

## Pengembangan Metode Uji Cepat Vigor Benih Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.) melalui Pemunculan Radikula menggunakan Pengolahan Citra Digital

*The Development of a Rapid Seed Vigor Testing Method for Long Bean (*Vigna sinensis* L.) through Radicle Emergence utilizing Digital Image Processing*

Candra Budiman<sup>1\*</sup>, Farina Nurhasanah<sup>1</sup>, Satriyas Ilyas<sup>1</sup>, Abdul Qadir<sup>1</sup>, Endah Retno Palupi<sup>1</sup>, Ahmad Zamzami<sup>1</sup>, Ridwan Diaguna<sup>1</sup>

Diterima 13 Maret 2024/ Disetujui 30 April 2024

### ABSTRAK

Uji pemunculan radikula adalah metode alternatif yang menjanjikan untuk pengujian vigor benih secara cepat. Pengolahan citra digital merupakan suatu teknologi yang dapat digunakan dalam identifikasi mutu benih menggunakan metode pemunculan radikula yang lebih akurat dan waktu yang efisien. Penelitian bertujuan mengembangkan metode uji cepat vigor benih yang lebih efisien dan akurat dengan metode pemunculan radikula menggunakan pengolahan citra digital pada benih kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi dan Kesehatan Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, pada bulan Oktober 2023 hingga Januari 2024. Penelitian menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak satu faktor dengan empat ulangan sebagai kelompok. Penelitian menggunakan sepuluh varietas benih kacang panjang dan pengamatan uji pemunculan radikula dilakukan mulai jam ke 46 hingga jam ke 58 setelah tanam. Penelitian ini menemukan bahwa pengolahan citra digital dapat digunakan secara efektif pada uji pemunculan radikula untuk pengujian vigor benih kacang panjang. Uji pemunculan radikula berkorelasi kuat positif dengan tolok ukur daya berkecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh, serta berkorelasi kuat negatif dengan tolok ukur rata-rata waktu perkecambahan. Periode perkecambahan paling cepat dan tepat yang dapat digunakan untuk pengujian uji pemunculan radikula minimal 2 mm adalah 52 jam pada suhu  $25 \pm 2$ . Uji kemunculan radikula sebagai metode dapat diandalkan dan efisien untuk pengujian vigor benih kacang panjang, terutama jika dikombinasikan dengan teknologi pengolahan citra digital.

Kata kunci: cekaman salinitas, ImageJ, indeks vigor, kecepatan tumbuh, korelasi

### ABSTRACT

*Radicle emergence test represents a promising alternative method for rapid seed vigor assessment. Digital image processing stands as a technology viable for seed quality identification through a more precise and time-efficient radicle emergence method. The research endeavors to develop a more efficient and accurate method for testing seed vigor via radicle emergence utilizing digital image processing on Long Bean (*Vigna sinensis* L.) seeds. Conducted at the Seed Physiology and Health Laboratory, Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University, from October 2023 to January 2024, the study employed a completely randomized design with one factor and four replications as groups. Ten varieties of Long Bean seeds were utilized, and radicle emergence assessments were conducted from 46 to 58 hours after sowing. The findings indicate that digital image processing can effectively be utilized in radicle emergence assays for Long Bean seed vigor testing. Radicle emergence test exhibited a strong positive correlation with germination rate, vigor index, and growth rate, while showing a strong negative correlation with the average germination time. The most suitable and accurate germination period for a radicle emergence test of at least 2 mm is 52 hours at  $25 \pm 2$  °C. Radicle emergence assay proves reliable and efficient for testing Long Bean seed vigor, particularly when integrated with digital image processing technology.*

Keywords: correlation, growth rate, ImageJ, salinity stress, vigor index

<sup>1</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia  
E-mail: candrabudiman@apps.ipb.ac.id (\*penulis koresponden)

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak sayuran polong penting dari tanaman kacang-kacangan seperti kacang panjang, kacang tunggak, kacang Bogor, koro kratok, kacang merah, koro pedang, koro benguk dan kecipir (Rif'atunidaudina *et al.*, 2019). Kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan Indonesia dari famili Leguminosae yang mengandung banyak nutrisi dan disukai oleh masyarakat. Setiap 100 gram berat bersih kacang panjang mengandung 2.7 g protein, 0.3 g lemak, 7.8 g hidrat arang, dan menghasilkan 24 kg kalori (Samosir dan tambunan, 2021). Produksi nasional kacang panjang pada tahun 2021 yaitu 383.685 ton (BPS, 2021) dan pada tahun 2022 yaitu 360,817 ton (BPS, 2022). Penurunan produksi kacang panjang dapat disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya yaitu mutu benih yang digunakan. Mutu benih dapat dilihat dari viabilitas dan vigor benih, dimana vigor lebih dapat menggambarkan kemampuan benih untuk tumbuh pada kondisi suboptimum. Menurut Reed *et al.* (2022), vigor benih merupakan sifat agronomi yang kompleks yang mencakup umur benih, kecepatan perkecambahan, pertumbuhan bibit, dan toleransi terhadap stres.

