

Pengaruh Durasi *Accelerated Aging Test* (AAT) dan Suhu Penyimpanan terhadap Mutu Fisiologis serta Pendugaan Daya Simpan Benih Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)

The Effect of Accelerated Aging Test (AAT) Duration and Storage Temperature on Physiological Quality and Storage Life Prediction of Tomato Seeds (Solanum lycopersicum L.)

Rezha Nur Ayu Octaviana¹, Annisa Khoiriyah^{1*}, Sari Megawati¹

¹(Program Studi Teknologi Benih, Jurusan Pertanian, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta, Indonesia.

*corresponding author, email: niisaakhoir@gmail.com

ABSTRAK

Metode *Accelerated Aging Test* (AAT) merupakan metode pengusangan cepat yang efektif untuk menduga vigor dan daya simpan benih melalui simulasi kondisi penyimpanan tidak optimal. Metode ini penting diterapkan pada benih tomat (*Solanum lycopersicum* L.), yang merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi namun rentan mengalami penurunan mutu selama penyimpanan akibat deteriorasi benih. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh durasi AAT, suhu penyimpanan, serta interaksinya terhadap mutu fisiologis benih tomat, sekaligus mengidentifikasi hubungan antarvariabel viabilitas dan vigor benih. Penelitian menggunakan rancangan petak terbagi (*split plot design*) dengan suhu penyimpanan sebagai petak utama (5°C, 20°C, dan 35°C) dan durasi AAT sebagai anak petak (0, 24, 48, dan 72 jam), masing-masing diulang tiga kali. Perlakuan AAT dilakukan pada suhu 41°C dengan kelembapan relatif ±95%. Variabel yang diamati meliputi daya berkecambah, kecepatan tumbuh, benih segar, benih kering, dan panjang kecambah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan durasi AAT menurunkan seluruh variabel mutu fisiologis benih, sedangkan suhu rendah (5°C) mampu mempertahankan viabilitas dan vigor lebih baik dibandingkan suhu 20°C dan 35°C. Analisis korelasi menunjukkan hubungan positif sangat kuat antarvariabel viabilitas dan vigor, yang mengindikasikan keterkaitan erat dalam menentukan kualitas benih. Secara keseluruhan, metode AAT efektif digunakan untuk mensimulasikan proses penuaan benih secara cepat dan menduga daya simpan serta mutu fisiologis benih tomat secara lebih akurat.

Kata kunci : *accelerated aging test*; vigor benih; daya simpan benih; benih tomat; mutu fisiologis

ABSTRACT

Accelerated Aging Test (AAT) is an effective rapid aging method used to predict seed vigor and storability by simulating unfavorable storage conditions. This method is important for tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seeds, which are high-economic-value horticultural commodities but are susceptible to quality deterioration during storage due to seed deterioration. This study aimed to analyze the effects of AAT duration, storage temperature, and their interaction on the physiological quality of tomato seeds, as well as to identify the relationship among seed viability and vigor variables. The study employed a *split plot design* with storage temperature as the main plot (5°C, 20°C, and 35°C) and AAT duration as the subplot (0, 24, 48, and 72 hours), with each treatment combination replicated three times. The AAT treatment was conducted at 41°C with relative humidity of ±95%. Observed variables included germination percentage, germination rate, fresh seedling weight, dry seedling weight, and seedling length. The results showed that increasing storage temperature and AAT duration reduced all physiological quality variables of tomato seeds, while low temperature (5°C) was more effective in maintaining seed viability and vigor compared to 20°C and 35°C. Correlation analysis revealed a very strong positive relationship among viability and vigor variables, indicating their close association in determining seed quality. Overall, the AAT method was effective in simulating rapid seed aging and can be used to predict the storability and physiological quality of tomato seeds more accurately.

