

**Pengembangan Uji Vigor dengan Pemunculan Radikula pada Benih Terung (*Solanum melongena* L.)  
Menggunakan Pengolahan Citra Digital**

***Development of Vigor Test with Radicle Emergence on Eggplant Seed (*Solanum melongena* L.)  
Using Digital Image Processing***

**Muhammad Abid Arrofi<sup>1</sup>, Candra Budiman<sup>2\*</sup>, Ridwan Diaguna<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: 20 Juni 2023 / *Published Online* September 2023

**ABSTRACT**

*This research aims to develop a vigor rapid test method with radicle emergence on eggplant seeds (*Solanum melongena* L.) to be faster, more accurate and objective using digital image processing. Radicula observations of eggplant seeds were carried out in each germination period (76, 80, 84, 88, 92, 96, 100, 104 and 108 hours  $\pm$  15 minutes) and were taken using a digital camera, then processed into numerical data using a digital image application. The numerical data were processed and analyzed with the parameters of germination percentage, vigor index, maximum growth potential, growth speed and field emergence. This research was carried out from February to May 2022 at the Seed Testing Laboratory and Green House of the Cikabayan Trial Field, Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, IPB University. The test results showed that the percentage of radicular growth was strongly correlated with the parameters of vigor index, growth speed and field emergence in the radicular length category  $\geq 1$  mm (92 hours  $\pm$  15 minutes),  $\geq 2$  mm (104 hours  $\pm$  15 minutes) and  $\geq 50\%$  seed length (104 hours  $\pm$  15 minutes) with a temperature of 27.8 °C. Meanwhile, the radicular length category  $\geq$  seed length does not have a strong correlation with growth speed and field emergence.*

*Keywords: radicle length, percentage of radicula growth amount, germination period, growth speed, field emergence*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode uji cepat vigor dengan pemunculan radikula (*Radicle Emergence*) pada benih terung (*Solanum melongena* L.) agar lebih cepat, akurat dan objektif menggunakan pengolahan citra digital. Pengamatan radikula benih terung dilakukan pada setiap periode pengecambahan (76, 80, 84, 88, 92, 96, 100, 104 dan 108 jam  $\pm$  15 menit) dan diambil citra menggunakan kamera digital, kemudian diolah menjadi data numerik menggunakan aplikasi citra digital. Data numerik tersebut diolah dan dianalisis dengan tolak ukur daya berkecambah, indeks vigor, potensi tumbuh maksimum, kecepatan tumbuh dan daya tumbuh lapang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Mei 2022 di Laboratorium Pengujian Benih dan *Green House* Kebun Percobaan Cikabayan, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Hasil pengujian menunjukkan persentase jumlah pertumbuhan radikula berkorelasi kuat dengan tolak ukur indeks vigor, kecepatan tumbuh dan daya tumbuh lapang pada kategori panjang radikula  $\geq 1$  mm (92 jam  $\pm$  15 menit),  $\geq 2$  mm (104 jam  $\pm$  15 menit) serta  $\geq 50\%$  panjang benih (104 jam  $\pm$  15 menit) dengan suhu 27.8 °C. Sedangkan kategori panjang radikula  $\geq$  panjang benih tidak memiliki korelasi yang kuat dengan kecepatan tumbuh dan daya tumbuh lapang.

Kata kunci: panjang radikula, persentase jumlah pertumbuhan radikula, periode pengecambahan, kecepatan tumbuh, daya tumbuh lapang

## PENDAHULUAN

Terung (*Solanum melongena* L.) merupakan salah satu tanaman sayuran yang banyak dibudidayakan dan dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Rata-rata konsumsi dan pengeluaran sayur terung di daerah perkotaan dan perdesaan mengalami peningkatan pada tahun 2018 adalah 0.051 kg per kapita dalam seminggu atau perkiraan total konsumsi nasional dalam satu tahun adalah 646,667 ton (BPS, 2018). Meningkat menjadi 0.054 kg per kapita dalam seminggu atau 700,368 ton per tahun pada tahun 2020 (BPS, 2020). Selain menjadi komoditas sayuran yang sering dikonsumsi, terung juga menjadi salah satu komoditas ekspor sayuran semusim Indonesia, berat bersih terung yang di ekspor pada tahun 2018 adalah 301,375 kg dan nilai *free on board* (FOB) yaitu 400,939 *US Dollar* (BPS, 2018). Sementara produksi terung pada tahun 2020 adalah 618,201 ton (BPS, 2020). Melihat dari kecenderungan permintaan buah terung yang semakin meningkat, maka diperlukan usaha peningkatan produktivitas terung, salah satunya adalah dengan penggunaan benih yang bermutu.