Uji pemunculan radikula (*Radicle emergence*) merupakan metode alternatif pengujian vigor benih secara cepat. Uji pemunculan radikula dinilai sebagai metode yang sederhana dan cepat dengan mengukur panjang radikula pada tahap awal periode perkecambahan (Noeryanti *et al.*, 2022). Evaluasi pengujian pemunculan dilakukan ketika radikula telah tumbuh minimal sepanjang 2 mm (ISTA, 2018). Menurut Astuti *et al.* (2020), metode uji pemunculan radikula pada benih kedelai dapat menunjukkan kemunduran awal fisiologis benih dan rendahnya vigor suatu lot benih.

Pengujian radikula dapat lebih mudah dengan menggunakan teknologi pengolahan citra digital. Pengolahan citra digital (*digital image processing*) adalah teknik pengolahan citra atau gambar untuk memperoleh suatu informasi dari objek yang diamati. Citra adalah gambar atau bentuk visual dua dimensi dari bentuk fisik nyata tiga dimensi suatu objek (Putri, 2016). Citra adalah representasi objek dua dimensi dari dunia visual yang menyangkut berbagai macam disiplin ilmu diantaranya mencakup seni, astronomi, teknik, dan *human vision*. Citra terbentuk dari kumpulan piksel-piksel atau titik-titik yang berwarna yang berbentuk dua dimensi (Jumadi *et al.*, 2021). Penggunaan pengolahan citra digital dapat membantu proses pengujian menjadi lebih efisien dan memberikan hasil yang lebih akurat karena pengujian dilakukan secara otomatis, dapat menghindari data bias akibat faktor subjektivitas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode uji cepat vigor benih yang lebih efisien dan akurat dengan metode pemunculan radikula menggunakan pengolahan citra digital pada benih kacang panjang (*Vigna sinensis* L.).

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 hingga bulan Januari 2024, di Laboratorium Fisiologi dan Kesehatan Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bahan yang akan digunakan meliputi 10 varietas benih kacang panjang terdiri dari varietas Pertiwi, Panzer, Sadewa, Katrina, Jaliteng, Gizella, HI-7, Euro, Rumana, dan Anjani.

### Pengujian Pemunculan Radikula

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian untuk pengujian pemunculan radikula atau *radicle emergence* (RE) di laboratorium adalah Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) dengan faktor tunggal yaitu periode perkecambahan yang terdiri dari 7 taraf, yaitu 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58 jam  $\pm$  15 menit. Percobaan diulang sebanyak empat kali.

### Pengujian Mutu Fisiologis Benih di Laboratorium

Pengujian mutu fisiologis di laboratorium menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak dengan faktor tunggal. Pengamatan dilakukan terhadap daya berkecambah (DB), indeks vigor (IV), kecepatan tumbuh ( $K_{CT}$ ), potensi tumbuh maksimum (PTM), rata-rata waktu perkecambahan/*mean germination time* (MGT), dan vigor benih terhadap cekaman salinitas (NaCl). Uji mutu fisiologis benih kacang panjang dilakukan melalui pengujian vigor benih pada kondisi cekaman salinitas. Garam NaCl digunakan sebagai bahan yang memberikan cekaman salinitas terhadap benih dengan konsentrasi NaCl 0.35% dan NaCl 0.7%. Faktor yang akan diamati yaitu varietas benih yang berjumlah 10 varietas. Kelompok dibagi berdasarkan ulangan yaitu ulangan 1, 2, 3, dan 4.

### Prosedur Kerja

#### Pengujian pemunculan radikula dan pengambilan citra/gambar

Pengujian pemunculan radikula dilakukan menggunakan metode Uji di Atas Kertas. Setiap lot akan diulang sebanyak empat kali, setiap ulangan terdiri atas 25 butir benih. Benih dikecambahkan dalam germinator dengan suhu perkecambahan  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Setiap dua jam dilakukan pengamatan jumlah benih yang telah muncul radikulanya minimum 2 mm mulai dari jam ke-46 hingga jam ke-58. Ketika media kering atau kurang lembab dilakukan penyemprotan menggunakan akuades. Penyemprotan akuades bertujuan untuk meratakan kelembaban media supaya benih dapat berimbibisi optimal seperti pada metode UKDdp. Metode uji diatas kertas (UDK) dipilih untuk memudahkan pengamatan dan menjaga struktur benih kacang panjang dari kerusakan akibat pengamatan yang intensif (setiap 2 jam).

