

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

*Use of Digital Imaging in Developing a Rapid Vigor Test Method for Long Bean (*Vigna sinensis* L.) Seeds through Radicle Emergence*

Fiki Nur Jannah<sup>1</sup>, Candra Budiman<sup>2\*</sup>, Okti Syah Isyani Permatasari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agronomi dan Hortikultura Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor (IPB University)

<sup>2</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, (IPB University) Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

\*Penulis Korespondensi [candraagh42@yahoo.com](mailto:candraagh42@yahoo.com)

Disetujui: 18 Maret 2024 / *Published Online* Mei 2024

**ABSTRACT**

Digital image technology is one of the identification techniques of seed quality with high accuracy in a short time. This technology uses the data on two dimensional images which is obtained. This research aims to develop seed vigor's quick test method of long bean (*Vigna sinensis* L.) by radicle emergence using digital image processing. The research was conducted using a completely randomized block design (CRBD) with one factor, which is seed lots, with 18 seed lots consisting of 6 varieties. Seeds were germinated using the between paper method in a standard germinator at a temperature of  $20 \pm 2$  °C. The observation started at the 38th hour to the 54th hour with 2 hours of intervals between every observation. This research was done by observing the number of seeds that have four categories of radicle length, that were  $\geq 1$  mm,  $\geq 2$  mm,  $\geq 50\%$  seed length, and  $\geq$  seed length. Then, the radicle data was analyzed using correlation and regression to a few measurements. Physiological seed quality measurements were used, i.e. germination, vigor index, growth rate, maximum growth potential, and normal seedling dry weight. Based on the results of research conducted, radicle length at the category the radicle length  $\geq 1$  mm and  $\geq 2$  mm had a strong correlation with vigor index and growth rate at the germinating time of 42 hours,  $\geq 50\%$  seed length had a strong correlation with vigor index and growth rate respectively at the time of germinating 46 hours dan 48 hours, and the category the radicle length  $\geq$  seed length only had a strong correlation with growth rate at the germinating time of 54 hours.

*Keywords:* correlation analysis, germinating period, radicle length, regression analysis, seed physiological quality

**ABSTRAK**

Teknologi citra digital merupakan salah satu teknik identifikasi mutu benih dengan tingkat keakuratan yang tinggi dalam waktu yang singkat. Teknologi ini menggunakan data yang terdapat pada citra dua dimensi yang diperoleh. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode uji cepat vigor benih kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) melalui uji pemunculan radikula (*radicle emergence*) menggunakan pengolahan citra digital. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak satu faktor yaitu lot benih dengan 18 lot benih yang terdiri dari 6 varietas. Benih dikecambahkan dengan metode *between paper* menggunakan germinator standar bersuhu  $20 \pm 2$  °C. Pengamatan dimulai pada jam ke-38 hingga jam ke-54 dengan interval antar pengamatan yaitu 2 jam. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati jumlah benih yang memiliki empat kategori panjang radikula, yaitu  $\geq 1$  mm,  $\geq 2$  mm,  $\geq 50\%$  panjang benih, dan  $\geq$  panjang benih. Data panjang radikula tersebut kemudian dianalisis korelasi dan regresi terhadap beberapa tolok ukur. Tolok ukur mutu fisiologis benih yang digunakan antara lain daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, potensi tumbuh maksimum, dan berat kering kecambah normal. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, panjang radikula pada kategori panjang radikula  $\geq 1$  mm dan  $\geq 2$  mm berkorelasi kuat dengan indeks vigor dan kecepatan tumbuh pada waktu pengecambahan mulai dari 42 jam,  $\geq 50\%$  panjang benih memiliki korelasi yang kuat dengan tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh masing-masing pada waktu pengecambahan 52 jam dan 54 jam, serta pada kategori panjang radikula  $\geq$  panjang benih hanya berkorelasi kuat dengan tolok ukur kecepatan tumbuh pada waktu pengecambahan 54 jam.

Kata kunci: analisis korelasi, analisis regresi, mutu fisiologis benih, panjang radikula, periode pengecambahan

## PENDAHULUAN

Kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Selain sebagai sayuran polong, kacang panjang juga dapat digunakan sebagai penyubur tanah karena pada akarnya terdapat bintil-bintil *rhizobium* yang dapat mengikat nitrogen bebas dari udara (Zuhroh dan Agustin, 2017). Seiring berjalannya waktu, permintaan pasar akan kacang panjang semakin meningkat akibat adanya peningkatan jumlah penduduk. Kondisi tersebut juga didukung oleh meningkatnya kesadaran masyarakat akan perlunya mengonsumsi makanan bergizi seimbang (Gunada *et al.*, 2015). Tingginya permintaan tersebut belum dapat terpenuhi. Hal ini salah satunya disebabkan oleh produktivitas kacang panjang yang cenderung menurun setiap tahunnya. Pada tahun 2015 dan 2016, permintaan kacang panjang menyentuh angka 852,280 ton dan 860,240 ton, sedangkan produksi pada tahun 2016 sebesar 388,071 ton. Angka produksi tersebut turun 0.52% atau setara dengan 7,453 ton (Purba, 2018). Rendahnya produksi kacang panjang ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti luas lahan dan kesuburan tanah yang terus menurun, teknik budidaya kurang sesuai, serta tingginya penggunaan varietas lokal turunan (Fauzi *et al.*, 2020).