Benih bermutu adalah benih yang memiliki ciri utama adalah adanya jaminan kejelasan identitas, terutama identitas mutu benih yang dimiliki (Widajati *et al.*, 2013). Permentan No 12 Tahun 2018 menyatakan bahwa untuk mengetahui kesesuaian mutu benih dilakukan pengujian di laboratorium. Salah satu tahap pengujian benih adalah uji vigor. Didalam ISTA (2018) terdapat berbagai cara dalam pengujian vigor, salah satunya adalah uji pemunculan radikula. Uji pemunculan radikula atau *Radicle emergence test* (RE) adalah metode uji vigor cepat yang telah divalidasi untuk benih jagung (*Zea mays*) pada suhu  $20 \pm 1$  °C setelah benih dikecambahkan 66 jam  $\pm$  15 menit atau pada suhu  $13 \pm 1$  °C setelah 144  $\pm$  1 jam (ISTA, 2018). Pengujian mutu benih dengan metode uji kemunculan radikula di laboratorium biasanya dilakukan secara visual yang membutuhkan waktu yang relatif lama dan cenderung bersifat subjektif, sehingga diperlukan pengaplikasian citra digital.

Pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar dua dimensi menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas, pengolahan citra digital mengacu pada pemrosesan setiap data dua dimensi (Putra, 2010). Teknik pengolahan citra mampu menganalisis penampilan suatu bahan berdasarkan ukuran, warna dan bentuk (Dinar *et al.*, 2013). Teknik pengolahan citra digital dapat mempermudah serta mempercepat pekerjaan pemilahan antara benih yang muncul radikulanya dan benih yang tidak muncul radikulanya, sehingga penelitian ini bertujuan mengembangkan uji cepat

vigor benih dengan metode pemunculan radikula menggunakan pengolahan citra digital pada benih terung.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyimpanan dan Pengujian Benih dan *Greenhouse* Kebun Percobaan Cikabayan, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian dilakukan selama empat bulan yaitu pada bulan Februari hingga Mei 2022. Bahan-bahan yang digunakan meliputi empat varietas benih terung yaitu Yola F1, Lezata F1, Laguna F1 dan Yuvita F1. Bahan untuk uji laboratorium dan persemaian yaitu kertas buram, kain flanel berwarna hitam, akuades, alkohol 70%, stiker label dan media tanam. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, alat pengecambah benih *eco germinator*, *hand sprayer*, pinset, mistar, kamera *Sony a6400*, *tripod*, lampu duduk 5 watt dan perangkat lunak citra digital (*Image J*). Alat yang digunakan untuk uji di persemaian adalah alat-alat pertanian, tray semai dan *hand sprayer*.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yaitu periode pengecambahan yang terdiri dari 9 taraf dengan interval 4 jam, yaitu 76, 80, 84, 88, 92, 96, 100, 104 dan 108 jam  $\pm$  15 menit. Pengamatan yang dilakukan adalah daya berkecambah (DB), indeks vigor (IV), potensi tumbuh maksimum (PTM), kecepatan tumbuh (KCT) di laboratorium, serta perkembangan vegetatif dan daya tumbuh lapang (DTL) di persemaian. Pengujian daya berkecambah dihitung dari total persentase kecambah normal pada hitungan 1 (7 hari) dan hitungan 2 (14 hari), sedangkan indeks vigor dihitung dari persentase kecambah normal pada hitungan pertama (7 hari),

Pengambilan citra dilakukan pada saat melakukan pengujian RE menggunakan metode uji di atas kertas (UDK) dalam cawan petri tetapi mengganti kertas buram menjadi kain flanel berwarna hitam. Benih kemudian diletakkan di atas kain hitam pada cawan petri. Cawan petri disemprot akuades apabila media terlihat kering. Pengujian RE dilakukan dengan mengecambahkan setiap varietas yang diulang sebanyak empat kali, masing-masing ulangan 25 butir benih. Benih dikecambahkan dalam *eco-germinator* dengan suhu rata-rata 27.8 °C. Setiap 4 jam diamati panjang radikulanya yang telah muncul 1 mm, 2 mm, setengah panjang benih dan panjang benih, mulai dari jam ke-76 hingga jam ke-108. Pengolahan citra dilakukan dengan mengambil gambar menggunakan kamera yang diletakkan

menggunakan *overhead tripod* dengan jarak 20 cm dengan bantuan pencahayaan dari lampu 5 watt. Gambar diproses dengan perangkat lunak pengolah gambar yaitu *ImageJ* sehingga didapatkan data numerik berupa panjang perkecambahan.

Pengujian DB, IV, PTM dan KCT dilakukan dengan metode UDK dalam cawan petri menggunakan kertas buram. Setiap varietas diulang sebanyak empat kali masing-masing sampel 25 butir benih. Benih dikecambahkan dalam *eco-germinator* suhu rata-rata 27.8 °C. Hasil pengujian DB, IV, PTM dan KCT dikorelasikan dengan hasil pengujian RE. Pengujian di persemaian dilakukan dengan menanam empat varietas benih terung hingga 5 Minggu Setelah Tanam (MST). Benih ditanam pada tray semai sebanyak 50 benih untuk setiap ulangan dan diulang empat kali. Parameter yang diamati yaitu Daya Tumbuh Lapang (DTL) dan perkembangan vegetatif tanaman berupa tinggi tanaman dan jumlah daun.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam, analisis korelasi dan analisis regresi. Analisis ragam adalah suatu metode untuk menguraikan keragaman total menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman. Analisis korelasi adalah istilah yang digunakan untuk menunjukkan asosiasi atau hubungan antara dua (atau lebih) variabel kuantitatif untuk mengukur “kekuatan” atau “tingkat” dari suatu hubungan antar variabel dan juga arahnya. Analisis ini berdasarkan asumsi garis lurus (linier) antara variabel kuantitatif. Hasil akhir dari analisis korelasi adalah koefisien korelasi yang nilainya berkisar dari -1 hingga +1. Koefisien korelasi +1 menunjukkan bahwa kedua variabel berhubungan sempurna dan searah. Koefisien korelasi -1 menunjukkan bahwa kedua variabel berhubungan sempurna dan berlawanan arah. Sedangkan koefisien korelasi 0 menunjukkan bahwa tidak ada hubungan linier diantara keduanya (Gogtay dan Thatte, 2017). Menurut Sugiono

