgum Numbu ini sangat penting untuk menentukan MPV anomali. Dalam ruang simpan ber-AC yang sama, sampainya benih sorgum Numbu mencapai MPV anomali bila dihitung menggunakan a) model respon sigmoid adalah pada lama penyimpanan 33,27 bulan, b) model linier adalah pada lama penyimpanan 27,74 bulan, c) model logaritmik adalah pada lama penyimpanan 25,52 bulan, dan d) exponential decay adalah pada lama penyimpanan 16,99 bulan (Tabel 3). Menurut data kapasitas perkecambahan pada Tabel 1, model respon deteriorasi sigmoid memberikan MPV anomali paling baik karena mendekati data pengukuran itu. Pada penyimpanan dalam ruang ber-AC suhu $18 \pm 1,44^{\circ}\text{C}$. MPV anomali benih sorgum Numbu adalah 33,27 bulan. Momen periode viabilitas anomali dalam Konsep Steinbauer-Sadjad (Sadjad, 1989) mengandung pengertian saat peralihan dari benih bermutu menjadi benih tidak bermutu.



Gambar 1. Respon deteriorasi model sigmoid hubungan viabilitas benih sorgum Varietas Numbu dengan lama simpan untuk peubah kapasitas perkecambahan (A), laju berkecambah (B), Kecambah kuat normal (C), panjang tajuk kecambah normal (D), panjang akar primer kecambah normal (E), dan bobot kering kecambah normal (F).

Vigor benih saat anomali dengan kapasitas perkecambahan 75% memiliki laju berkecambah 10,89%/hari dan vigor kecambah oleh peubah kecambah kuat normal 73,64%; panjang tajuk kecambah normal 9,57 cm; panjang akar primer kecambah normal 12,59 cm; bobot kering kecambah normal 9,54 g; dan kandungan air benih 10,87% (Tabel 4). Sejak awal periode-3 pada lama simpan 18 bulan sampai MPV anomali 33,27 bulan, laju deteriorasi kapasitas perkecambahan benih sorgum masih rendah, yaitu 0,08 %/bulan.

Tabel 3. Saat Anomali benih sorgum Numbu dalam ruang simpan ber-AC yang dihitung dengan 4 model respon deteriorasi pada kapasitas perkecambahan 75%

Model respon deteriorasi	Saat Anomali (bulan)
Sigmoid	33,27
Linier	27,74
Logaritmik	25,52
Exponential Decay	16,99

Tabel 4. Viabilitas dan kandungan air pada saat anomali benih sorgum Numbu yang dihitung model respon deteriorasi garis regresi sigmoid pada lama simpan (X) 33,27 bulan