Pengambilan citra dilakukan dengan mengambil gambar menggunakan kamera ponsel yang diletakkan menggunakan overhead tripod dengan jarak 20 cm. Latar berwarna hitam digunakan pada pengambilan citra agar saat proses pengambilan citra terdapat kontras warna antara kecambah dengan media sehingga hasil gambar dapat terlihat lebih jelas. Gambar yang telah diambil diproses menggunakan perangkat lunak pengolah gambar yaitu ImageJ sehingga didapatkan data numerik berupa panjang perkecambahan.

### Pengambilan data panjang radikula dengan perangkat lunak pengolahan citra digital (ImageJ)

Pengolahan citra digital dilakukan dengan memproses gambar yang telah diambil dengan perangkat lunak pengolah gambar yaitu ImageJ. Berikut adalah tahapan dalam menggunakan aplikasi ImageJ sehingga didapatkan data numerik berupa panjang radikula:

- Proses dimulai dengan memasukkan file gambar benih yang telah dikumpulkan ke dalam aplikasi ImageJ
- Selanjutnya dilakukan pengaturan skala dengan cara menggunakan *tool straight line*, yakni menarik garis lurus pada penggaris dalam gambar sepanjang 1 mm, scale diubah menjadi jarak diketahui pada bagian *known distance* sehingga aplikasi akan menyesuaikan jarak menggunakan skala penggaris (1 mm), lalu pada kolom *unit of length* diubah menjadi (mm) sehingga satuan skala dalam aplikasi menjadi mm
- Setelah skala diatur, pengukuran panjang radikula kacang panjang dapat dilakukan dengan cara mengubah *tool* menjadi *segmented line*, lalu garis dapat ditarik pada bagian radikula muncul hingga ujung pertumbuhan
- Data numerik, termasuk panjang radikula (mm) didapatkan pada bagian *analyze - measure - result* (dengan menekan ctrl+m). Panjang radikula yang didapat lalu dikorelasikan dengan tolak ukur laboratorium serta lapangan pada aplikasi Microsoft Excel.

### Analisis data

Pengaruh dari perlakuan terhadap peubah yang diamati diuji menggunakan uji F pada tingkat kepercayaan 95% dengan aplikasi pengolahan data SAS 9.0. Perlakuan yang berpengaruh nyata terhadap peubah yang diamati maka dilakukan uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95%. Analisis korelasi dan regresi untuk menentukan waktu uji RE menggunakan aplikasi Microsoft excel 2019 dengan metode Pearson. Hasil pengujian RE dikorelasikan dengan hasil pengujian DB, MGT, IV,  $K_{CT}$ , dan PTM. Hasil pengujian RE juga dikorelasikan dengan uji vigor salinitas pada konsentrasi NaCl 0.35% dan 0.7%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu fisiologis benih digambarkan dari tinggi rendahnya daya hidup (viabilitas) benih dan vigor benih. Viabilitas dan

vigor merupakan dua hal yang saling berhubungan, umumnya penurunan vigor lebih awal dibandingkan penurunan viabilitas (Jasmi, 2016). Nilai viabilitas dan vigor benih dapat mencerminkan kriteria mutu fisiologis benih (Wahyuni dan Chrisna, 2019). Tolak ukur viabilitas dan vigor benih dapat dicerminkan oleh nilai daya berkecambah, kecepatan tumbuh, indeks vigor, dan potensi tumbuh maksimum (Sopian *et al.*, 2021).

Tabel 1 menyajikan hasil uji lanjut uji mutu fisiologis benih di laboratorium dengan menggunakan beberapa tolok ukur pengamatan. Suhu pengecambahan yang digunakan adalah 25 °C berdasarkan rekomendasi dari (ISTA, 2018). Hasil analisis menunjukkan bahwa varietas berpengaruh sangat nyata terhadap tolok ukur daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, rataan waktu pengecambahan, daya berkecambah cekaman salinitas 0.35% ( $DB_{0.35\%}$ ), indeks vigor cekaman 0.35% ( $IV_{0.35\%}$ ), dan daya berkecambah cekaman 0.7% ( $DB_{0.7\%}$ ). Pada tolok ukur PTM dan  $IV_{0.7\%}$  varietas berpengaruh nyata terhadap dua tolok ukur tersebut. Menurut Noeryanti *et al.* (2022) benih yang bervigor tinggi akan memiliki nilai kecepatan tumbuh yang tinggi dan nilai MGT yang rendah. Selain itu, Wahyuni dan Chrisna (2019) menjelaskan tolok ukur kecepatan tumbuh mengindikasikan vigor kekuatan tumbuh karena benih yang tumbuh cepat lebih mampu menghadapi kondisi lapangan yang suboptimum.