Rendahnya penggunaan benih varietas unggul menyebabkan produksi kacang panjang tidak maksimal. Apabila ingin memperoleh hasil yang maksimal, benih yang ditanam hendaknya merupakan benih varietas unggul dengan mutu baik (Atman, 2012). Menurut Widajati *et al.* (2013), mutu benih terdiri dari mutu fisik, mutu fisiologis, mutu genetik, dan mutu kesehatan. Salah satu jenis mutu benih yang sering menjadi sorotan adalah mutu fisiologis. Mutu fisiologis benih dapat diamati melalui daya berkecambah (viabilitas benih) serta keserempakan dan keseragaman pertumbuhannya (vigor benih). Fatikhasari *et al.* (2022) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa indeks vigor suatu benih dapat diketahui dari rasio jumlah kecambah normal pada hitungan pertama dengan jumlah benih yang ditanam.

Vigor suatu benih, salah satunya kacang panjang, dapat diuji dengan uji daya berkecambah. Namun, uji daya berkecambah memerlukan waktu yang cenderung lama, yaitu hitungan pertama pada 5 HST dan hitungan kedua 8 HST (ISTA, 2018). Terdapat jenis pengujian vigor benih yang dengan waktu lebih singkat, yaitu uji pemunculan radikula (*radicle emergence test*). Pengujian ini cenderung lebih cepat karena radikula sudah dapat diamati

ketika panjangnya baru 2 mm (Onmiwol *et al.*, 2012).

Pengamatan radikula dapat dipermudah menggunakan pengolahan citra digital. Teknologi citra digital merupakan salah satu teknik identifikasi mutu benih dengan tingkat keakuratan yang tinggi dalam waktu yang singkat. Teknologi ini menggunakan data yang terdapat pada citra dua dimensi yang diperoleh. Data-data tersebut terletak dalam piksel. Data atau informasi dalam bentuk data RGB (*red, green, blue*) tersebut selanjutnya diekstrak dengan aplikasi citra digital. Pada pelaksanaannya, citra yang telah diperoleh dapat juga diubah menjadi citra biner sehingga bagian belakang (*background*) serta benih menjadi lebih kontras dan lebih mudah diamati. Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis untuk menentukan mutu fisiologis (vigor) benih yang sedang diuji (Adnan *et al.*, 2015). Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode uji cepat vigor benih kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) melalui uji pemunculan radikula (*radicle emergence*) menggunakan pengolahan citra digital.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Penyimpanan dan Pengujian Mutu Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada bulan Januari-Mei 2023. Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini antara lain 6 varietas benih kacang panjang, yaitu Pertiwi, Branjangan, Wulung, KP-1, Katrina, dan Metro Super. Masing-masing varietas dibagi menjadi 3 lot benih berbeda, yaitu lot benih tanpa pengusangan (kontrol), lot benih yang diusangkan selama 6 jam, serta lot benih yang diusangkan selama 12 jam. Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain alat pengecambah benih (germinator standar), timbangan digital, *sealer*, cawan petri, pinset, mistar/penggaris, lampu duduk 15 watt, *data logger Elitech RC-4HC*, *waterbath*, *hand sprayer*, tripod, *moisture meter*, alat tulis, gunting, kamera ponsel, *software* ImageJ, *software* Microsoft Excel, serta alat-alat pendukung lain.

Benih kacang panjang kemudian diuji vigornya dengan uji pemunculan radikula (*radicle emergence test*) dan uji fisiologis. Uji fisiologis tersebut antara lain terdiri dari uji daya berkecambah (DB), indeks vigor (IV), kecepatan tumbuh (KCT), potensi tumbuh maksimum (PTM), dan berat kering kecambah normal (BKKN). Uji pemunculan radikula dan uji fisiologis ini dilakukan menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLK) dengan satu faktor. Faktor yang diamati pada uji pemunculan

radikula yaitu periode perkecambahan benih.

Penelitian diawali dengan mengusangkan benih menggunakan metode *control deterioration test*. Pengusangan ini dimaksudkan untuk memperbanyak jumlah lot benih melalui penurunan viabilitas. Waktu pengusangan yang digunakan yaitu 6 jam dan 12 jam. Benih-benih tersebut selanjutnya diuji vigornya melalui uji pemunculan radikula. Pengujian dilakukan dengan metode *between paper* menggunakan germinator standar bersuhu  $20 \pm 2$  °C. Pengamatan dimulai pada jam ke-38 hingga jam ke-54. Pengamatan tersebut dilakukan sebanyak 9 kali, dengan interval antar pengamatan yaitu 2 jam. Pengujian selanjutnya adalah uji mutu fisiologis benih yang dilakukan dengan metode uji kertas digulung dan didirikan dalam plastik (UKDdp). ISTA (2018) menyebutkan bahwa suhu pengujian untuk perkecambahan kacang panjang adalah  $20 \leq 30$  °C atau 25 °C, tetapi menurut Somaatmadja (1993) tanaman kacang panjang dapat tumbuh baik pada kisaran suhu antara 20–30 °C dengan kelembaban udara harian berkisar antara 50%–90%, sehingga pengujian ini dilakukan dengan memasukkan gulungan benih pada germinator standar bersuhu  $20 \pm 2$  °C. Data dari tolok ukur daya berkecambah (DB) dan potensi tumbuh maksimum (PTM) dapat diperoleh dari pengamatan *first count* dan *final count*, indeks vigor (IV) dari *first count*, berat kering kecambah normal (BKKN) dari *final count*, dan kecepatan tumbuh (KCT) dari banyaknya kecambah normal yang diperoleh dari pengamatan setiap harinya.