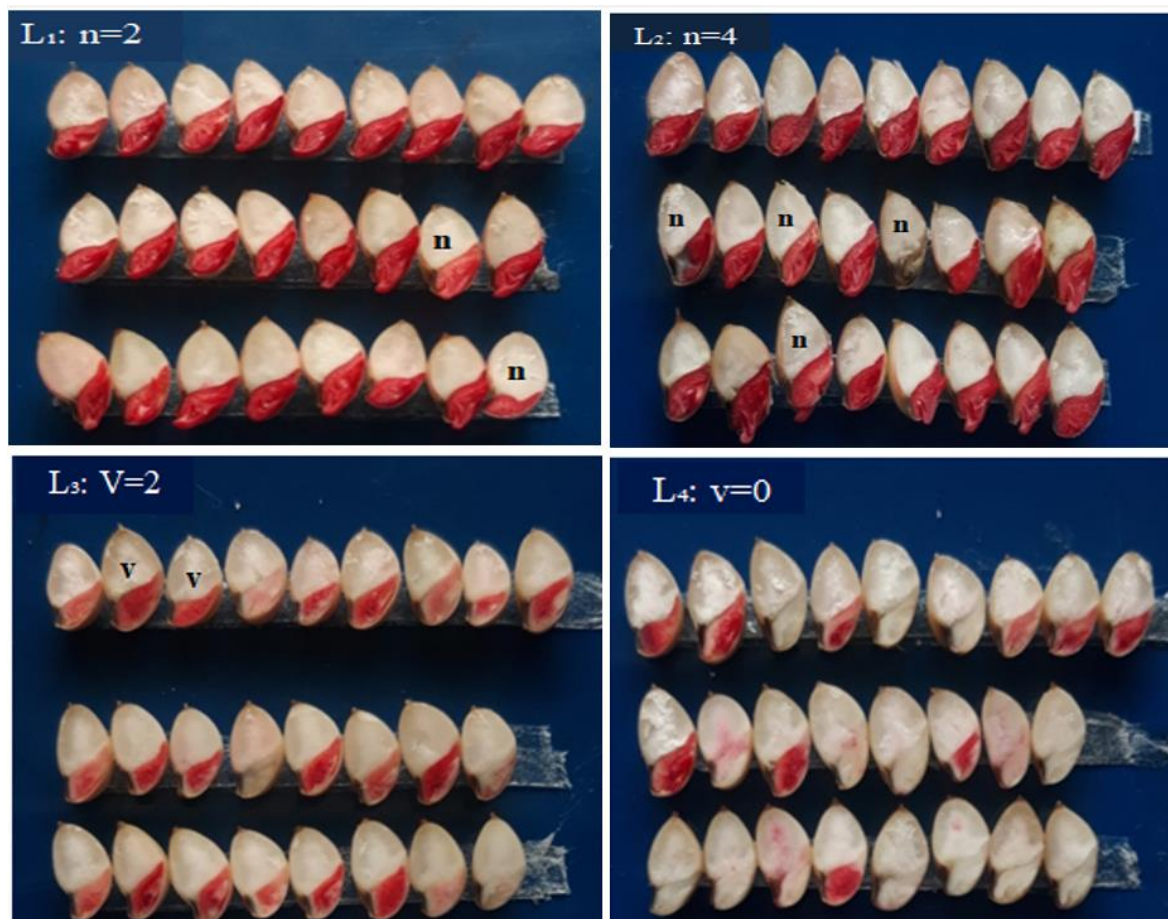
Peubah	Nilai $\hat{Y}$
Kapasitas perkecambahan (%)	75,00
Vigor Benih	
- Laju berkecambah (%/hari)	10,89
Vigor Kecambah	
- Kecambah kuat normal (%)	73,64
- Panjang Tajuk Kecambah Normal (cm)	9,57
- Panjang Akar Primer Kecambah Normal (cm)	12,59
- Bobot Kering Kecambah Normal (mg)	9,54
Kandungan Air (%)	10,87

Laju berkecambah turun dari 19,81 %/hari ke 10,89 %/hari. Persentase kecambah kuat normal turun dari 89,20% ke 73,64%, panjang tajuk kecambah normal turun dari 13,66 cm ke 9,57 cm, panjang akar primer kecambah normal turun dari 12,68 cm ke 12, 59 cm, dan bobot kering kecambah normal turun dari 10, 47 mg ke 9,54 mg. Sebaliknya, kandungan air benih sorgum meningkat dari 9,81% ke 10,87%. Sejak MPV anomali pada lama simpan 33,27 bulan hingga 50 bulan, laju deteriorasi rata-rata kapasitas perkecambahan meningkat dari 0,08 %/bulan menjadi 4,34 %/bulan, dan begitu juga diperlihatkan oleh peubah lainnya.