Tolak ukur daya berkecambah dan indeks vigor dengan cekaman salinitas pada varietas Panzer memiliki nilai lebih tinggi dibanding varietas lain yang digunakan pada percobaan, baik pada konsentrasi NaCl 0.35% maupun NaCl 0.7%. Hal ini mengindikasikan bahwa varietas Panzer memiliki vigor ketahanan salinitas lebih tinggi dibandingkan varietas lainnya. Secara umum nilai tolok ukur pada benih dengan cekaman salinitas memiliki nilai yang lebih rendah. Dianawati *et al.* (2013) menjelaskan bahwa proses imbibisi benih dapat terhambat oleh peningkatan konsentrasi NaCl karena kelarutan garam dapat menurunkan tekanan osmotik sehingga benih tidak dapat menyerap air dari lingkungan tumbuhnya yang diperlukan dalam mengaktifkan enzim untuk perkecambahan. Erinovita *et al.* (2008) menyatakan bahwa indeks vigor perkecambahan kacang panjang telah menurun pada kondisi cekaman salinitas dengan konsentrasi NaCl 0.25%.

### Korelasi Korelasi Persentase Pemunculan Radikula dengan Beberapa Tolak Ukur Mutu Fisiologis Benih

Analisis korelasi adalah analisis data yang dilakukan untuk menentukan keeratan hubungan antara dua variabel atau lebih yang digambarkan dengan ukuran koefisien korelasi. Korelasi dikatakan searah jika koefisien korelasi bernilai positif dan dikatakan tidak searah jika koefisien korelasi bernilai negatif (Wibowo dan Kurniawan, 2020). Koefisien korelasi dilambangkan ( $r$ ), nilai koefisien korelasi positif terbesar yaitu 1 dan nilai koefisien korelasi negatif terbesar yaitu -1, sedangkan nilai koefisien korelasi terkecil yaitu 0

Tabel 1. Mutu fisiologis dari sepuluh varietas kacang panjang

Varietas	Tolok ukur								
	DB (%)	IV (%)	PTM (%)	KCT (% / etmal)	MGT (Jam)	DB0.35% (%)	IV0.35% (%)	DB0.7% (%)	IV0.7% (%)
Pertiwi	90.0 a	49.0 a	98.5 a	18.8 a	52.8 c	73.0 a	27.0 bc	42.0 a	3.0 ab
Sadewa	82.0 ab	46.5 a	97.0 ab	15.9 b	54.6 abc	76.0 a	26.0 bcd	29.0 ab	1.0 b
Panzer	81.0 ab	49.5 a	98.0 ab	17.2 ab	53.6 bc	82.0 a	49.0 a	44.0 a	8.0 ab
Euro	73.5 bc	40.5 ab	97.0 ab	14.9 bc	55.4 ab	72.0 a	33.0 b	33.0 ab	1.0 b
Anjani	62.0 dc	31.0 bc	87.0 cd	12.9 cd	54.7 abc	44.0 c	9.0 d	24.0 ab	4.0 ab
Rumana	60.5 dc	24.0 c	94.0 abc	11.1 de	55.2 ab	50.0 bc	14.0 cd	24.0 ab	1.0 b
Gizella	55.5 d	30.5 bc	88.5 bcd	11.5 de	55.7 ab	47.0 bc	17.0 bcd	23.0 ab	2.0 b
Katrina	54.5 d	32.5 bc	92.5 abc	11.8 de	54.7 abc	47.0 bc	15.0 cd	15.0 b	0.0 b
Jaliteng	53.5 d	28.0 bc	96.0 abc	11.4 de	55.7 ab	65.0 ab	19.0 bcd	15.0 b	0.0 b
HI-7	48.5 d	20.5 c	81.0 d	9.8 e	56.8 a	41.0 c	11.0 cd	17.0 b	0.0 b
Pr > F	<0.0001	0.0002	0.0110	<0.0001	0.0049	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0261
Pr > F	**	**	*	**	**	**	**	**	*
KK (%)	10.7023	12.6874	6.4786	9.5953	2.2093	15.1297	5.1061	18.7268	2.9024

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, PTM = Potensi tumbuh maksimum,  $K_{CT}$  = kecepatan tumbuh, MGT = mean germination time,  $DB_{0.35\%}$  = daya berkecambah kondisi cekaman salinitas 0.35%,  $IV_{0.35\%}$  = indeks vigor kondisi cekaman salinitas 0.35%,  $DB_{0.7\%}$  = daya berkecambah kondisi cekaman salinitas 0.7%,  $IV_{0.7\%}$  = indeks vigor kondisi cekaman salinitas 0.7%. Pada kolom yang sama, angka dengan motasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT = 0.05.