Data-data yang diperoleh dari uji pemunculan radikula dan uji mutu fisiologis benih selanjutnya dianalisis menggunakan analisis korelasi dan analisis regresi. Menurut Suparto (2014), analisis korelasi merupakan metode analisis yang bertujuan mengetahui derajat hubungan dari dua variabel melalui koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi positif

menunjukkan bahwa hubungan variabel tersebut searah, sebaliknya apabila nilainya negatif maka hubungan variabelnya tidak searah. Apabila nilai koefisien korelasi = 0, maka variabel tersebut tidak berhubungan sama sekali. Analisis korelasi tersebut selanjutnya diikuti dengan analisis regresi. Menurut Syilfi *et al.* (2012), analisis regresi merupakan metode analisis yang bertujuan mengetahui korelasi dari satu atau lebih variabel bebas dengan satu variabel terikat. Apabila hanya terdapat satu variabel bebas, maka metode regresi tersebut disebut sebagai regresi linier sederhana, sedangkan jika terdapat dua atau lebih variabel bebas, maka metode tersebut disebut sebagai regresi linier berganda.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Enam Varietas Benih pada Beberapa Tolok Ukur Viabilitas dan Vigor Benih

Viabilitas merupakan kemampuan atau daya hidup benih yang ditunjukkan oleh pertumbuhan benih pada kondisi optimum, sedangkan vigor merupakan kemampuan hidup benih (diamati dari sifat-sifat benih yang mengindikasikan pertumbuhan dan perkembangannya) untuk tumbuh menjadi kecambah normal yang seragam dalam waktu yang cepat pada kondisi lingkungan sub optimum. Viabilitas memiliki beberapa tolok ukur, antara lain daya berkecambah (DB), potensi tumbuh maksimum (PTM), dan berat kering kecambah normal (BKKN), sedangkan tolok ukur vigor benih dapat diamati melalui indeks vigor (IV) dan kecepatan tumbuh (KCT) (Tefa, 2017).

Daya berkecambah tertinggi dimiliki oleh varietas Pertiwi yang diikuti dengan KP-1. Varietas Pertiwi dan KP-1 masing-masing memiliki daya berkecambah 95% dan 94%, sehingga keduanya tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT  $\alpha = 0.05$  yang ditunjukkan oleh huruf yang sama di samping nilai persentase dalam satu kolom (huruf a) (Tabel 1).

Tabel 1. Mutu fisiologis benih dari enam varietas kacang panjang

Varietas	Tolok ukur				
	DB (%)	IV (%)	KCT (%/etmal)	PTM (%)	BKKN (g)
Pertiwi	95a	90a	19.5a	98a	1.40a
KP-1	94a	85a	21.2a	98a	1.33a
Katrina	88ab	48b	15.6b	95a	1.25ab
Branjangan	83ab	61b	16.3b	90a	1.08ab
Metro Super	75b	49b	14.3b	91a	0.95b
Wulung	74b	45b	15.4b	92a	1.05ab
Pr > f	0.0464	0.0002	0.0001	0.4011	0.1440
KK (%)	11.0774	18.3407	10.0969	5.7617	19.2406

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, KCT = kecepatan tumbuh, PTM = potensi tumbuh maksimum. Pada kolom yang sama, angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT  $\alpha = 0.05$ .

Kelompok lain yang tidak berbeda yaitu varietas Branjangan dan Katrina dengan huruf ab, serta varietas Metro Super dan Wulung dengan huruf b. Hal serupa juga terjadi pada tolok ukur berat kering kecambah normal. Varietas Pertiwi dan KP-1 memiliki berat kering kecambah normal paling tinggi. Keduanya tidak berbeda nyata. Pada tolok ukur potensi tumbuh maksimum, semua varietas tidak berbeda nyata dengan rata-rata potensi tumbuh maksimum di atas 90%. Vigor benih dengan tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh menunjukkan hubungan yang berbanding lurus. Varietas Pertiwi dan KP-1 memiliki nilai indeks vigor dan kecepatan tumbuh tertinggi, yaitu 90% dan 85%, serta 19.48%/etmal dan 21.233%/etmal. Berbeda dengan kedua varietas tersebut, empat varietas lain memiliki vigor yang lebih rendah ditandai dengan nilai indeks vigor dan nilai kecepatan tumbuh yang lebih kecil dengan kondisi tidak berbeda nyata (nilai tolok ukur dalam satu kolom sama-sama huruf b). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Purba dan Suharsi (2017) yang menunjukkan bahwa vigor benih yang baik umumnya berbanding lurus dengan viabilitas benihnya. Benih dengan vigor

tinggi akan memiliki viabilitas yang tinggi pula. Suatu benih dikatakan memiliki viabilitas yang baik apabila memiliki daya berkecambah minimum 80%.

**Korelasi Persentase Pertumbuhan Radikula pada Setiap Kriteria Panjang Radikula dengan Beberapa Tolak Ukur Mutu Fisiologis Benih**

Analisis korelasi adalah bentuk analisis data yang bertujuan mengetahui hubungan antara dua variabel (Suparto, 2014). Menurut Paiman (2019), kuat atau lemahnya hubungan atau korelasi diukur pada interval 0 sampai dengan 1. Korelasi dikatakan searah jika koefisien korelasi bernilai positif. Jika koefisien korelasi bernilai negatif, maka korelasi dikatakan tidak searah. Jika koefisien korelasi tidak sama dengan nol, maka terdapat ketergantungan antara dua variabel tersebut. Korelasi persentase pertumbuhan radikula pada setiap kriteria panjang radikula dengan tolok ukur daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, potensi tumbuh maksimum, dan berat kering kecambah normal telah tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Korelasi persentase pertumbuhan radikula pada setiap kriteria panjang radikula dengan tolok ukur DB, IV, KCT, PTM, dan BKKN