(2006) koefisien korelasi dari analisis korelasi berada pada rentang  $0 < r < 0.199$  artinya memiliki hubungan yang sangat rendah, nilai  $0.2 < r < 0.399$  memiliki hubungan yang rendah, nilai  $0.4 < r < 0.599$  memiliki hubungan yang sedang, nilai  $0.6 < r < 0.799$  memiliki hubungan yang kuat dan nilai  $0.8 < r < 1$  memiliki hubungan yang sangat kuat.

Analisis regresi merupakan salah satu analisis lanjutan dari analisis korelasi. Analisis ini merupakan pengukur hubungan yang dinyatakan dengan bentuk hubungan atau fungsi. Nilai analisis regresi ditunjukkan dengan koefisien determinasi (*coefficient of determination*) dilambangkan dengan ( $R^2$ ) dan umumnya dinyatakan dalam persentase (%) (Kurniawan dan Yuniarto 2016). Uji lanjut dilakukan menggunakan metode *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf uji 5%. Sedangkan untuk uji hipotesis menggunakan uji t parsial yang digunakan untuk mengetahui pengaruh secara parsial antara variabel bebas dan variabel terikat dengan melihat nilai t pada taraf signifikansi 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian empat varietas benih pada beberapa tolak ukur viabilitas dan vigor di laboratorium dan persemaian

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada tolak ukur daya berkecambah, indeks vigor dan kecepatan tumbuh terdapat perbedaan yang signifikan antar varietasnya dalam uji lanjut DMRT, sedangkan pada tolak ukur potensi tumbuh maksimum tidak berbeda nyata. Selanjutnya hasil pengujian mutu benih diatas dilakukan uji korelasi dengan pengamatan pertumbuhan radikula pada empat kategori panjang yaitu  $\geq 1$  mm,  $\geq 2$  mm,  $\geq 50\%$  panjang benih, dan  $\geq$  panjang benih. Pengamatan dilakukan dengan 9 interval yaitu dimulai dari jam ke- 76 setelah pengecambahan sampai jam ke-108 setelah pengecambahan.

Tabel 1. Uji viabilitas dan vigor benih di laboratorium menggunakan *eco-germinator*

Varietas	Tolak ukur			
	DB (%)	IV (%)	PTM (%)	KCT (%)
Yola F1	96a	68a	96a	14.300a
Lezata F1	80b	77a	96a	14.286a
Laguna F1	88ab	58a	90a	13.237ab
Yuvita F1	85ab	26b	90a	10.425b
P-value	**	**	tn	**

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, PTM = potensi tumbuh maksimum, KCT = Kecepatan Tumbuh, Huruf yang berbeda dalam kolom menunjukkan ada perbedaan yang signifikan dalam uji lanjut DMRT  $\alpha = 0.05$ .

Tabel 2. Pengamatan vegetatif (rata-rata jumlah daun dan tinggi tanaman) dan daya tumbuh lapang di persemaian

Varietas	Tinggi tanaman (cm)				Jumlah daun				DTL
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	2 MST
Yola F1	3.19	4.82	6.17	7.87	3.30	3.90	4.20ab	4.40	79.5ab
Lezata F1	3.41	5.72	8.09	9.41	3.15	4.15	4.75a	3.90	85.5ab
Laguna F1	2.83	4.38	5.63	7.28	2.75	3.50	3.90b	4.10	94.00a
Yuvita F1	3.12	5.00	6.63	8.79	3.00	4.00	4.80a	4.20	69.00b
P-value	tn	tn	tn	tn	tn	tn	**	tn	**

Keterangan: MST = minggu setelah tanam, DTL = daya tumbuh lapang Huruf yang berbeda dalam kolom menunjukkan ada perbedaan yang signifikan dalam uji lanjut DMRT  $\alpha = 0.05$ .

Hasil uji anova pada Tabel 2 menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada 2 MST hingga 5 MST serta jumlah daun pada 2 MST, 3 MST dan 5 MST tidak terdapat perbedaan yang berarti antar varietas atau dinyatakan tidak berbeda nyata setelah pengujian anova, sehingga tidak dilakukan uji lanjut pada pengamatan tolok ukur tersebut. Sedangkan pada jumlah daun (4 MST) dan daya tumbuh lapang terdapat perbedaan yang nyata antar varietas, sehingga dilakukan uji lanjut DMRT serta uji korelasi dengan rata-rata panjang radikula dan persentase jumlah pertumbuhan radikula.