Keywords: *accelerated aging test*; seed vigor; seed storability; tomato seed; physiological quality

PENDAHULUAN

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena berperan sebagai sumber pangan segar, bahan baku industri, serta penyedia nutrisi bagi masyarakat (Siregar et al., 2019). Kondisi agroklimat tropis yang mendukung pertumbuhan tanaman menyebabkan komoditas ini memiliki potensi pengembangan yang luas dengan tingkat permintaan pasar yang relatif stabil sepanjang tahun. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023), produksi tomat nasional mencapai sekitar 1,2 juta ton dengan produktivitas sebesar 15,3 ton ha⁻¹. Meskipun demikian, produktivitas tersebut masih dapat ditingkatkan melalui penggunaan benih bermutu tinggi sebagai salah satu faktor penentu keberhasilan pertumbuhan dan hasil tanaman.

Salah satu kendala dalam sistem produksi tomat ialah penurunan mutu fisiologis benih selama penyimpanan, terutama terhadap viabilitas dan vigor benih. Penurunan mutu benih terjadi akibat proses deteriorasi yang berlangsung secara *irreversible* dan ditandai dengan menurunnya kemampuan perkecambahan serta pertumbuhan awal tanaman (Marcos-Filho, 2015). Pada kondisi lingkungan tropis, suhu dan kelembapan tinggi dapat meningkatkan aktivitas metabolisme dan respirasi benih sehingga mempercepat kerusakan membran sel dan menurunkan kualitas fisiologis benih. Penggunaan benih dengan mutu fisiologis rendah di tingkat lapangan masih sering dijumpai dan berkontribusi terhadap rendahnya keberhasilan pertumbuhan tanaman (Halimursyadah, 2012). Oleh karena itu, diperlukan metode evaluasi vigor yang mampu menduga daya simpan benih secara cepat dan akurat.

Accelerated Aging Test (AAT) merupakan metode pengusangan cepat yang banyak digunakan untuk mengevaluasi vigor dan daya simpan benih melalui perlakuan suhu dan kelembapan tinggi (Ekowahyuni et al., 2012). Namun, hasil pengujian AAT dipengaruhi oleh kombinasi suhu dan durasi perlakuan yang diterapkan. Penelitian sebelumnya umumnya hanya mengkaji pengaruh suhu atau durasi perlakuan secara terpisah, sedangkan informasi mengenai interaksi kedua faktor tersebut terhadap mutu fisiologis benih tomat pada kondisi lingkungan tropis masih terbatas. Selain itu, hubungan antarparameter vigor dalam menduga daya simpan benih juga belum banyak dianalisis secara komprehensif. Kondisi tersebut menyebabkan kombinasi suhu dan durasi perlakuan yang paling representatif dalam menduga daya simpan benih tomat pada lingkungan tropis masih belum teridentifikasi secara spesifik (Taini, 2018). Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh durasi *Accelerated Aging Test* (AAT), suhu penyimpanan, dan interaksinya terhadap mutu fisiologis benih tomat serta hubungan antarparameter vigor dalam menduga daya simpan benih. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pengembangan metode evaluasi mutu benih yang lebih presisi dan aplikatif pada kondisi lingkungan tropis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada Januari–Maret 2026 di Laboratorium AGLC Universitas Gadjah Mada, PT Hibrida Jaya Unggul, dan Laboratorium Teknologi Benih Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta–Magelang. Bahan yang digunakan meliputi benih tomat varietas TO 2872, aquades, dan kertas merang. Penelitian disusun menggunakan rancangan petak terbagi (*split plot design*) dengan petak utama berupa suhu penyimpanan (5°C, 20°C, dan 35°C) dan anak petak berupa durasi *Accelerated Aging Test* (AAT) (0, 24, 48, dan 72 jam). Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali dengan 100 benih pada setiap unit percobaan. Perlakuan AAT dilakukan pada suhu $\pm 41^\circ\text{C}$ dan kelembapan relatif $\pm 95\%$ sesuai dengan durasi perlakuan. Durasi maksimum 72 jam dipilih karena telah mampu menunjukkan gejala deteriorasi benih secara nyata tanpa menyebabkan kerusakan fisiologis yang bersifat *irreversible* secara menyeluruh. Setelah perlakuan, benih disimpan sesuai suhu perlakuan dan diuji menggunakan metode *top of paper* berdasarkan standar *International Seed Testing Association* (ISTA) dengan media kertas merang yang dilembapkan menggunakan aquades.