Tolok ukur	Waktu pengecambahan (jam)								
	38	40	42	44	46	48	50	52	54
Persentase panjang radikula ≥ 1 mm									
DB	0.494	0.491	0.505	0.548	0.543	0.527	0.543	0.554	0.518
IV	0.562	0.583	<b>0.635*</b>	<b>0.684*</b>	<b>0.678*</b>	<b>0.670*</b>	<b>0.685*</b>	<b>0.708*</b>	<b>0.674*</b>
K <sub>CT</sub>	0.543	0.571	<b>0.644*</b>	<b>0.655*</b>	<b>0.651*</b>	<b>0.641*</b>	<b>0.647*</b>	<b>0.625*</b>	<b>0.627*</b>
PTM	0.459	0.449	0.484	0.510	0.493	0.470	0.460	0.455	0.456
BKKN	0.320	0.353	0.404	0.425	0.436	0.417	0.441	0.451	0.445
Persentase panjang radikula ≥ 2 mm									
DB	0.483	0.492	0.495	0.541	0.541	0.533	0.533	0.549	0.508
IV	0.534	0.574	<b>0.616*</b>	<b>0.675*</b>	<b>0.681*</b>	<b>0.666*</b>	<b>0.670*</b>	<b>0.700*</b>	<b>0.671*</b>
K <sub>CT</sub>	0.530	0.551	<b>0.646*</b>	<b>0.658*</b>	<b>0.653*</b>	<b>0.646*</b>	<b>0.648*</b>	<b>0.629*</b>	<b>0.625*</b>
PTM	0.467	0.447	0.481	0.504	0.493	0.477	0.457	0.451	0.452
BKKN	0.294	0.345	0.395	0.431	0.436	0.420	0.438	0.449	0.441
Persentase panjang radikula ≥ 50% panjang benih									
DB	0.434	0.454	0.424	0.498	0.530	0.526	0.517	0.533	0.516
IV	0.434	0.460	0.459	0.565	<b>0.626*</b>	<b>0.650*</b>	<b>0.646*</b>	<b>0.664*</b>	<b>0.678*</b>
K <sub>CT</sub>	0.446	0.479	0.483	0.555	0.593	<b>0.629*</b>	<b>0.668*</b>	<b>0.669*</b>	<b>0.676*</b>
PTM	0.448	0.464	0.409	0.466	0.479	0.484	0.499	0.493	0.447
BKKN	0.218	0.261	0.240	0.322	0.393	0.389	0.419	0.411	0.413
Persentase panjang radikula ≥ panjang benih									
DB	0.203	0.244	0.287	0.341	0.418	0.420	0.413	0.444	0.476
IV	0.160	0.209	0.272	0.357	0.469	0.491	0.505	0.550	0.582
K <sub>CT</sub>	0.269	0.290	0.325	0.385	0.441	0.511	0.521	0.590	<b>0.656*</b>
PTM	0.254	0.299	0.323	0.365	0.373	0.391	0.372	0.437	0.467
BKKN	0.052	0.009	0.062	0.124	0.208	0.223	0.243	0.304	0.384

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, KCT = kecepatan tumbuh, PTM = potensi tumbuh maksimum, BKKN = berat kering kecambah normal.

Kategori persentase panjang radikula  $\geq 1$  mm memiliki korelasi luas dengan tolok ukur IV dan KCT. Korelasi sudah termasuk dalam kategori kuat mulai dari jam ke 42 hingga jam ke 54 (interval waktu pengecambahan 2 jam). Koefisien korelasi untuk tolok ukur indeks vigor berturut-turut 0.635, 0.684, 0.678, 0.670, 0.685, 0.708, dan 0.674, sedangkan untuk kecepatan tumbuh berturut-turut 0.644, 0.655, 0.651, 0.641, 0.647, 0.625, dan 0.627. Kondisi serupa juga teridentifikasi pada kategori persentase panjang radikula  $\geq 2$  mm, tetapi kategori ini memiliki nilai koefisien korelasi yang berbeda dengan sebelumnya. Kategori panjang radikula  $\geq 50\%$  panjang benih juga memiliki korelasi luas dengan dua tolok ukur, yaitu indeks vigor dan kecepatan tumbuh dengan waktu pengecambahan masing-masing 46 jam dan 48 jam hingga 54 jam. Korelasi yang dihasilkan pun tergolong kuat dengan nilai korelasi tertinggi pada tolok ukur indeks vigor sebesar 0.678 dan kecepatan tumbuh 0.676. Terakhir adalah kategori panjang radikula  $\geq$  panjang benih. Kategori ini memiliki nilai korelasi yang kuat pada tolok ukur kecepatan tumbuh yaitu sebesar 0.656. Koefisien korelasi antara indeks vigor dan kecepatan tumbuh dengan persentase panjang radikula yang berada pada selang  $r > 0.6$  menunjukkan bahwa ketika persentase panjang radikula meningkat, maka indeks vigor dan kecepatan tumbuh juga akan meningkat.

Koefisien korelasi juga dapat bernilai +1 atau -1. Jika koefisien korelasi bernilai +1, maka korelasi dikatakan sempurna dengan kemiringan positif. Apabila suatu koefisien korelasi bernilai -1, maka korelasi dikatakan sempurna dengan kemiringan negatif (berlawanan arah). Nilai

negatif menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut memiliki korelasi yang sangat lemah (sangat rendah) dan berjalan dengan arah yang berlawanan atau berkebalikan. Arti dari berlawanan yang dimaksud adalah adanya peningkatan pada variabel X (persentase panjang radikula) akan diikuti dengan penurunan pada variabel Y (tolok ukur yang digunakan) (Paiman, 2019).