**Analisis Korelasi antara Persentase Jumlah Pertumbuhan Radikula dengan Beberapa Tolok Ukur pada 4 Kategori Panjang Radikula**

Hasil analisis korelasi antara persentase jumlah pertumbuhan radikula dengan tolok ukur daya berkecambah pada kategori panjang radikula  $\geq 1$  mm (Tabel 3) menunjukkan bahwa nilai koefisien tertinggi terdapat pada periode pengecambahan 100 dan 104 dengan nilai koefisien korelasi yang sedang ( $r = 0.408$  dan  $0.419$ ), sedangkan pada periode pengecambahan selain 100 dan 104 memiliki koefisien korelasi yang sangat rendah hingga rendah saja. Analisis korelasi persentase jumlah pertumbuhan radikula dengan tolok ukur indeks vigor pada Tabel 3, terdapat

hubungan korelasi yang sangat kuat pada periode pengecambahan 92 jam dengan nilai koefisien korelasi ( $r = 0.818$ ), selanjutnya pada periode pengecambahan 80, 84, 88, 96, 100, 104, 108 jam memiliki hubungan korelasi yang kuat dengan nilai koefisien korelasi berturut-turut adalah 0.626, 0.660, 0.693, 0.793, 0.777, 0.728 dan 0.704 serta pada periode pengecambahan 76 jam hanya berkorelasi sedang.

Pada tolok ukur potensi tumbuh maksimum hasil analisis korelasi memiliki nilai koefisien korelasi mengalami kenaikan dari periode pengecambahan 76 jam hingga 96 jam, setelah itu mengalami penurunan dari periode pengecambahan 96 jam hingga 108 jam. Analisis korelasi persentase jumlah pertumbuhan radikula dengan tolok ukur kecepatan tumbuh dan daya tumbuh memiliki hubungan korelasi kuat pada 92 hingga 108 jam dengan nilai koefisien korelasi kecepatan tumbuh berturut-turut ( $r = 0.667, 0.693, 0.725, 0.712$  dan  $0.688$ ) dan nilai koefisien korelasi daya tumbuh berturut-turut ( $r = 0.679, 0.611, 0.679, 0.662$  dan  $0.682$ ) serta berkorelasi sedang pada periode pengecambahan 76 hingga 88 jam. Pada tolok ukur jumlah daun (4 MST) terdapat interval yang berkorelasi kuat namun memiliki hubungan berlawanan arah yaitu pada interval 108 ( $r = -0.629$ ).

Tabel 3. Analisis korelasi antara persentase jumlah pertumbuhan radikula pada beberapa periode pengecambahan dengan berbagai tolok ukur di laboratorium dan persemaian pada kategori panjang radikula  $\geq 1$  mm

Tolok Ukur	Periode pengecambahan /interval (jam)								
	76	80	84	88	92	96	100	104	108
	r								
DB	-0.218	-0.081	-0.046	0.056	0.198	0.311	0.408	0.419	0.391
IV	0.581	0.626*	0.660*	0.693*	0.818**	0.793*	0.777*	0.728*	0.704*
PTM	0.164	0.259	0.240	0.272	0.351	0.433	0.389	0.350	0.298
KCT	0.409	0.461	0.473	0.530	0.667*	0.693*	0.725*	0.712*	0.688*
JD	0.060	-0.073	-0.092	-0.232	-0.369	-0.348	-0.485	-0.598	-0.629
DTL	0.334	0.397	0.420	0.550	0.679*	0.611*	0.679*	0.662*	0.682*

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, PTM = potensi tumbuh maksimum, KCT = kecepatan tumbuh, JD = jumlah daun (4 MST), DTL = daya tumbuh lapang, r = koefisien korelasi, \* = berkorelasi kuat, \*\* = berkorelasi sangat kuat.

Tabel 4. Analisis korelasi antara persentase jumlah pertumbuhan radikula pada beberapa periode pengecambahan dengan berbagai tolok ukur di laboratorium dan persemaian pada kategori panjang radikula  $\geq 2$  mm

Tolok Ukur	Periode pengecambahan /interval (jam)								
	76	80	84	88	92	96	100	104	108
	r								
DB	-0.001	-0.030	-0.148	-0.131	-0.089	0.021	0.114	0.293	0.347
IV	0.278	0.512	0.577	0.610*	0.623*	0.688*	0.719*	0.820**	0.827**
PTM	0.292	0.260	0.255	0.226	0.184	0.314	0.350	0.446	0.467
KCT	0.237	0.433	0.401	0.451	0.455	0.525	0.569	0.711*	0.716*
JD	-0.049	0.037	0.054	-0.010	-0.056	-0.137	-0.238	-0.319	-0.385
DT	0.017	0.171	0.263	0.345	0.427	0.444	0.498	0.605*	0.627*

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, PTM = potensi tumbuh maksimum, KCT = kecepatan tumbuh, JD = jumlah daun (4 MST), DTL = daya tumbuh lapang, r = koefisien korelasi, \* = berkorelasi kuat, \*\* = berkorelasi sangat kuat.