(Sanny dan Dewi, 2020). Nilai uji pemunculan radikula dengan pengolahan citra digital memiliki korelasi positif dengan tolak ukur daya berkecambah, indeks vigor, potensi tumbuh maksimum, kecepatan tumbuh, dan daya berkecambah serta indeks vigor pada kondisi cekaman (Tabel 2). Korelasi yang positif menunjukkan bahwa nilai tolak ukur tersebut akan semakin tinggi seiring meningkatnya nilai uji pemunculan radikula, sedangkan tolak ukur rataan waktu pengecambahan memiliki korelasi negatif dengan nilai uji pemunculan radikula. Khusna *et al.* (2021) menjelaskan uji pemunculan radikula berkorelasi erat dengan rataan waktu pengecambahan, semakin rendah nilai rataan waktu pengecambahan maka waktu yang dibutuhkan untuk berkecambah semakin cepat.

Tolak ukur daya berkecambah memiliki korelasi kuat positif mulai periode pengecambahan 46 jam hingga 58 jam. Tolak ukur indeks vigor memiliki korelasi kuat positif pada periode pengecambahan 52 jam hingga 58 jam. Tolak ukur kecepatan tumbuh memiliki korelasi kuat positif pada periode pengecambahan 46 jam hingga 56 jam dan korelasi sangat kuat pada periode 58 jam (Tabel 3). Tolak ukur rataan waktu pengecambahan memiliki korelasi kuat negatif pada periode 46 jam hingga 58 jam. Tolak ukur potensi tumbuh maksimum memiliki korelasi yang lemah dengan uji pemunculan radikula, hal tersebut sesuai dengan penelitian Jannah (2023) bahwa tolak ukur potensi tumbuh maksimum pada pengujian benih kacang panjang memiliki korelasi yang lemah dengan uji pemunculan radikula. Tolak ukur daya berkecambah dan indeks vigor pada kondisi cekaman salinitas dengan

konsentrasi NaCl 0.7% nilai koefisien korelasi menurun seiring peningkatan periode pengecambahan.

Hubungan korelasi yang kuat antara hasil uji pemunculan radikula dengan tolak ukur daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan rataan waktu pengecambahan menunjukkan bahwa uji cepat pemunculan radikula dengan menggunakan pengolahan citra digital dapat digunakan untuk menduga daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan rataan waktu pengecambahan benih kacang panjang di laboratorium. Penelitian Khusna *et al.* (2021) pada benih jagung nilai uji pemunculan radikula pada jam pengamatan ke-51 dengan suhu 25 memiliki hubungan korelasi erat dan dapat memprediksi nilai daya berkecambah (DB), rataan waktu pengecambahan (MGT), indeks vigor (IV), kecepatan tumbuh ( $K_{CT}$ ), dan rataan waktu pemunculan bibit.

### Analisis Regresi Persentase Pemunculan Radikula dengan Mutu Fisiologis Benih

Analisis regresi merupakan suatu analisis statistik yang menjelaskan hubungan antara dua variabel, yaitu variabel terikat (Y) dan variabel bebas (X) (Prasetyo dan Helma 2022). Tujuan dilakukan analisis regresi untuk memperoleh nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan persamaan regresi (Kusumawardana *et al.*, 2019). Analisis regresi dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai  $R^2$  dan persamaan regresi antara uji pemunculan radikula dengan tolak ukur daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan

Tabel 2. Korelasi persentase pemunculan radikula dengan tolok ukur mutu fisiologis

Tolok ukur	Waktu pengecambahan (jam)						
	46	48	50	52	54	56	58
DB	0.617*	0.652*	0.611*	0.622*	0.638*	0.639*	0.671*
IV	0.587	0.578	0.596	0.635*	0.636*	0.643*	0.711*
PTM	0.365	0.395	0.408	0.419	0.465	0.440	0.481
KCT	0.732*	0.730*	0.718*	0.744*	0.764*	0.774*	0.810**
MGT	-0.654*	-0.700*	-0.744*	-0.747*	-0.728*	-0.673*	-0.667*
DB <sub>0.35%</sub>	0.403	0.392	0.376	0.424	0.447	0.466	0.540
IV <sub>0.35%</sub>	0.373	0.368	0.371	0.388	0.453	0.467	0.517
DB <sub>0.7%</sub>	0.459	0.436	0.419	0.405	0.401	0.385	0.396
IV <sub>0.7%</sub>	0.248	0.243	0.220	0.233	0.253	0.260	0.246

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, PTM = potensi tumbuh maksimum, K<sub>CT</sub> = kecepatan tumbuh, MGT = *mean germination time*, DB<sub>0.35%</sub> = daya berkecambah kondisi cekaman salinitas 0.35%. IV<sub>0.35%</sub> = indeks vigor kondisi cekaman salinitas 0.35%, DB<sub>0.7%</sub> = daya berkecambah kondisi cekaman salinitas 0.7%. IV<sub>0.7%</sub> = indeks vigor kondisi cekaman salinitas 0.7%. \* = berkorelasi kuat, \*\* = berkorelasi sangat kuat.