### Analisis Regresi Persentase Pertumbuhan Radikula pada Setiap Kategori Panjang Radikula dengan Mutu Fisiologis Benih

Analisis regresi linier merupakan salah satu bentuk analisis dalam statistika yang digunakan untuk menjelaskan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat (Marcus *et al.*, 2012). Regresi persentase pertumbuhan radikula pada kategori panjang radikula dengan mutu fisiologis benih, khususnya indeks vigor dan kecepatan tumbuh telah tersaji pada Tabel 3. Regresi tersebut berkaitan erat dengan korelasi yang telah dianalisis sebelumnya. Hasil analisis korelasi pada tabel tersebut menunjukkan bahwa kategori panjang radikula  $\geq 1$  mm memiliki hubungan kuat dengan indeks vigor dan kecepatan tumbuh, mulai dari waktu pengecambahan 42 jam hingga 54 jam. Korelasi paling kuat terjadi pada tolok ukur indeks vigor dengan nilai koefisien korelasi 0.708 pada waktu pengecambahan 52 jam, dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0.501 (Gambar 1). Kedua koefisien tersebut menunjukkan bahwa indeks vigor benih kacang panjang dapat digambarkan sebanyak 50.1% oleh persentase panjang radikula  $\geq 1$  mm, sedangkan 49.9% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Tabel 3. Regresi persentase pertumbuhan radikula pada kategori persentase panjang radikula  $\geq 1$  mm dan  $\geq 2$  mm dengan tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh

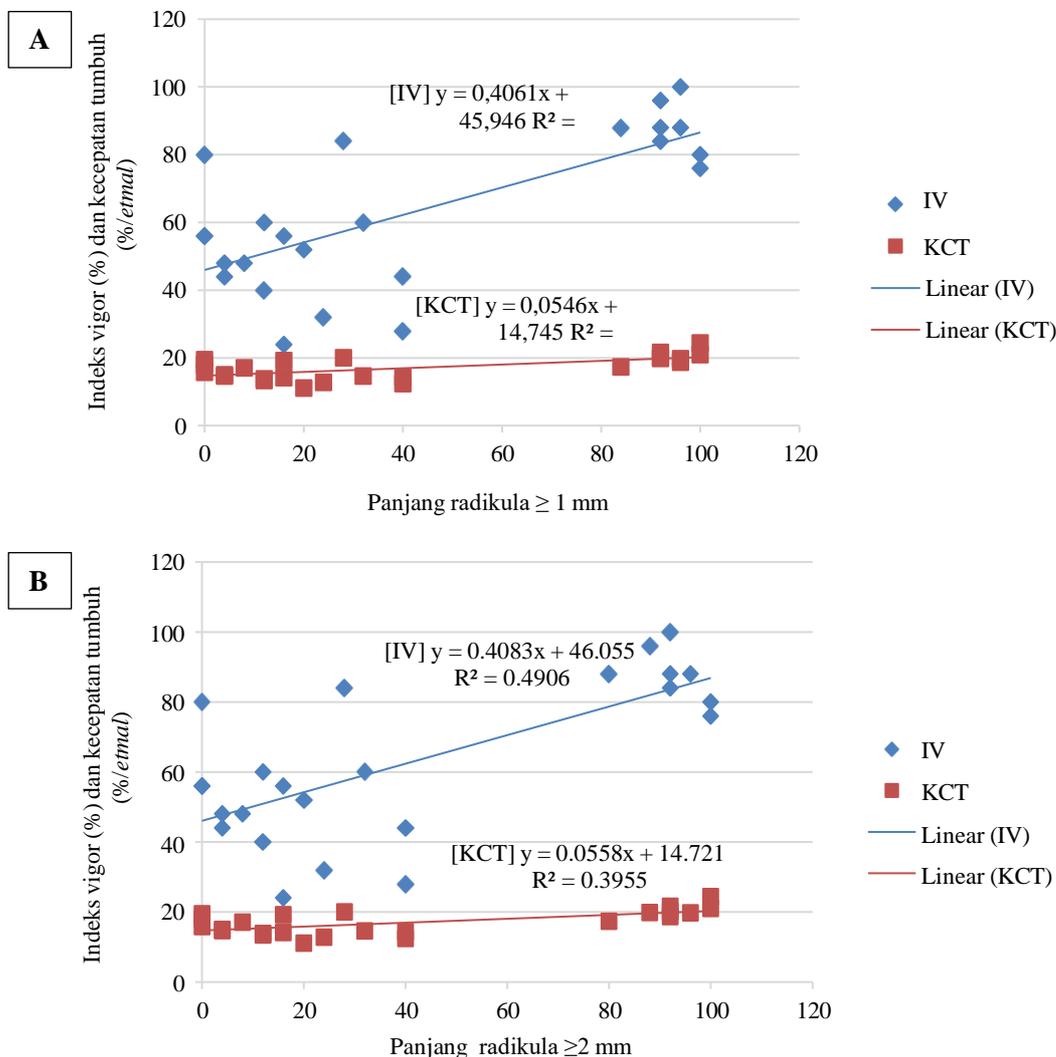
Waktu pengecambahan (jam)	IV		KCT	
	r	$R^2$	r	$R^2$
Persentase panjang radikula $\geq 1$ mm				
42	0.635*	0.403	0.644*	0.415
44	0.684*	0.468	0.655*	0.429
46	0.678*	0.460	0.651*	0.424
48	0.670*	0.448	0.641*	0.411
50	0.685*	0.469	0.647*	0.419
52	0.708*	0.501	0.625*	0.391
54	0.674*	0.455	0.627*	0.364
Persentase panjang radikula $\geq 2$ mm				
42	0.616*	0.379	0.646*	0.417
44	0.675*	0.456	0.658*	0.433
46	0.681*	0.464	0.653*	0.427

Keterangan: IV = indeks vigor, KCT = kecepatan tumbuh, r = koefisien korelasi,  $R^2$  = koefisien regresi, \* = berkorelasi kuat, \*\* = berkorelasi sangat kuat.