Parameter yang diamati meliputi daya berkecambah, kecepatan tumbuh, benih segar, benih kering, dan panjang kecambah. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf 5% dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Analisis korelasi dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan antarparameter viabilitas dan vigor benih sehingga dapat digunakan sebagai indikator cepat dalam menduga mutu fisiologis dan daya simpan benih tanpa melalui pengujian penyimpanan jangka panjang. Keterbatasan penelitian ini terletak pada durasi *Accelerated Aging Test* (AAT) yang hanya dilakukan hingga 72 jam sehingga belum sepenuhnya menggambarkan pola deteriorasi benih pada periode pengusangan yang lebih panjang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu fisiologis benih digunakan untuk mengetahui pengaruh suhu penyimpanan dan durasi *Accelerated Aging Test* (AAT) terhadap viabilitas dan vigor benih tomat selama proses deteriorasi. Variabel yang diamati meliputi daya berkecambah, kecepatan tumbuh, bobot segar kecambah, bobot kering kecambah, dan panjang kecambah. Hasil pengamatan setiap variabel disajikan sebagai berikut:

Daya Berkecambah (DB)

Daya berkecambah merupakan variabel utama mutu fisiologis benih yang menunjukkan kemampuan benih untuk menghasilkan kecambah normal pada kondisi optimum. Nilai daya berkecambah mencerminkan tingkat viabilitas benih, sehingga semakin tinggi persentasenya maka semakin baik kualitas benih. Penurunan daya berkecambah terjadi akibat deteriorasi benih yang menyebabkan kerusakan membran sel dan terganggunya aktivitas metabolisme (L. Copeland & McDonald, 2001).

Tabel 1 Rerata Daya Berkecambah

Suhu Penyimpanan	Durasi				Rerata
	D1 (0 jam)	D2 (24 jam)	D3 (48 jam)	D4 (72 jam)	
S1 (5°C)	80.67	76.33	87	75.67	79.92
S2 (20°C)	72.33	73.67	74.67	7.67	167.90
S3 (35°C)	56.67	39	12	1	364.78
Rerata	60.00	190.50	212.29	338.71	(-)

Keterangan: Tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi nyata antara suhu penyimpanan dan durasi AAT.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyimpanan, durasi *Accelerated Aging Test* (AAT), dan interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih. Meskipun demikian, secara numerik suhu 5°C menghasilkan daya berkecambah tertinggi sebesar 79,92, sedangkan suhu 35°C menunjukkan nilai terendah sebesar 27,17. Pada perlakuan suhu 5°C, daya berkecambah benih relatif stabil pada seluruh durasi AAT dengan kisaran nilai 75,67–87. Perlakuan suhu 20°C menunjukkan daya berkecambah yang masih relatif tinggi hingga durasi 48 jam, namun mengalami penurunan pada durasi 72 jam menjadi 7,67. Sementara itu, suhu 35°C menunjukkan kecenderungan penurunan daya berkecambah seiring bertambahnya durasi AAT, dengan nilai terendah sebesar 1% pada durasi 72 jam. Secara numerik, kondisi tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan suhu dan lama pengusangan dapat mempercepat proses deteriorasi benih sehingga viabilitas benih cenderung menurun.

Suhu rendah 5°C diduga mampu mempertahankan viabilitas benih lebih baik karena dapat menekan laju respirasi dan aktivitas metabolisme sehingga kerusakan fisiologis berlangsung lebih lambat (L. O. Copeland & McDonald, 2001). Hasil ini sejalan dengan Kartiko *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa penyimpanan pada suhu rendah mampu mempertahankan daya berkecambah lebih baik dibandingkan suhu tinggi. Secara fisiologis, penurunan daya berkecambah pada suhu tinggi dan durasi AAT yang lebih lama berkaitan dengan meningkatnya respirasi dan oksidasi lipid pada membran sel benih. Proses tersebut dapat menyebabkan integritas membran menurun sehingga permeabilitas sel meningkat dan aktivitas enzim selama perkecambahan terganggu. Kerusakan fisiologis tersebut dapat menghambat mobilisasi cadangan makanan sehingga kemampuan benih membentuk kecambah normal menjadi menurun.