Tabel 3. Koefisien korelasi dan koefisien determinasi nilai pemunculan radikula dengan tolok ukur DB, IV, K<sub>CT</sub>, dan MGT

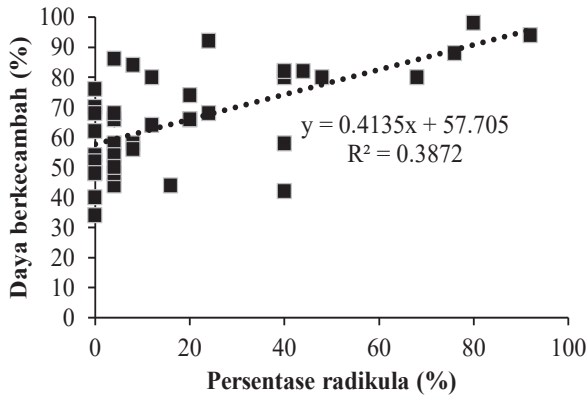
Waktu pengecambahan (jam)	DB		IV		K <sub>CT</sub>		MGT	
	r	R <sup>2</sup>	r	R <sup>2</sup>	r	R <sup>2</sup>	r	R <sup>2</sup>
46	0.617*	0.381	0.587	0.345	0.732*	0.535	-0.654*	0.427
48	0.652*	0.425	0.578	0.334	0.730*	0.532	-0.700*	0.490
50	0.611*	0.373	0.596	0.355	0.718*	0.516	-0.744*	0.554
52	0.622*	0.387	0.635*	0.403	0.744*	0.554	-0.747*	0.559
54	0.638*	0.407	0.636*	0.404	0.764*	0.584	-0.728*	0.530
56	0.639*	0.408	0.643*	0.414	0.774*	0.599	-0.673*	0.453
58	0.671*	0.450	0.711*	0.505	0.810**	0.656	-0.667*	0.444

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, KCT = kecepatan tumbuh, MGT = *mean germination time*, r = koefisien korelasi, R<sup>2</sup> = koefisien determinasi, \* = berkorelasi kuat, \*\* = berkorelasi sangat kuat.

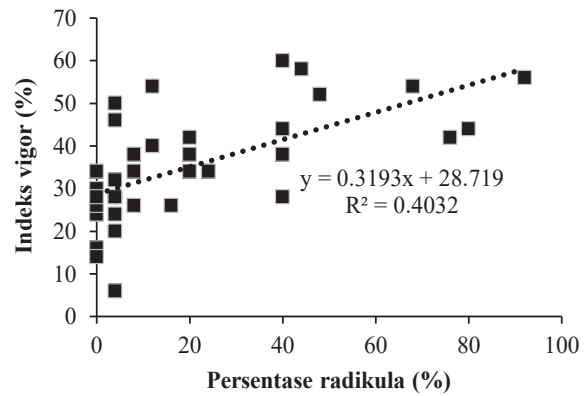
rataan waktu pengecambahan. Nilai uji pemunculan radikula memiliki arah hubungan regresi positif dengan tolok ukur daya berkecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh. Namun uji pemunculan radikula memiliki arah hubungan regresi negatif dengan tolok ukur rata-rata waktu pengecambahan.

Gambar 1, gambar 2, gambar 3, dan gambar 4 menunjukkan arah hubungan uji pemunculan radikula pada periode waktu pengecambahan 52 jam dengan tolok ukur daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan rata-rata waktu pengecambahan. Periode waktu pengecambahan pada 52 jam dipilih sebagai waktu pengamatan uji pemunculan radikula paling optimum. Periode waktu 52 jam setelah pengecambahan dipilih karena periode waktu tersebut memiliki hubungan korelasi yang kuat dan nilai koefisien determinasi yang tinggi dengan tolok ukur rata-rata waktu pengecambahan (MGT). Penelitian Khusna *et al.* (2021) menyampaikan bahwa pemilihan waktu pengamatan RE paling optimum didasarkan pada hubungan korelasi yang erat dan nilai