Kandungan air benih sorgum meningkat dalam ruang simpan, bahkan dalam kemasan yang kedap, dari 9,81% di awal periode-3 pada akhir lama simpan 18 bulan menjadi 10,87 % pada saat anomali 33,27 bulan, lalu menjadi 12,59% pada lama simpan 50 bulan dan menjadi 14,01 % pada lama simpan 66 bulan. Hal ini dapat disebabkan oleh terakumulasinya uap air yang dikeluarkan oleh respirasi benih itu sendiri dalam kemasan benih (Pramono *et al.*, 2025) yang diserap kembali oleh benih. Sebagai pembanding, benih sorgum varietas Numbu setelah disimpan 12 bulan dalam ruang bersuhu $\pm 17^{\circ}\text{C}$ memiliki kandungan air 8,57% dengan persentase perkecambahan awal 78,67% (Hannanto, 2017), varietas Super-1 setelah disimpan selama 16 bulan dalam ruang bersuhu $\pm 18^{\circ}\text{C}$ memiliki kandungan air 9,77% dengan daya kecambah 69,33% (Apriansyah, 2020). Kandungan air rerata benih sorgum varietas Kawali, Talaga Bodas, Super-1, and Pahat setelah penyimpanan 12 bulan pada ruangan dengan suhu $\pm 18^{\circ}\text{C}$ adalah 8,98% (Timotiwu *et al.*, 2017). Benih sorgum Talaga Bodas yang disimpan dalam ruang bersuhu $\pm 18^{\circ}\text{C}$ selama 23 bulan memiliki kandungan air 9,93% dengan daya kecambah 86% terus meningkat dengan 0,31% per bulan sampai dengan 35 bulan, dan daya perkecambahan turun dengan laju 7,16 %/bulan (Merlita *et al.*, 2025). Kandungan air 10,87% dan kapasitas perkecambahan 75% dari benih sorgum varietas Numbu pascasimpan 33,37 bulan dalam ruangan dengan suhu $\pm 18^{\circ}\text{C}$ menunjukkan bahwa selain disebabkan oleh vigor awal benih sorgum Numbu yang tinggi, juga disebabkan oleh teknik penyimpanan yang baik.

Tabel 5. Persentase kecambah normal hasil uji perkecambahan (PKN-UP) dan persentase benih viabel hasil uji tetrazolium (PBV-UTZ)

Lama Simpan (Bulan)	PKN-UP	PBV-UTZ	t-hitung	t-tabel 5%
18	96,80	90,67	2,31	2,45
32	78,00	81,33	0,60	
50	5,60	9,33	1,59	
66	1,60	2,67	0,77	



Gambar 2. Hasil pengujian tetrazolium benih sorgum Numbu setelah disimpan dalam ruang bersuhu 18 °C selama 18 bulan (L_1), 32 bulan (L_2), 50 bulan (L_3), dan 66 bulan (L_4). Semua bagian embrio berwarna merah menunjukkan bahwa benih viabel (v), dan sebagian atau semua embrio berwarna putih menunjukkan benih berkecambah abnormal atau tidak viabel (n).

Hasil penilaian viabilitas benih sorgum Numbu dengan uji perkecambahan tidak berbeda dengan hasil penilaiannya dengan uji tetrazolium (Tabel 5). Uji tetrazolium ini merupakan uji cepat untuk menentukan viabilitas benih. Prinsip uji ini berdasarkan pada laju respirasi benih sehingga terjadi perubahan warna pada benih dari senyawa 2,3,5 *tryphenil tetrazolium chloride* yang tidak berwarna menjadi *formazan* yang berwarna merah pada embrio benih yang disebabkan oleh reaksi enzimatik enzim dehydrogenase (Elias *et al.*, 2012; Copeland dan McDonald, 2001). Indikator yang dapat dilihat pada Uji Tetrazolium adalah embrio benih sorgum dengan sel-sel yang masih hidup berubah warna dari putih menjadi merah, sedangkan sel embrio benih yang mati tetap berwarna putih. Persentase kapasitas perkecambahan dibandingkan dengan persentase benih viabel dari Uji Tetrazolium disajikan dalam (Tabel 5) dan (Gambar 2). Pada Tabel 5, nilai t-hitung < t-tabel 5%, yang berarti hasil penilaian viabilitas melalui uji perkecambahan tidak berbeda dengan hasil penilaian melalui uji tetrazolium.