Tabel 4 menunjukkan pada kategori panjang radikula  $\geq 2$  mm, bahwa tolok ukur daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum dan jumlah daun (4 MST) tidak terdapat hubungan korelasi yang kuat, hanya berkorelasi sangat rendah hingga sedang. Pada tolok ukur indeks vigor terdapat empat periode pengecambahan yang memiliki hubungan korelasi kuat yaitu pada jam 88, 92, 96, 100 serta terdapat dua periode pengecambahan yang memiliki hubungan korelasi sangat kuat yaitu pada jam 104 dan 108 dengan nilai koefisien korelasi ( $r = 0.820$  dan  $0.827$ ). Hubungan korelasi yang kuat juga terdapat pada tolok ukur kecepatan tumbuh serta daya tumbuh, dengan periode pengecambahan 104 jam dan 108 jam. Nilai koefisien korelasi kuat pada tolok ukur kecepatan tumbuh adalah  $0.711$  dan  $0.716$ , serta pada tolok ukur daya tumbuh adalah  $0.605$  dan  $0.627$ .

Hasil analisis korelasi antara persentase jumlah pertumbuhan radikula dengan tolok ukur daya berkecambah pada kategori panjang radikula

$\geq 50\%$  panjang benih (Tabel 5) hanya memiliki hubungan korelasi sangat rendah hingga rendah. Terdapat korelasi sangat kuat pada tolok ukur indeks vigor, yaitu pada periode pengecambahan 104 jam dan 108 jam dengan nilai koefisien korelasi ( $r = 0.815$  dan  $0.824$ ). Periode pengecambahan 84, 88, 92, 96 dan 100 jam memiliki hubungan korelasi kuat, sedangkan pada periode pengecambahan 76 jam dan 80 jam memiliki hubungan korelasi sedang. Analisis korelasi pada tolok ukur potensi tumbuh maksimum dan jumlah daun (4 MST) memiliki hubungan korelasi rendah hingga sedang, sedangkan pada tolok ukur kecepatan tumbuh memiliki hubungan kuat pada periode pengecambahan 96, 100, 104 dan 108 jam, dengan nilai koefisien korelasi berturut-turut ( $r = 0.624$ ,  $0.647$ ,  $0.737$  dan  $0.746$ ). Hubungan korelasi kuat juga terdapat pada tolok ukur daya tumbuh pada periode pengecambahan 100, 104 dan 108 jam, dengan nilai koefisien korelasi ( $r = 0.615$ ,  $0.688$  dan  $0.619$ ).

Tabel 5. Analisis korelasi antara persentase jumlah pertumbuhan radikula dengan beberapa tolok ukur di laboratorium dan persemaian pada kategori panjang radikula  $\geq 50\%$  panjang benih

Tolok Ukur	Periode pengecambahan /interval (jam)								
	76	80	84	88	92	96	100	104	108
	r								
DB	-0.034	-0.103	-0.153	-0.047	-0.029	0.151	0.196	0.367	0.394
IV	0.501	0.595	0.602*	0.704*	0.692*	0.767*	0.789*	0.815**	0.824**
PTM	0.286	0.246	0.253	0.267	0.266	0.406	0.418	0.421	0.399
KCT	0.431	0.443	0.430	0.534	0.511	0.624*	0.647*	0.737*	0.746*
JD	0.099	-0.030	0.000	-0.091	-0.170	-0.247	-0.340	-0.453	-0.435
DT	0.128	0.303	0.318	0.484	0.476	0.499	0.615*	0.688*	0.619*

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, PTM = potensi tumbuh maksimum, KCT = kecepatan tumbuh, JD = jumlah daun (4 MST), DTL = daya tumbuh lapang, r = koefisien korelasi, \* = berkorelasi kuat, \*\* = berkorelasi sangat kuat.

Tabel 6. Analisis korelasi antara persentase jumlah pertumbuhan radikula dengan beberapa tolok ukur di laboratorium dan persemaian pada kategori panjang radikula  $\geq$  panjang benih

Tolok Ukur	Periode pengecambahan /interval (jam)								
	76	80	84	88	92	96	100	104	108
	r								
DB	-0.146	-0.122	-0.023	0.017	-0.106	-0.074	-0.122	0.003	0.096
IV	0.030	0.145	0.296	0.443	0.527	0.553	0.602*	0.660*	0.762*
PTM	0.125	0.209	0.203	0.181	0.218	0.251	0.225	0.295	0.383
KCT	0.017	0.100	0.255	0.374	0.385	0.427	0.419	0.501	0.590
JD	0.440	0.342	0.019	-0.073	-0.014	0.016	-0.006	-0.086	-0.171
DT	-0.407	-0.174	0.083	0.218	0.253	0.270	0.345	0.436	0.464

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, PTM = potensi tumbuh maksimum, KCT = kecepatan tumbuh, JD = jumlah daun (4 MST), DTL = daya tumbuh lapang, r = koefisien korelasi, \* = berkorelasi kuat, \*\* = berkorelasi sangat kuat.