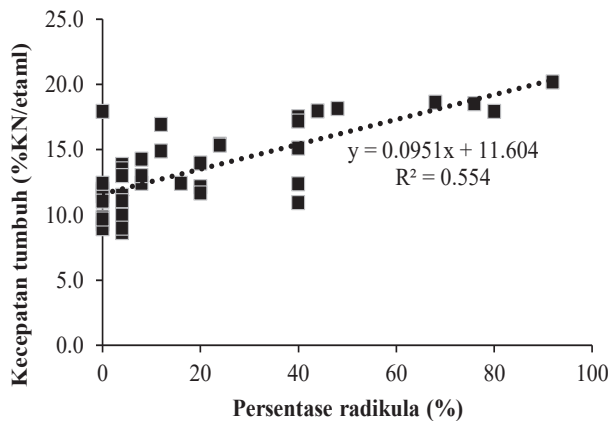
koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) waktu tersebut dengan nilai MGT. Penelitian Jannah (2023) pada benih kacang panjang, periode pengecambahan 52 jam dengan suhu 20 °C uji pemunculan radikula dapat menduga indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan rata-rata waktu pengecambahan. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, periode pengecambahan 52 jam dengan suhu 25 °C melalui pengolahan citra digital dapat menduga nilai daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan rata-rata waktu pengecambahan benih kacang panjang. Uji pemunculan radikula pada periode waktu pengecambahan 52 jam memiliki arah hubungan regresi positif pada tolok ukur daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan regresi negatif pada rata-rata waktu pengecambahan. Nilai koefisien determinasi tolok ukur daya berkecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh pada waktu pengecambahan 52 jam masing-masing sebesar 0.387; 0.403; 0.554; 0.559. Nilai koefisien determinasi menunjukkan bahwa nilai uji pemunculan radikula menggunakan pengolahan citra digital



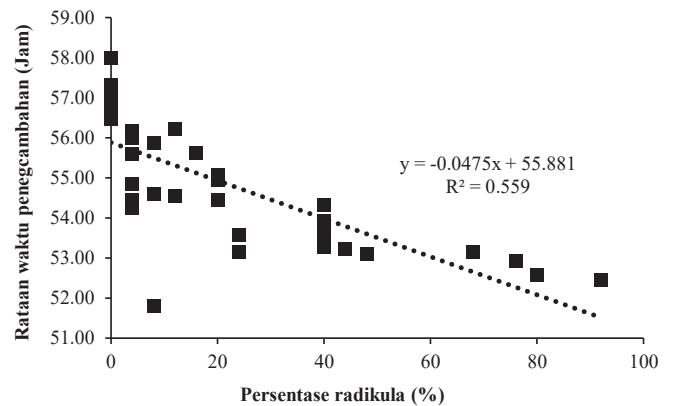
Gambar 1. Grafik hubungan linier antara persentase radikula dengan tolak ukur daya berkecambah



Gambar 2. Grafik hubungan linier antara persentase radikula dengan tolak ukur indeks vigor



Gambar 3. Grafik hubungan linier antara persentase radikula dengan tolak ukur kecepatan tumbuh



Gambar 4. Grafik hubungan linier antara persentase radikula dengan tolak rataan waktu pengecambahan

pada waktu pengecambahan 52 jam dapat menggambarkan keberagaman nilai daya berkecambah 38.7%, indeks vigor 40.3%, kecepatan tumbuh 55.4%, dan rataan waktu pengecambahan 55.9%.

### KESIMPULAN

Pengolahan citra digital dapat digunakan pada pengujian vigor benih dengan uji pemunculan radikula pada benih kacang panjang untuk mempermudah pengamatan dan perolehan data panjang radikula. Nilai uji pemunculan radikula memiliki korelasi kuat positif dengan tolak ukur daya berkecambah 0.622; indeks vigor 0.635; kecepatan tumbuh 0.744; dan berkorelasi negatif kuat dengan tolak ukur rataan waktu pengecambahan -0.747. Periode waktu pengecambahan 52 jam dapat digunakan sebagai periode waktu pengecambahan paling cepat pada pengujian pemunculan radikula benih kacang panjang. Uji pemunculan radikula pada periode waktu pengecambahan 52 jam dengan suhu 25 2 dapat menduga daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan

rataan waktu pengecambahan. Kondisi cekaman salinitas dengan konsentrasi NaCl 0.35% dan NaCl 0.7% berpengaruh terhadap viabilitas dan vigor benih, serta tidak berkorelasi dengan uji pemunculan radikula pada uji pemunculan radikula benih kacang panjang.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Institut Pertanian Bogor untuk dukungan finansial melalui skema Penelitian Dosen Muda IPB dengan nomor kontrak 11409 /IT3/PT.01.03/P/B/2023, Tahun Anggaran 2023.