Penurunan daya berkecambah pada durasi 72 jam juga mengindikasikan bahwa semakin lama pengusangan, maka deteriorasi benih cenderung meningkat sehingga viabilitas benih menurun akibat kerusakan fisiologis dan terganggunya proses metabolisme selama perkecambahan. Kerusakan membran sel akibat deteriorasi juga dapat meningkatkan kebocoran elektrolit selama proses imbibisi sehingga efisiensi penyerapan air dan aktivasi enzim perkecambahan menjadi menurun. Kondisi tersebut menyebabkan proses hidrolisis cadangan makanan berlangsung kurang optimal sehingga pertumbuhan embrio terhambat dan persentase kecambah normal menurun (Suwarno *et al.*, 2014).

Kecepatan Tumbuh (KCT)

Kecepatan tumbuh menunjukkan kemampuan benih untuk berkecambah secara cepat dan seragam dalam kondisi optimum. Nilai kecepatan tumbuh yang tinggi mencerminkan vigor benih yang baik serta kemampuan benih mempertahankan aktivitas fisiologis selama penyimpanan.

Tabel 2 Rerata Kecepatan Tumbuh

Suhu Penyimpanan	Durasi				Rerata
	D1 (0 jam)	D2 (24 jam)	D3 (48 jam)	D4 (72 jam)	
S1 (5°C)	25.83	25.23	26.97	25.10	24.27 ^a
S2 (20°C)	24.37	24.63	24.83	7.50	14.84 ^b
S3 (35°C)	21.40	16.33	9.43	2.27	8.22 ^b
Rerata	17.42	20.92	15.76	11.25	(-)

Keterangan: Tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi nyata antara suhu penyimpanan dan durasi AAT.

Berdasarkan hasil analisis ragam, suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh benih, sedangkan durasi AAT dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata sehingga pembahasan dilakukan secara parsial berdasarkan faktor suhu penyimpanan. Pada perlakuan suhu 5°C, kecepatan tumbuh benih masih dapat dipertahankan dengan baik pada seluruh durasi penyimpanan, dengan nilai tertinggi sebesar 26,97 pada durasi AAT 48 jam dan rerata sebesar 24,27. Perlakuan suhu 20°C menunjukkan kecepatan tumbuh yang relatif stabil hingga durasi 48 jam, namun mengalami penurunan pada durasi 72 jam sehingga menghasilkan rerata sebesar 14,84.

Sementara itu, suhu 35°C menunjukkan kecenderungan penurunan kecepatan tumbuh seiring bertambahnya durasi penyimpanan, dengan nilai terendah sebesar 2,27 pada durasi 72 jam dan rerata sebesar 8,22. Secara numerik, penurunan vigor benih tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan suhu dan lama penyimpanan dapat mempercepat proses deteriorasi benih. Ramdan *et al.* (2022) menyatakan bahwa suhu tinggi selama penyimpanan mempercepat kemunduran fisiologis dan menurunkan vigor benih. Penurunan kecepatan tumbuh juga berkaitan dengan menurunnya aktivitas enzim hidrolitik, seperti amilase, yang berperan dalam perombakan cadangan makanan selama perkecambahan. Akibatnya, energi yang tersedia untuk pertumbuhan embrio menjadi terbatas sehingga vigor benih menurun. Hal ini didukung oleh Perdana *et al.* (2023) yang menjelaskan bahwa semakin lama penyimpanan, maka kecepatan tumbuh benih semakin menurun akibat kerusakan fisiologis selama penyimpanan.

Bobot Segar (BS)

Bobot segar merupakan variabel mutu fisiologis benih yang diperoleh dari berat kecambah segera setelah proses perkecambahan tanpa melalui pengeringan. Variabel ini menunjukkan kemampuan benih dalam menyerap air dan mendukung pertumbuhan awal kecambah. Nilai bobot segar yang tinggi mencerminkan vigor benih yang baik dan aktivitas metabolisme yang optimal, sedangkan penurunannya mengindikasikan terjadinya deteriorasi benih yang menghambat pertumbuhan kecambah (Copeland & McDonald, 2001).