Tabel 6 menunjukkan pada kategori panjang radikula  $\geq$  panjang benih, bahwa tidak terdapat hubungan korelasi kuat pada tolok ukur daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, kecepatan tumbuh, jumlah daun (4 MST) dan daya tumbuh. Hubungan korelasi antara persentase jumlah pertumbuhan radikula dengan tolok ukur tersebut hanya berkorelasi sangat rendah hingga sedang. Pada tolok ukur daya tumbuh, periode pengecambahan 76 jam memiliki hubungan korelasi sedang, namun hubungannya berlawanan arah, karena nilai koefisien korelasi bernilai negatif ( $r = -0.407$ ).

Hubungan korelasi kuat terdapat pada tolok ukur indeks vigor dengan periode pengecambahan 100, 104 dan 108 jam, nilai koefisien korelasi pada periode pengecambahan tersebut yaitu 0.602, 0.660 dan 0.792. sedangkan pada periode pengecambahan 76 hingga 96 jam memiliki hubungan sangat rendah hingga sedang. Analisis korelasi antara persentase jumlah pertumbuhan radikula dengan berbagai tolok ukur diatas, pada beberapa periode pengecambahan yang memiliki hubungan korelasi kuat dan sangat kuat selanjutnya akan dilakukan uji lanjut dengan analisis regresi.

**Analisis Korelasi dan Regresi Persentase Jumlah Pertumbuhan Radikula dengan Beberapa Tolok Ukur**

Hasil analisis korelasi dan regresi yang terdapat pada Tabel 7 menunjukkan bahwa persentase jumlah pertumbuhan radikula berkorelasi erat dengan tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh. Pada kategori panjang radikula  $\geq 1$  mm berkorelasi kuat dengan tolok ukur indeks vigor mulai dari periode pengecambahan 80 jam. Hubungan korelasi terkuat terdapat pada periode pengecambahan 92 jam, dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0.669. Koefisien determinasi 0.669 menunjukkan bahwa indeks vigor benih dapat diduga dengan jumlah benih yang memiliki panjang radikula  $\geq 1$  mm sebesar

66.9% dan persentase sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Persamaan yang dapat menjelaskan hubungan tersebut yaitu  $y = 1.4434x - 39.0955$ . Sedangkan pada tolok ukur kecepatan tumbuh benih, korelasi kuat dimulai pada periode pengecambahan 92 jam dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0.370 serta memiliki model persamaan linier  $y = 0.1229x + 4.8557$ .

Pada kategori panjang radikula  $\geq 2$  mm, terdapat hubungan korelasi yang sangat kuat pada periode pengecambahan 104 jam dan 108 jam. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada kedua periode pengecambahan tersebut adalah 0.673 dan 0.684, hal ini menggambarkan bahwa pada periode pengecambahan 104 jam indeks vigor benih dapat dijelaskan dengan jumlah benih yang memiliki panjang radikula  $\geq 2$  mm sebesar 67.3% dan persentase sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Sedangkan pada periode pengecambahan 108 jam indeks vigor benih dapat diduga sebesar 68.4%. Periode pengecambahan 104 jam lebih direkomendasikan untuk menduga vigor benih daripada interval 108, karena lebih cepat, selisih koefisien korelasi serta koefisien determinasi tidak terlalu jauh dan tidak berbeda nyata dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Jannah (2018) serta Ozden *et al.* (2018). Persamaan yang dapat menjelaskan hubungan tersebut yaitu  $y = 1.5600x - 49.6123$ . Hubungan korelasi kuat pada kategori panjang radikula  $\geq 2$  mm juga terdapat pada tolok ukur kecepatan tumbuh benih, hubungan kuat tersebut berada pada interval 104 dan 108 jam, yang dapat menduga kecepatan tumbuh benih sebesar 50.5% dan 51.5%. Persamaan yang dapat menjelaskan hubungan tersebut pada interval 104 jam adalah  $y = 0.1324x + 3.7593$ .

Persentase jumlah pertumbuhan radikula kategori panjang radikula  $\geq 50\%$  panjang benih memiliki hubungan korelasi sangat kuat dengan indeks vigor pada jam ke 104 dan 108. Hal ini dapat menunjukkan bahwa indeks vigor dapat diduga sebesar 66.5% pada interval 104 jam dan 67.9% pada interval 108 jam. Persamaan yang

dapat menjelaskan hubungan tersebut pada interval 104 jam adalah  $y = 1.4634x - 47.3802$ . Sedangkan pada periode pengecambahan jam ke 84 hingga 100 memiliki hubungan korelasi kuat dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) berturut-turut 0.362, 0.496, 0.479, 0.588 dan 0.623. Dengan demikian keragaman indeks vigor dapat dijelaskan oleh persentase jumlah pertumbuhan radikula pada kategori panjang radikula  $\geq 50\%$  panjang benih sebesar 36.2%, 49.6%, 47.9%, 58.8% dan 62.3%.