Model respon deteriorasi periode-3 hidup benih sorgum Numbu dalam ruang simpan ber-AC, yaitu sigmoid, linier, logaritmik, dan exponential decay adalah sangat nyata ($P < 0,01$) dengan koefisien determinasi (R^2) beragam (Tabel 2). Nilai R^2 paling tinggi dicapai oleh model garis regresi sigmoid, yaitu pada peubah kapasitas perkecambahan adalah 0,99; laju berkecambah adalah 0,97; kecambah kuat normal adalah 0,98; panjang tajuk kecambah normal adalah 0,94; panjang akar primer kecambah normal adalah 0,96; dan bobot kering kecambah normal adalah 0,80. Hitungan model sigmoid mendapatkan nilai kapasitas perkecambahan benih sorgum 75% terjadi pada lama simpan 33,27 bulan. Dengan demikian, model respon deteriorasi periode-3 benih sorgum Numbu sigmoid dapat dinyatakan paling tepat di antara tiga model lainnya itu. Penurunan dengan model sigmoid selama periode-3 dari masa hidup benih seperti dikemukakan oleh Roberts dan Ellis (1982), Sadjad (1989), dan Walters *et al.*, 2010).

Deteriorasi benih mengakibatkan penurunan kapasitas perkecambahan benih, sehingga dapat dikatakan jika kapasitas perkecambahan turun maka akan meningkatkan persentase benih mati seperti yang ditunjukkan oleh hasil penilaian viabilitas dengan Uji Tetrazolium (Gambar 2). Deteriorasi benih juga ditandai oleh penurunan laju berkecambah, persentase kecambah kuat normal, tajuk kecambah normal memendek, akar primer kecambah normal memendek, dan bobot kering kecambah normal berkurang (Tabel 1). Sebaliknya, kandungan air meningkat seiring dengan deteriorasi benih itu sepanjang penyimpanan 18-66 bulan.

Kandungan air benih keseimbangan sampai lama simpan 32 bulan adalah 10,17%, dan terus meningkat menjadi 12,59% pada lama simpan 50 bulan, dan menjadi 14,01% pada lama simpan 66 bulan. Di sini nampak bahwa peningkatan kandungan air benih sorgum Numbu dari 10,17% ke 12,59% diiringi penurunan kapasitas perkecambahan sebesar 77,80%, dari 80,20% ke 2,40%. Maka kurang tepat jika dikatakan deteriorasi benih itu akibat peningkatan kandungan air benih, akan tetapi tentu juga dipengaruhi juga oleh lama simpan. Jadi, deteriorasi benih lebih tepat dipengaruhi oleh kandungan air benih keseimbangan dan lama simpannya. Hal ini juga telah ditunjukkan oleh penelitian Ermawati *et al.*, (2025) benih kedelai dalam kemasan kedap udara yang dapat dipertahankan kandungan air keseimbangannya pada rerata 7,2% masih memiliki kapasitas perkecambahan 80% atau lebih pada lama simpan 17 bulan.

4. KESIMPULAN

Model kurva respons deteriorasi selama periode-3 hidup benih sorgum varietas Numbu yang disimpan dalam ruangan ber-AC dengan suhu $18 \pm 1,44^\circ\text{C}$ selama 18-66 bulan yang paling tepat adalah sigmoid, yang lebih baik daripada model kurva respon deteriorasi linear, logaritmik, dan exponential decay, karena memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) lebih tinggi daripada R^2 model-model lainnya tersebut.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami para peneliti mengucapkan terimakasih kepada Dekan Fakultas Pertanian, Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura, dan Kepala Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas semua dukungan dan fasilitas untuk selesainya penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Apriansyah, M. 2020. Viabilitas benih dan vigor kecambah empat genotipe sorgum (*Sorghum bicolor* [L]. Moench.). pasca penyimpanan 16 bulan. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 27-30 hlm.
- Arif, A. 2020. *Sorgum: Benih Leluhur untuk Masa Depan*. PT. Gramedia. Jakarta. 164 Hlm.