Tabel 3 Rerata Bobot Segar

Suhu Penyimpanan	Durasi				Rerata
	D1 (0 jam)	D2 (24 jam)	D3 (48 jam)	D4 (72 jam)	
S1 (5°C)	1.95	1.83	2.1	1.85	1.69 ^a
S2 (20°C)	1.77	1.78	1.82	0.25	1.41 ^a
S3 (35°C)	1.4	0.93	0.35	0.07	0.79 ^b
Rerata	1.36	1.47	1.18	1.33	(-)

Keterangan : Tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi nyata antara suhu penyimpanan dan durasi AAT.

Berdasarkan hasil analisis ragam, suhu penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar benih, sedangkan durasi AAT dan interaksi keduanya tidak menunjukkan pengaruh nyata sehingga pembahasan dilakukan berdasarkan pengaruh faktor suhu secara parsial. Perlakuan suhu 5°C menghasilkan bobot segar kecambah tertinggi yaitu 1,69 dan berbeda nyata dibandingkan suhu 20°C maupun 35°C. Sebaliknya, suhu 35°C menghasilkan bobot segar terendah sebesar 0,79. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu rendah mampu mempertahankan vigor dan aktivitas fisiologis benih sehingga proses pertumbuhan kecambah berlangsung lebih optimal. Sementara itu, suhu tinggi mempercepat deteriorasi benih yang menyebabkan penurunan kemampuan pembentukan jaringan kecambah.

Penurunan bobot segar berkaitan dengan meningkatnya laju respirasi dan kerusakan membran sel yang mempercepat penggunaan cadangan makanan benih (Corbineau, 2024). Selain itu, deteriorasi benih menyebabkan kemampuan penyerapan air dan pembentukan jaringan baru menjadi terganggu akibat kerusakan membran dan meningkatnya akumulasi senyawa reaktif oksigen (*reactive oxygen species*/ROS). Kondisi tersebut menyebabkan pertumbuhan kecambah tidak berlangsung optimal sehingga bobot segar menurun. Menurunnya kemampuan sel

mempertahankan tekanan turgor juga menyebabkan pembentukan jaringan kecambah berlangsung kurang optimal sehingga akumulasi biomassa segar menjadi lebih rendah. Hal ini didukung oleh Irwan *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa suhu dan lama penyimpanan yang tinggi mempercepat penuaan benih melalui kerusakan oksidatif dan penurunan integritas fisiologis benih. Pada faktor durasi AAT, seluruh perlakuan durasi tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap bobot segar kecambah, meskipun secara numerik durasi 72 jam menghasilkan bobot segar terendah. Secara numerik, penurunan bobot segar pada durasi pengusangan yang lebih lama mengindikasikan bahwa deteriorasi benih dapat menyebabkan proses metabolisme dan pemanfaatan cadangan makanan menjadi kurang optimal sehingga pertumbuhan kecambah terhambat.

Bobot Kering (BK)

Bobot kering merupakan variabel mutu fisiologis benih yang diperoleh dari kecambah segar yang telah dioven hingga mencapai berat konstan. variabel ini menunjukkan kemampuan benih memanfaatkan cadangan makanan selama perkecambahan. Nilai bobot kering yang tinggi mencerminkan vigor benih yang baik, sedangkan penurunannya mengindikasikan terjadinya deteriorasi dan terganggunya aktivitas fisiologis benih.

Tabel 4. Rerata Bobot Kering

Suhu Penyimpanan	Durasi				Rerata
	D1 (0 jam)	D2 (24 jam)	D3 (48 jam)	D4 (72 jam)	
S1 (5°C)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07 ^a
S2 (20°C)	0.06	0.06	0.07	0.02	0.05 ^a
S3 (35°C)	0.05	0.04	0.02	0.01	0.04 ^b
Rerata	0.05	0.06	0.06	0.06	(-)