### DAFTAR PUSTAKA

Astuti, F., C. Budiman, S. Ilyas. 2020. Pengembangan metode uji cepat vigor benih kedelai dengan pemunculan radikula. *J. Agron. Indonesia*. 48(2): 135–141. Doi: <https://doi.org/10.24831/jai.v48i2.29635>

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Statistik Hortikultura 2021. Jakarta: BPS-Statistic Indonesia.
- Dianawati, M., D.P. Handayani, Y.R. Matana, S.M. Belo. 2013. Pengaruh cekaman salinitas terhadap vigor dan viabilitas benih dua varietas kedelai (*Glycine max.* L.). *J. Agrotrop.* 3(2): 35-41.
- Erinnovita, M. Sari, D. Gunto. 2008. Invigorasi benih untuk memperbaiki perkecambahan kacang panjang (*Vigna unguiculata* Hask. ssp. *sesquipedalis*) pada cekaman salinitas. *Bul. Agron.* 36(3): 214-220. Doi: <https://doi.org/10.24831/jai.v36i3.1379>
- [ISTA] International Rules for Seed Testing. 2018. International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland, CH.
- Jannah F.N. 2023. Pengembangan Metode Uji Cepat Vigor Benih Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.) melalui Pemunculan Radikula menggunakan Pengolahan Citra Digital. [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Jasmi. 2016. Pengaruh konsentrasi NaCl dan varietas terhadap viabilitas, vigor, dan pertumbuhan vegetative benih kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *J. Agrotek Lestari.* 2(1): 11-15. Doi: <https://doi.org/10.35308/jal.v2i1.492>
- Jumadi, J., Y. Yupianti, D. Sartika. 2021. Pengolahan citra digital untuk identifikasi objek menggunakan metode hierarchical agglomerative clustering. *J. Sains dan Teknol.* 10(2): 148-156. Doi: <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v10i2.33636>
- Khusna, A.U., A. Zamzami, S. Ilyas. 2021. Modifikasi suhu uji pemunculan radikula untuk mempersingkat pengujian benih jagung. *J. Agron. Indonesia.* 49(3): 266-272. Doi: <https://doi.org/10.24831/jai.v49i3.39053>
- Noeryanti, I.D.S., A.M. Kartina, F.R. Eris. 2022. Pengembangan metode uji pemunculan radikula sebagai metode uji cepat viabilitas dan vigor pada beberapa varietas benih kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *J. Ilmu Pertanian Tirtayasa.* 4(1): 439-455.
- Prasetyo, R.A., Helma. 2022. Analisis regresi linear berganda untuk melihat factor yang berpengaruh terhadap kemiskinan di provinsi Sumatera Barat. *J. Mathematics UNP.* 7(2): 62-68. Doi: <https://dx.doi.org/10.24036/unpjomath.v7i2.12777>
- Putri, A.R. 2016. Pengolahan citra dengan menggunakan *web cam* pada kendaraan bergerak di jalan raya. *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit dan Pembelajaran Inform).* 1(1): 1-6. Doi: <https://doi.org/10.29100/jipi.v1i01.18>
- Reed, R.C., K.J. Bradford, I. Khanday. 2022. Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. *Heredity.* 128: 450-459. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41437-022-00497-2>
- Rif'atunidaudina, R., Sobir, A. Maharijaya. 2019. Keanekaragaman Sumberdaya Genetik Sayuran Polong Potensial di Indonesia berdasarkan Penanda Molekuler ISSR. *J. Hort. Indonesia.* 10(3): 161-172. Doi: <https://doi.org/10.29244/jhi.10.3.161-172>
- Samosir, O.M., G. Tambunan. 2021. Respon pertumbuhan dan hasil kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) terhadap pupuk organik dan pupuk daun. *J. Darma Agung.* 29(3): 430-440. Doi: <http://dx.doi.org/10.46930/ojsuda.v29i3.1227>
- Sanny, B.I., R.K. Dewi. 2020. Pengaruh net interest margin (NIM) terhadap return on asset (ROA) pada PT Bank Pengembangan Daerah Jawa Barat dan Banten Tbk periode 2013-2017. *J. Ekonomi Bisnis.* 4(1): 78-87. Doi: <https://doi.org/10.37339/e-bis.v4i1.239>
- Sopian, K.A., N. Nurmauli, Y.C. Ginting, Ermawati. 2021. Pengaruh varietas dan kelembaban pada viabilitas benih kedelai (*Glycine max* [L.[Merrill]) pascasimpan tujuh belas bulan. *J. Kelitbangan.* 9(3): 327-340. Doi: <https://doi.org/10.35450/jip.v9i03.274>
- Wahyuni, A., O. Chrisna. 2019. Hubungan antara uji pengecambahan benih dan kemunculan bibit di lapangan pada lima galur padi. *J. Planta Simbiosia.* 1(2): 13-22. Doi: <https://doi.org/10.25181/jplantasimbiosa.v1i2.1484>
- Wibowo, R.A., A.A. Kurniawan. 2020. Analisis korelasi dalam penentuan arah antar faktor pada pelayanan angkutan umum di kota Magelang. *Theta Omega: Journal of Electric Engineering, Computer and Information Technology.* 1(2): 45-50. Doi: <https://doi.org/10.31002/jeecit.v1i2.3552>