Tabel 3. Regresi persentase pertumbuhan radikula pada kategori persentase panjang radikula  $\geq 1$  mm dan  $\geq 2$  mm dengan tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh (*Lanjutan*)

Waktu pengecambahan (jam)	IV		KCT	
	r	R <sup>2</sup>	r	R <sup>2</sup>
48	0.666*	0.443	0.646*	0.417
50	0.670*	0.450	0.648*	0.420
52	0.700*	0.491	0.629*	0.395
54	0.671*	0.451	0.625*	0.362

Keterangan: IV = indeks vigor, KCT = kecepatan tumbuh, r = koefisien korelasi, R<sup>2</sup> = koefisien regresi, \* = berkorelasi kuat, \*\* = berkorelasi sangat kuat.



Gambar 1. Grafik hubungan linier antara A) panjang radikula  $\geq 1$  mm dan B) panjang radikula  $\geq 2$  mm dengan tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh pada waktu pengecambahan 52 jam

Hasil regresi pada kategori panjang radikula  $\geq 50\%$  panjang benih dan  $\geq$  panjang benih ditunjukkan oleh Tabel 4. Kategori panjang radikula  $\geq 50\%$  panjang benih berkorelasi kuat dengan indeks vigor dan kecepatan tumbuh mulai dari 46 jam hingga 54 jam. Kategori persentase panjang radikula  $\geq$  panjang benih hanya berkorelasi kuat dengan tolok ukur kecepatan

tumbuh pada waktu pengecambahan 54 jam, dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0.656 dan koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) sebesar 0.414. Nilai koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa indeks vigor benih kacang panjang dapat digambarkan sebanyak 41.4% oleh persentase panjang radikula  $\geq$  panjang benih, sedangkan 58.6% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Hal

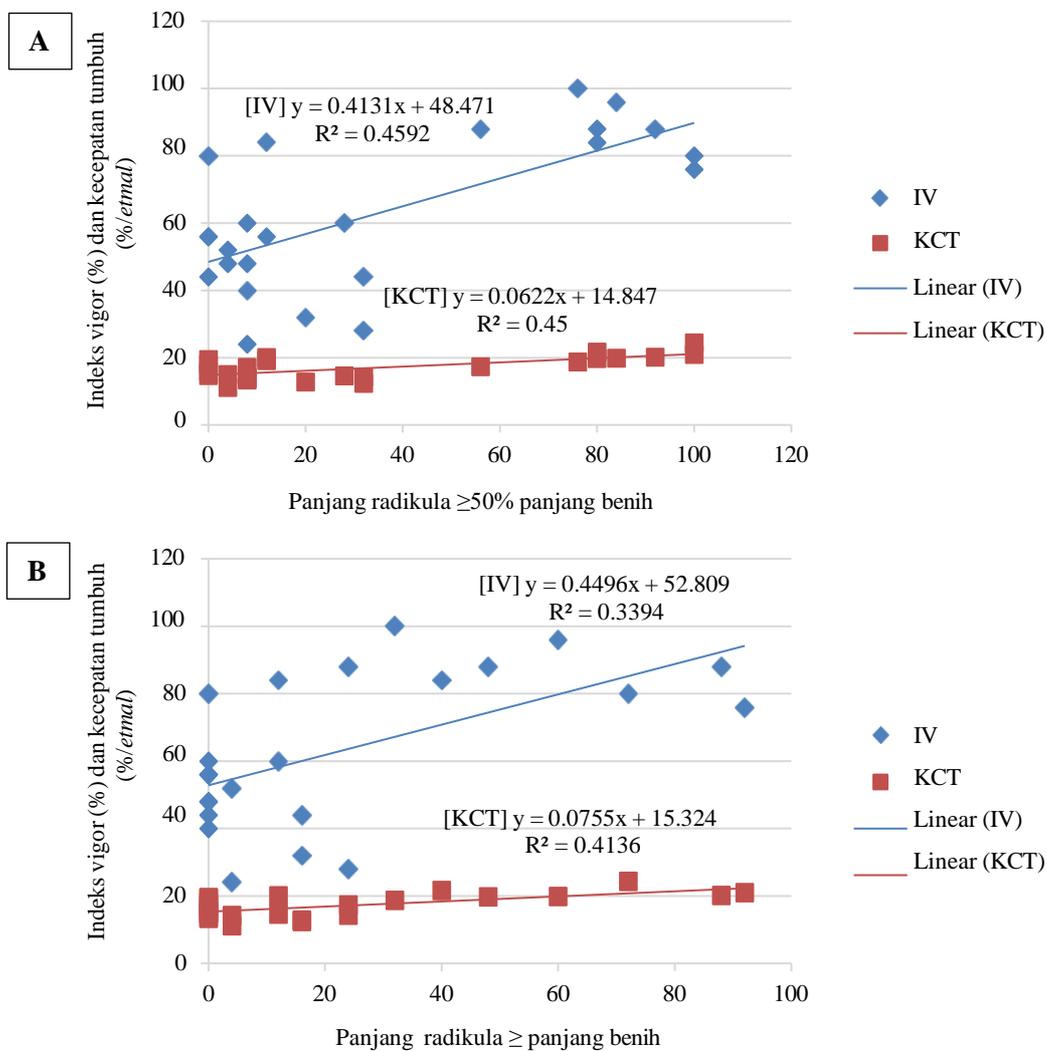
tersebut sesuai dengan hasil penelitian Sinabela *et al.* (2014) yang menyebutkan bahwa koefisien determinasi dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kesesuaian hubungan antara variabel bebas

(dalam hal ini kategori persentase panjang radikula  $\geq 50\%$  panjang benih dan  $\geq$  panjang benih) dan variabel terikat (indeks vigor dan kecepatan tumbuh) dalam suatu regresi linier.