Keterangan : Tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi nyata antara suhu penyimpanan dan durasi AAT.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap bobot kering kecambah, sedangkan durasi AAT dan interaksi antara kedua faktor tidak berpengaruh nyata. Oleh karena itu, pembahasan dilakukan berdasarkan pengaruh faktor suhu secara parsial. Suhu 5°C menghasilkan bobot kering kecambah tertinggi yaitu 0,07 dan berbeda nyata dibandingkan suhu 20°C maupun 35°C. Sebaliknya, suhu 35°C menghasilkan bobot kering terendah sebesar 0,04. Kondisi ini menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu rendah mampu mempertahankan cadangan makanan dan aktivitas fisiologis benih sehingga pertumbuhan kecambah berlangsung lebih baik. Sementara itu, suhu tinggi mempercepat deteriorasi benih yang berdampak pada menurunnya kemampuan pembentukan biomassa kecambah. Rahman *et al.* (2024) menyatakan bahwa penyimpanan pada suhu rendah mampu mempertahankan kondisi fisiologis benih karena laju respirasi berlangsung lebih lambat sehingga degradasi cadangan makanan dapat ditekan.

Penurunan bobot kering menunjukkan bahwa proses translokasi dan pemanfaatan cadangan makanan selama perkecambahan berlangsung kurang efisien akibat deteriorasi benih. Kerusakan fisiologis yang terjadi menyebabkan pembentukan biomassa kecambah menjadi lebih rendah. Pada faktor durasi AAT, seluruh perlakuan durasi tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap bobot kering kecambah, meskipun secara numerik durasi 72 jam menghasilkan bobot kering terendah sebesar 0,03. Secara numerik, penurunan bobot kering pada durasi pengusangan yang lebih lama mengindikasikan bahwa deteriorasi benih dapat menyebabkan pemanfaatan cadangan makanan dan proses metabolisme selama perkecambahan menjadi kurang optimal sehingga pertumbuhan kecambah menurun.

Panjang Kecambah (P)

Panjang kecambah merupakan variabel mutu fisiologis benih yang diukur berdasarkan panjang akar dan plumula kecambah normal selama proses perkecambahan. variabel ini menunjukkan kemampuan benih dalam melakukan pertumbuhan awal melalui pemanfaatan cadangan makanan dan aktivitas metabolisme (Jannah *et al.*, 2024). Nilai panjang kecambah yang tinggi mencerminkan vigor benih yang baik, sedangkan penurunannya menunjukkan terjadinya deteriorasi benih yang menghambat pertumbuhan kecambah.

Tabel 5. Rerata Panjang Kecambah

Suhu Penyimpanan	Durasi				Rerata
	D1 (0 jam)	D2 (24 jam)	D3 (48 jam)	D4 (72 jam)	
S1 (5°C)	7.53	7.23	8.03	7.27	7.31 ^a
S2 (20°C)	7	7.03	7.17	2.27	4.64 ^b
S3 (35°C)	5.9	4.53	2.7	0.7	3.11 ^b
Rerata	5.73	6.15	5.01	3.73	(-)

Keterangan : Tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi nyata antara suhu penyimpanan dan durasi AAT.

Berdasarkan hasil analisis ragam, suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap panjang kecambah, sedangkan durasi AAT dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata sehingga pembahasan dilakukan secara parsial berdasarkan faktor suhu penyimpanan. Perlakuan suhu 5°C menghasilkan panjang kecambah tertinggi yaitu 7.31 cm dan berbeda nyata dibandingkan suhu 20°C maupun 35°C. Sementara itu, suhu 35°C menghasilkan panjang kecambah terendah sebesar 3.11. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu rendah mampu mempertahankan vigor benih sehingga pertumbuhan kecambah berlangsung lebih optimal, sedangkan suhu tinggi mempercepat deteriorasi yang menghambat pertumbuhan embrio. Ramdan *et al.* (2022) menyatakan bahwa suhu dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan kecambah benih. Hal ini didukung oleh Pangastuti *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa benih yang disimpan pada suhu rendah memiliki performa pertumbuhan kecambah lebih baik dibandingkan suhu tinggi selama penyimpanan.

Pada faktor durasi AAT, seluruh perlakuan durasi tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap panjang kecambah, meskipun secara numerik durasi 72 jam menghasilkan nilai panjang kecambah terendah sebesar 3,41. Penurunan panjang kecambah pada durasi pengusangan yang lebih lama menunjukkan bahwa deteriorasi benih menyebabkan aktivitas metabolisme selama perkecambahan terganggu sehingga pertumbuhan kecambah menjadi terhambat. Selain itu, deteriorasi benih dapat menurunkan aktivitas pembelahan dan pemanjangan sel akibat terganggunya sintesis energi selama perkecambahan. Kondisi tersebut menyebabkan pertumbuhan akar dan plumula menjadi lebih lambat sehingga panjang kecambah menurun.