Berdasarkan hasil analisis korelasi dan regresi pada Tabel 7 hubungan korelasi kuat juga terdapat pada tolok ukur kecepatan tumbuh benih dimulai dari periode pengecambahan jam ke 96 hingga 108 ( $R^2 = 0.389, 0.418, 0.543$  dan  $0.556$ ), pada interval 104 jam dipilih sebagai titik untuk

menduga vigor benih, karena lebih cepat dan memiliki koefisien determinasi lebih dari 50%, serta didapatkan persamaan linier  $y = 0.1381x + 3.1864$ . Hubungan korelasi terkuat pada kategori panjang radikula  $\geq$  panjang benih terdapat pada periode pengecambahan 108 jam ( $r = 0.762$  dan  $R^2 = 0.581$ ) serta didapatkan persamaan linier  $y = 1.2446x - 19.2946$ , hal ini menunjukkan bahwa persentase jumlah pertumbuhan radikula  $\geq$  panjang benih dapat menduga keragaman indeks vigor sebesar 58.1% pada interval 108 jam dan persentase sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Sementara itu tidak terdapat hubungan korelasi kuat pada tolok ukur kecepatan tumbuh di kategori panjang radikula  $\geq$  panjang benih.

Tabel 7. Analisis korelasi dan regresi persentase jumlah pertumbuhan radikula pada beberapa periode pengecambahan dengan tolok ukur IV dan KCT

Periode pengecambahan/interval (jam)	IV		KCT	
	r	R <sup>2</sup>	r	R <sup>2</sup>
Pr $\geq 1$ mm				
80	0.626*	0.392		
84	0.660*	0.435		
88	0.693*	0.481		
92	0.818**	0.669	0.667*	0.370
96	0.793*	0.628	0.693*	0.480
100	0.777*	0.603	0.725*	0.526
104	0.728*	0.530	0.712*	0.507
108	0.704*	0.495	0.688*	0.473
Pr $\geq 2$ mm				
88	0.610*	0.372		
92	0.623*	0.388		
96	0.688*	0.474		
100	0.719*	0.517		
104	0.820**	0.673	0.711*	0.505
108	0.827**	0.684	0.716*	0.512
Pr $\geq 50\%$ PJB				
84	0.602*	0.362		
88	0.704*	0.496		
92	0.692*	0.479		
96	0.767*	0.588	0.624*	0.389
100	0.789*	0.623	0.647*	0.418
104	0.815**	0.665	0.737*	0.543
108	0.824**	0.679	0.746*	0.556
Pr $\geq$ PJB				
100	0.602*	0.362		
104	0.660*	0.449		
108	0.762*	0.581		

Keterangan: IV = indeks vigor, KCT = kecepatan tumbuh, r = koefisien korelasi, R<sup>2</sup> = koefisien determinasi, Pr = Panjang radikula, PJB = panjang benih, \* = berkorelasi kuat, \*\* = berkorelasi sangat kuat.

Tabel 8 menunjukkan analisis korelasi dan regresi antara persentase jumlah pertumbuhan radikula dengan tolok ukur daya tumbuh, terdapat hubungan korelasi yang kuat dimulai dari interval 92 jam hingga 108 jam pada kategori panjang radikula  $\geq 1$  mm. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ )

pada interval tersebut berturut-turut adalah 0.461, 0.373, 0.460, 0.438 dan 0.465. Model persamaan linier yang didapatkan pada interval 92 jam adalah  $y = 0.6640x + 37.6806$ . Sedangkan pada kategori panjang radikula  $\geq 2$  mm memiliki hubungan korelasi yang kuat dimulai pada periode

pengembangan jam ke 104 serta didapatkan persamaan linier  $y = 0.6163x + 38.7049$ . Nilai koefisien korelasi tertinggi terdapat di interval 104 jam pada kategori Panjang radikula  $\geq 50\%$  panjang benih ( $r = 0.7688$  dan  $R^2 = 0.473$ ) yang berarti daya tumbuh benih dapat diduga sebesar 47.3% serta sebesar 52.7% dipengaruhi oleh faktor lain dan didapatkan persamaan linier  $y = 0.6840x + 33.0962$ .

**Pengujian Model Pendugaan Metode Radicle Emergence pada Empat Kategori Panjang Radikula terhadap Tolak Ukur Vigor Benih**

Tabel 9 menunjukkan hasil model uji pendugaan tolak ukur indeks benih terdapat nilai koefisien korelasi yang kuat pada keseluruhan panjang radikula, sementara itu pada tolak ukur kecepatan tumbuh dan daya tumbuh lapang

didapatkan korelasi yang kuat antara data dugaan dengan aktual dari kategori panjang radikula  $\geq 1$  mm,  $\geq 2$  mm serta  $\geq 50\%$  panjang benih dalam interval pengamatan jam ke-92, 104 dan 104.

Dalam menduga mutu vigor benih dengan tolak ukur indeks vigor, kecepatan tumbuh dan daya tumbuh lapang dapat dilakukan dengan menggunakan kategori panjang radikula  $\geq 1$  mm (92 jam),  $\geq 2$  mm (104 jam) serta  $\geq 50\%$  panjang benih (104 jam). Model persamaan linier diatas dapat menduga ketiga tolak ukur mutu vigor benih dan menghasilkan nilai dugaan yang tidak berbeda nyata dengan nilai aktual (hasil percobaan) pada uji t parsial. Maka, metode uji pemunculan radikula (persentase jumlah pertumbuhan radikula) sangat cocok untuk dijadikan sebagai metode untuk menguji mutu vigor benih.