Tabel 4. Regresi persentase pertumbuhan radikula pada kategori persentase panjang radikula  $\geq 50\%$  panjang benih dan  $\geq$  panjang benih dengan tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh

Waktu pengecambahan (jam)	IV		KCT	
	r	R <sup>2</sup>	r	R <sup>2</sup>
Persentase panjang radikula $\geq 50\%$ panjang benih				
46	0.626*	0.392		
48	0.650*	0.422	0.629*	0.396
50	0.646*	0.417	0.668*	0.446
52	0.664*	0.441	0.669*	0.448
54	0.678*	0.459	0.676*	0.450
Persentase panjang radikula $\geq$ panjang benih				
54	0.582	0.339	0.656*	0.414

Keterangan: IV = indeks vigor, KCT = kecepatan tumbuh, r = koefisien korelasi, R<sup>2</sup> = koefisien regresi, \* = berkorelasi kuat, \*\* = berkorelasi sangat kuat



Gambar 2. Grafik hubungan linier antara A) panjang radikula  $\geq 50\%$  dan B) panjang radikula  $\geq$  panjang benih dengan tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh pada waktu pengecambahan 54 jam

**Pengujian Model Pendugaan Metode Radicle Emergence**

Regresi persentase pertumbuhan radikula dengan tolok ukur mutu fisiologis benih skala laboratorium, dalam hal ini indeks vigor dan kecepatan tumbuh telah tersaji pada Tabel 5. Tolok ukur indeks vigor memiliki nilai koefisien ( $r$ ) > 0.6 (kuat) pada kategori panjang radikula  $\geq 1$  mm,  $\geq 2$  mm, dan  $\geq 50\%$  panjang benih dengan nilai korelasi dugaan- akurat masing-masing 0.708, 0.700, dan 0.678, sedangkan pada kategori panjang radikula  $\geq$  panjang benih memiliki nilai koefisien korelasi dugaan-aktual sebesar 0.582 yang tergolong dalam kategori sedang. Uji  $t$  parsial ( $T \leq t$  two tail) lebih dari 0.05 menunjukkan bahwa model persamaan linier  $y = 0.4061x + 45.946$  ( $\geq 1$  mm, 52 jam),  $y = 0.4083x + 46.055$  ( $\geq 2$  mm, 52 jam),  $y = 0.4131x + 48.471$  ( $\geq 50\%$  panjang benih, 54 jam), dan  $y = 0.4496x + 52.809$  ( $\geq$  panjang benih, 54 jam) akan

menghasilkan nilai yang tidak berbeda nyata. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa persamaan-persamaan di atas dapat digunakan untuk menduga indeks vigor benih kacang panjang pada taraf waktu yang direkomendasikan.

Pengujian model persamaan linier pada tolok ukur kecepatan tumbuh benih kacang panjang juga menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Uji  $t$  parsial ( $T \leq t$  two tail) lebih dari 0.05 menunjukkan bahwa model persamaan linier  $y = 0.0546x + 14.745$  ( $\geq 1$  mm, 52 jam),  $y = 0.0558x + 14.721$  ( $\geq 2$  mm, 52 jam),  $y = 0.0622x + 14.847$  ( $\geq 50\%$  panjang benih, 54 jam), dan  $y = 0.0755x + 15.324$  ( $\geq$  panjang benih, 54 jam) masing-masing menghasilkan nilai  $P(T \leq t)$  two-tail sebesar 0.998, 0.999, 0.976, dan 0.999. Melalui uji  $t$  parsial yang dapat diketahui bahwa persamaan-persamaan di atas dapat digunakan untuk menduga kecepatan tumbuh benih kacang panjang pada taraf waktu yang direkomendasikan.

Tabel 5. Hasil uji model pendugaan tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh dengan empat kategori panjang radikula menggunakan nilai korelasi dan uji  $t$  parsial

Kategori panjang radikula	Waktu pengecambahan	Model persamaan linier	Korelasi dugaan- aktual	Uji $t$ parsial ( $T \leq t$ two tail)
<b>Indeks vigor</b>				
$\geq 1$ mm	52 jam	$y = 0.4061x + 45.946$	0.708*	0.999tn
$\geq 2$ mm	52 jam	$y = 0.4083x + 46.055$	0.700*	0.999tn
$\geq 50\%$ PJB	54 jam	$y = 0.4131x + 48.471$	0.678*	0.999tn
$\geq$ PJB	54 jam	$y = 0.4496x + 52.809$	0.582	0.999tn
<b>Kecepatan tumbuh</b>				
$\geq 1$ mm	52 jam	$y = 0.0546x + 14.745$	0.625*	0.998tn
$\geq 2$ mm	52 jam	$y = 0.0558x + 14.721$	0.629*	0.999tn
$\geq 50\%$ PJB	54 jam	$y = 0.0622x + 14.847$	0.676*	0.976tn
$\geq$ PJB	54 jam	$y = 0.0755x + 15.324$	0.656*	0.999tn

Keterangan: \* = berkorelasi kuat, \*\* = berkorelasi sangat kuat, uji  $t$  parsial yang digunakan menggunakan asumsi nilai dugaan dan aktual yang memiliki keragaman yang sama.