Korelasi antar variabel

Tabel 6 Korelasi antar variabel

Variabel	DB	KCT	BS	BK	P
DB	1,00	0,98**	1,00**	0,99**	0,99**
KCT	0,98**	1,00	0,98**	1,00**	1,00**
BS	1,00**	0,98**	1,00	-0,29tn	0,99**
BK	0,99**	1,00**	-0,29tn	1,00	1,00**
P	0,99**	1,00**	0,99**	1,00**	1,00

Keterangan: DB = Daya Berkecambah; KCT = Kecepatan Tumbuh; BS = Benih Segar; BK = Benih Kering; P = Panjang Kecambah.
* = sangat nyata (1%); * = nyata (5%); tn = tidak nyata.**

Analisis hubungan antarvariabel mutu fisiologis benih dilakukan menggunakan uji korelasi Pearson pada taraf signifikansi 5% dan 1% dengan bantuan program SPSS. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar variabel memiliki hubungan positif sangat kuat dan signifikan. Daya berkecambah berkorelasi positif sangat kuat dengan kecepatan tumbuh, bobot segar, bobot kering, dan panjang kecambah. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan viabilitas benih diikuti oleh peningkatan vigor dan pertumbuhan kecambah.

Hubungan korelasi yang tinggi antar variabel menunjukkan bahwa mutu fisiologis benih saling berkaitan erat selama proses deteriorasi. Benih dengan daya berkecambah tinggi cenderung memiliki aktivitas metabolisme dan mobilisasi cadangan makanan yang lebih baik sehingga mampu menghasilkan pertumbuhan kecambah yang lebih cepat dan optimal. Sebaliknya, deteriorasi akibat suhu tinggi dan durasi AAT yang lebih lama menyebabkan peningkatan respirasi, kerusakan membran sel, dan akumulasi senyawa oksidatif yang menurunkan kemampuan benih dalam mempertahankan aktivitas fisiologisnya. Secara praktis, hubungan korelasi antarvariabel ini dapat digunakan sebagai indikator dalam menduga mutu benih di lapangan. Variabel kecepatan tumbuh, panjang kecambah, dan bobot kecambah dapat digunakan sebagai parameter pendukung untuk memperkirakan viabilitas dan vigor benih tanpa harus menunggu seluruh proses penyimpanan berlangsung dalam waktu lama. Dengan demikian, metode Accelerated Aging Test (AAT) dapat dimanfaatkan sebagai metode cepat untuk memprediksi daya simpan dan mutu fisiologis benih tomat selama penyimpanan. Hubungan korelasi yang kuat antarparameter menunjukkan bahwa variabel vigor benih dapat digunakan sebagai indikator pendukung dalam menduga mutu fisiologis dan potensi daya simpan benih secara lebih cepat dan praktis selama penyimpanan.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa suhu penyimpanan dan durasi Accelerated Aging Test (AAT) berpengaruh nyata terhadap mutu fisiologis benih tomat. Penyimpanan pada suhu 5°C mampu mempertahankan viabilitas dan vigor benih lebih baik dibandingkan suhu 20°C dan 35°C, sedangkan peningkatan durasi AAT menurunkan daya berkecambah, kecepatan tumbuh, bobot segar, bobot kering, dan panjang kecambah akibat proses deteriorasi benih. Interaksi kedua perlakuan hanya berpengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh.