- Bortey, H.M., A.O. Sadia, dan J.Y. Asibouri. 2016. Influence of seed storage techniques on germinability and storability of cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp). *Journal Agricultural Science*. 8(10): 241-248.
- Carvalho, I.L., G.E. Meneghello, L.M. de Tunes, C.C. Jácome, V.N. Soares. 2017. Methodological adjustments to the tetrazolium test in rice seed. *Journal of Seed Science*. 39(1): 041-049.
- Copeland, L.O. and Mc. Donald. 2001. Principles of Seed Science and Technology, 4th Edition. Kluwer Academic Publishers. London. 409 hlm.
- Direktorat Perbenihan RI. 2009. *Persyaratan dan Tata Cara Sertifikasi Benih Tanaman Pangan*. Direktorat Jendral Tanaman Pangan. 173 hlm.
- Efendi, R., M. Aqil, dan M. B. Pabendon. 2013. Evaluasi genotipe sorgum manis (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) produksi biomasa dan daya racun tinggi. *Jurnal Tanaman Pangan*. 32:116-125.
- Elias, S.G., L.O. Copeland, M.B. Mcdonald, dan R.Z. Baalbaki. 2012. *Seed Testing: Principles and Practices*. Michigan State University Press. Hlm. 117-154.
- Ermawati, Agustiyansyah, E. Pramono, dan R. Oktavia. 2025. Studi viabilitas benih kedelai (*Glycine max* [L.] Merril) pada berbagai proporsi kapur tohor dalam dua ukuran wadah selama penyimpanan 17 bulan. *Jurnal Agrotek Tropika*. 13(1): 157-164.
- Hannanto, S. 2017. Pengaruh lama simpan pada mutu fisik dan mutu fisiologi empat genotipe sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 40 hlm.
- Kementerian Pertanian RI. 2018. *Petunjuk Teknis Sertifikasi Benih Tanaman Pangan*. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 99HK.150/C/05/2018. Jakarta. 66 hlm.
- Lombok Post. 2025. Tahun depan luas lahan sorgum ditambah, Provinsi NTB pun kebagian. Berita 1 Oktober 2025. <https://lombokpost.jawapos.com/nasional/1502793072/tahun-depan-luas-lahan-sorgum-ditambah-provinsi-ntb-pun-kebagian>. Diakses pada 01 Oktober 2025 Pk. 20:40 WIB.
- Merlita, B., E. Pramono, M. Kamal, dan M.S. Hadi. 2025. Seed deterioration rate of three genotype sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) during 23-34 months storage period in airconditioned room. *Jurnal Agrotek Tropika*. 13(1): 189-200.
- Our World in Data. 2025. Agricultural Production; Production Of Sorghum, 1961 To 2023. <https://ourworldindata.org/agricultural-production>. Accessed in October 01, 2025; 09:18 PM WIT.
- Pabendon, M.B., S. Mas'ud, R.S. Sarungallo, dan A. Nur. 2013. Penampilan fenotipik dan stabilitas sorgum manis untuk bahan baku bioethanol. *Jurnal Penelitian Tanaman Pangan*. 31(1): 60-69.
- Pramono, E., M. Kamal, F.X. Susilo, dan P.B. Timotiwiu. 2018a. Classification of seed resistance of various gentotypes of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) to weevil (*Sitophilus* sp.) during storage. *J. Agron*. 17(2): 81-91.
- Pramono, E., M. Kamal, F.X. Susilo, dan P.B. Timotiwiu. 2018b. Contributions of seed physical and chemical characters of various sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) to damaged seed induced by weevil (*Sitophilus* sp.) during storage. *J. HPT Tropika*. 18(1): 39-50.
- Pramono, E., P.B. Timotiwiu, Agustiansyah, Y. Nurmiaty, dan Ermawati. 2018c. *Penuntun Praktikum Teknologi Benih*. Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman. Jurusan Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 54 Hlm.
- Pramono, E., M.Kamal, F.X. Susilo, and P.B. Timotiwiu. 2018d. Seed yield of various genotypes of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) harvested from intercropping with cassava (*Manihot utilisima* L.) compared to monoculture and ratoon. *MAYFEB Journal of Agricultural Science*. 2:1-12.
- Pramono, E. 2020. Kajian genotipe, sistem pertanaman, produktivitas, viabilitas potensial, hama sitofilus (*Sitophilus* sp.) dan daya simpan benih sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.). *Disertasi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. Tidak dipublikasikan. 258 hlm.