**KESIMPULAN**

Pengolahan citra digital untuk mengukur panjang radikula benih kacang panjang dapat dijadikan sebagai alternatif pengujian cepat vigor benih, salah satunya kacang panjang. Pengecambahan yang dilakukan pada germinator standar dengan suhu  $20 \pm 2$  °C ini menghasilkan pertumbuhan radikula yang memiliki korelasi kuat dengan tolok ukur indeks vigor dan kecepatan berkecambah, dengan waktu yang direkomendasikan yaitu 52 jam dan 54 jam. Pemilihan taraf waktu tersebut sebagai waktu yang direkomendasikan untuk pengujian selanjutnya adalah adanya korelasi yang kuat dengan dua tolok ukur yang telah disebutkan sebelumnya. Penelitian ini memerlukan adanya pengembangan secara

terus-menerus pada uji pemunculan radikula menggunakan pengolahan citra digital untuk memperoleh alternatif pengujian vigor yang lebih cepat dengan data yang lebih akurat.

**DAFTAR PUSTAKA**

Adnan, M.L. Widiastuti, S. Wahyuni. 2015. Identifikasi varietas padi menggunakan pengolahan citra digital dan analisis diskriminan. J. Penelitian Pertanian Pangan. 34(2):89-96. <https://doi.org/10.21082/jpftp.v34n2.2015.p89-96>

- Atman. 2012. Keragaman beberapa galur harapan kacang tanah pada lahan kering masam di Sumatera Barat. *J. Penelitian Pertanian Terapan*. 12(2):96-102.
- Fauzi, R., T.B.H. Zulkifli, K. Tampubolon, I.A. Putra, Y. Berliana, D. Kurniawan, Razali, O.S. Sijabat. 2020. Penerapan limbah kotoran sapi dan kapur kalsium oksida (CaO) pada pertumbuhan dan produksi tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *J. Agroteknologi dan Perkebunan*. 3(1):37-47. <https://doi.org/10.36490/agri.v3i1.86>
- Fatikhasari, Z., I.Q. Lailaty, D. Sartika, M.A. Ubaidi. 2022. Viabilitas dan vigor benih kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.), kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek), dan jagung (*Zea mays* L.) pada temperatur dan tekanan osmotik berbeda. *J. Ilmu Pertanian Indonesia*. 27(1):7-17. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.1.7>
- Gunada, A.A.G.A., L.P. Wrasati, D.A.A. Yuarini. 2015. Distribusi dan penanganan pascapanen kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) dari Kecamatan Baturiti ke Kota Denpasar. *J. Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 3(2):69-79.
- [ISTA] International Rules for Seed Testing. 2018. International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland, CH.
- Marcus, G.L., H.J. Wattimanela, Y.A. Lesnussa. 2012. Analisis regresi komponen utama untuk mengatasi masalah multikolinieritas dalam analisis regresi linier berganda (studi kasus: curah hujan di Kota Ambon tahun 2010). *J. Berekeng*. 6(1):31-40. <https://doi.org/10.30598/barekengvol6iss1p31-40>
- Onmiwol, D., S. Chanprame, T. Thongket. 2012. Arrest of cell cycle associated with delayed radicle emergence in deteriorated cucumber seed. *Seed Science and Technology*. 40(2):238-247. <https://doi.org/10.15258/sst.2012.40.2.09>
- Paiman. 2019. Teknik Analisis Korelasi dan Regresi Ilmu-ilmu Pertanian. Yogyakarta: UPY Press.
- Purba, F.B.B. 2018. Pengaruh pemberian pupuk NPK dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas polong muda kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) [skripsi]. Jember: Universitas Jember.
- Purba, E.Z., T.K. Suharsi. 2017. Pengujian viabilitas dan vigor benih kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.). *Bul. Agrohorti*. 5(1):77-87. <https://doi.org/10.29244/agrob.5.1.77-87>
- Sinabela, D.S., S. Ariswoyo, H.R. Sitep. 2014. Menentukan koefisien determinasi antara estimasi M dengan type welsch dengan least trimmed square dalam data yang mempunyai pencilan. *J. Saintia Matematika*. 2(3):225-235.
- Somaatmadja, S. 1993. Prosea Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 1 Kacang kacang. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Suparto. 2014. Analisis korelasi variabel-variabel yang mempengaruhi mahasiswa dalam memilih perguruan tinggi. *J. IPTEK*. 18(2):1-9.
- Syilfi, D. Ispriyanti, D. Safitri. 2012. Analisis regresi linier *piecewise* dua segmen. *J. Gaussian*. 1(1):219-228.
- Tefa, A. 2017. Uji viabilitas dan vigor benih padi (*Oryza sativa* L.) selama penyimpanan pada tingkat kadar air yang berbeda. *J. Pertanian Konservasi Lahan Kering*. 2(3):48-50. <https://doi.org/10.32938/sc.v2i03.210>
- Widajati, E., E. Murniati, E.R. Palupi, T. Kartika, M.R. Suhartanto, A. Qadir. 2013. Dasar Ilmu dan Teknologi Benih. Bogor: IPB Press.
- Zuhroh, M.U., D. Agustin. 2017. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) terhadap jarak tanam dan sistem tumpang sari. *J. Agrotechbiz*. 4(1):25-33.