Analisis korelasi menunjukkan bahwa seluruh parameter mutu fisiologis memiliki hubungan positif sangat kuat sehingga dapat digunakan sebagai indikator vigor dan daya simpan benih. Secara praktis, metode AAT hingga 72 jam dapat diterapkan dalam industri perbenihan sebagai metode pengujian cepat untuk menduga mutu dan ketahanan simpan benih sebelum distribusi, sedangkan penyimpanan pada suhu 5°C direkomendasikan untuk mempertahankan mutu fisiologis benih tomat selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Copeland, L., & Mcdonald, M. (2001). *Principles Of Seed Science And Technology*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1619-4>
- Copeland, L. O., & Mcdonald, M. B. (2001). *Seed Germination BT - Principles Of Seed Science And Technology* (L. O. Copeland & M. B. Mcdonald (Eds.); Pp. 72–123). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1619-4_5
- Corbineau, F. (2024). *The Effects Of Storage Conditions On Seed Deterioration And Ageing : How To Improve Seed Longevity*. 56–75.
- Ekowahyuni, L. P., Sutjahjo, S. H., & Sujiprihati, S. (2012). Metode Pengusangan Cepat Untuk Pengujian Vigor Daya Simpan Benih Cabai (*Capsicum Annuum L.*). *Jurnal Agronomi Indonesia*, 40(2), 132– 138.
- Halimursyadah. (2012). *Pengaruh Kondisi Simpan Terhadap Viabilitas Dan Vigor Benih Avicennia Marina (Forsk.)Vierh. Pada Beberapa Periode Simpan*. 17(2), 43–51.
- Irwan, A. W., Sunarto, T., & Wahyudin, A. (2024). *Pengaruh Penggunaan Jenis Desikan Dan Penyimpanan Terhadap Viabilitas Dan Vigor Benih Kedelai (G Lycine Max L . Merr .) Kultivar Anjasmoro*. 3(July), 55–65.
- Jannah, F. N., Budiman, C., & Permatasari, O. S. I. (2024). Penggunaan Citra Digital Dalam Pengembangan Metode Uji Cepat Vigor Benih Kacang Panjang (*Vigna Sinensis L.*) Melalui Pemunculan Radikula Use. *Bul. Agrohorti*, 12(2), 227–235.
- Kartiko, W. U., Hesti, M., Tata, L., & Triadiati, T. (2024). *Suhu Dan Masa Simpan Benih Memengaruhi Viabilitas Benih Mahoni (Swietenia Macrophylla King .) Temperature And Seed Storage Period Affect Mahogany Seed Viability (Swietenia Macrophyllaking .) .* 10(2), 67–77.
- Marcos-Filho, J. (2015). Seed Vigor Testing: An Overview Of The Past, Present And Future Perspective. *Scientia Agricola*, 72, 363–374. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>
- Pangastuti, D., Setiawan, K., Pramono, E., & Pertanian, F. (2019). *Pengaruh Suhu Ruang Dan Lama Penyimpanan Terhadap Vigor Benih Dan Kecambah Sorgum Varietas Super-2*. 7(3), 443–449.
- Perdana, M. A., Moeljani, I. R., & Soedjarwo, D. P. (2023). *Vigor Benih Coating Kedelai Effect Of Storage Periods And Storage Temperatures On*. 20(1).
- Rahman, A. R., Sari, M., Diaguna, R., Studi, P., & Departemen, H. (2024). *Peningkatan Daya Simpan Benih Kedelai (Glycine Max L.) Melalui Perlakuan Antar Periode Simpan Increasing The Storability Of Soybean (Glycine Max L.) Seed Through Seed Treatment In The Inter Storage Period*. 12(2), 207– 215.
- Ramdan, E. P., Kanny, P. I., Pribadi, E. M., & Budiman, B. (2022). Peranan Suhu Dan Kelembaban Selama Penyimpanan Benih Kedelai Terhadap Daya Kecambah Dan Infeksi Patogen Tular Benih. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 389. <https://doi.org/10.23960/Jat.V10i3.5136>
- Siregar, I. C., Najib, M., & Suparno, O. (2019). Strategi Pengembangan Usaha Tani Tomat Dalam Upaya Menembus Singapura (Studi Kasus Mitra Tani Parahyangan). *Jurnal Aplikasi Manajemen Dan Bisnis*, 5(1), 24–33.
- Taini, Z. F. (2018). *Pemanfaatan Alat Pengusangan Cepat Menggunakan Etanol Untuk Pendugaan Vigor Daya Simpan Benih Jagung (Zea Mays L.) Zulfa* [Institut Pertanian Bogor]. <https://journal.ipb.ac.id/bulagron/article/view/25844>