- Pramono, E., M.S. Hadi, dan M. Kamal. 2020. Viabilitas benih kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) sejalan dengan penyimpanan alamiah dan pengusangan cepat dengan etanol. *Jurnal Agrotropika*. 19(1):43-56.
- Pramono, E., T.T. Handayani, dan T.K. Manik. 2024. Yields of fruit, seeds, and forage those harvested from intercropping of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *AIP Conference Proceeding*. 2970: 050018. Hlm. 1-12.
- Pramono, E., M.S. Hadi, M. Kamil, and K. Setiawan. 2025. Effect of crop intensity of soybean-cassava intercropping on storage capacity of soybean (*Glycine max* [L.] Merrill) seeds. *In Proceeding of the 4th International Conference on Sustainable Agriculture for Rural Development (ICSARD)*. University of Jenderal Soedirman. Poerwokerto. Indonesia July 31st. Bio web of conference 158 03007. pp. 1-12.
- Reddy B.V.S., S. Ramesh, S.P. Reddy, A.A. Kumar, K.K. Sharma, K.S.M. Chetty, and A.R. Palaniswamy. 2006. *Sweet Sorghum: Food, Feed, Fodder and Fuel Crop*. The International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, Andhra-Pradesh, India. 24 hlm.
- Roberts, E.H., and R.H. Ellis. 1982. Physiological, ultrastructural, and metabolic aspects of seed viability. *In A.A. Khan (eds.). The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy, and Germination*. Amsterdam: Elsevier Biomedical Press. Hlm. 465-485.
- Sadjad, S. 1972. Kertas merang untuk uji viabilitas benih di Indonesia beberapa penemuan dalam bidang teknologi benih. *Disertasi*. Pascasarjana IPB. Bogor. 280 hlm.
- Sadjad, S. 1980. *Panduan Pembinaan Mutu Benih Tanaman Kehutanan di Indonesia*. Proyek Pusat Perbenihan kehutanan Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi. Dirjen Kehutanan. Jakarta. 302 hlm.
- Sadjad, S. 1989. Konsepsi Steinbauer-Sadjad sebagai landasan matematika benih di Indonesia. *Orasi Ilmiah*. Institut Pertanian Bogor. 42 hlm.
- Sadjad, S. 1993. *Dari Benih Kepada Benih*. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta. 144 hlm.
- Sadjad, S. 1994. *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta. 145 hlm.
- Subagio, H, & Suryawati. 2013. *Wilayah Penghasil dan Ragam Penggunaan Sorgum di Indonesia*. Dalam Sumarno, D.S Damarjatti, M. Syam, dan Hermanto (Editor). *Sorgum: Inovasi Teknologi dan Pengembangan*. IAARD Press. Jakarta. 24-37 hlm.
- Timotiwu, P.B., E. Pramono, Agustiansyah, N.W.A.S. Asih. 2017. Effect of storage periods on physical quality and seed vigor of four varieties of sorghum (*Sorghum Bicolor* [L.] Moench). *Research in Agriculture*. 2(2):29-40.
- Walters, C.D., Ballesteros, & V.A. Vertucci. 2010. Structural Mechanics of Seed Deterioration: Standing the Test of Time. *Plant Science*. 179:565-573.
- Widajati, E.E., Murniati, E.R. Palupi, T. Kartika, M.R. Suhartanto, & A. Qadir. 2013. *Dasar-dasar ilmu dan Teknologi Benih*. PT Penerbit IPB Press. IPB. Bogor. 174 hlm.