Tabel 8. Analisis korelasi dan regresi persentase jumlah pertumbuhan radikula pada beberapa periode pengembangan dengan tolak ukur daya tumbuh lapang (DTL)

Periode pengembangan/interval (jam)	DT	
	R	R <sup>2</sup>
Pr $\geq 1$ mm		
92	0.679*	0.461
96	0.611*	0.373
100	0.679*	0.460
104	0.662*	0.438
108	0.682*	0.465
Pr $\geq 2$ mm		
104	0.605*	0.366
108	0.627*	0.394
Pr $\geq 50\%$ PJB		
100	0.615*	0.378
104	0.688*	0.473
108	0.619*	0.383

Keterangan: DT = daya tumbuh, r = koefisien korelasi, R<sup>2</sup> = koefisien determinasi, \* = berkorelasi sedang, \*\* = berkorelasi kuat.

Tabel 9. Hasil uji model pendugaan tolak ukur vigor benih (kecepatan tumbuh, indeks vigor dan persentase daya tumbuh) dengan empat kategori panjang radikula menggunakan nilai korelasi dan uji t parsial

Kategori panjang radikula	Interval pengamatan RE	Model Persamaan Linier	Korelasi dugaan-aktual	Uji t parsial (THit -Ttab)
Indeks Vigor				
$\geq 1$ mm	92 jam	$y = 1.4434x - 39.0955$	0.818**	(0.2835 < 2.0423)
$\geq 2$ mm	104 jam	$y = 1.5600x - 49.6123$	0.820**	(0.0003 < 2.0423)
$\geq 50\%$ PJB	104 jam	$y = 1.4634x - 47.3802$	0.815**	(-0.0004 > -2.0423)
$\geq$ PJB	108 jam	$y = 1.2446x - 19.2946$	0.762*	(0.0002 < 2.0423)
Kecepatan Tumbuh				
$\geq 1$ mm	92 jam	$y = 0.1229x + 4.8557$	0.667*	(-0.0037 > -2.0423)
$\geq 2$ mm	104 jam	$y = 0.1324x + 3.7593$	0.711*	(0.0022 < 2.0423)
$\geq 50\%$ PJB	104 jam	$y = 0.1381x + 3.1864$	0.737*	(0.0002 < 2.0423)
Daya Tumbuh Lapang				
$\geq 1$ mm	92 jam	$y = 0.6640x + 37.6806$	0.679*	(0.0006 < 2.0423)
$\geq 2$ mm	104 jam	$y = 0.6163x + 38.7049$	0.605*	(6.4 x 10 <sup>-6</sup> > -2.0423)
$\geq 50\%$ PJB	104 jam	$y = 0.6840x + 33.0962$	0.688*	(-0.0005 > -2.0423)

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

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Metode pemunculan radikula (*Radicle Emergence*) pada benih terung (*Solanum melongena* L.) menggunakan pengolahan citra digital mempunyai korelasi yang kuat dengan tolak ukur indeks vigor, kecepatan tumbuh dan daya tumbuh lapang pada kategori panjang radikula  $\geq 1$  mm (92 jam  $\pm$  15 menit),  $\geq 2$  mm (104 jam  $\pm$  15 menit) serta  $\geq 50\%$  panjang benih (104 jam  $\pm$  15 menit) dengan suhu 27.8 °C. Sedangkan kategori panjang radikula  $\geq$  panjang benih tidak memiliki korelasi yang kuat dengan kecepatan tumbuh dan daya tumbuh lapang. Sehingga metode uji cepat vigor benih terung dengan pengolahan citra digital, dapat direkomendasikan untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut agar dapat menggambarkan vigor maupun viabilitas benih lebih akurat.

### Saran

Periode pengecambahan atau interval dalam mengamati pemunculan radikula pada jam ke 88 sampai jam ke 108 perlu dipersempit, dengan interval lebih pendek seperti 2 jam atau 1 jam untuk mendapatkan data yang lebih akurat. Selain itu perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan suhu terkontrol sesuai aturan ISTA, memperbanyak varietas pada komoditi yang sama dan perlu dikembangkan sensor otomatis yang dapat menangkap gambar serta mengukur panjang radikula pada setiap periode pengamatan benih, sehingga dapat mendapatkan data secara lebih cepat, akurat dan valid untuk menduga vigor benih.

## DAFTAR PUSTAKA

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. Rata-rata konsumsi per kapita seminggu di daerah perkotaan dan pedesaan menurut komoditi makanan dan golongan pengeluaran per kapita seminggu (satuan komoditas) pada tahun 2018 [Internet]. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/indicator/5/2090/2/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-di-daerah-perkotaan-dan-pedesaan-menurut-komoditi-makanan-dan-golongan-pengeluaran-per-kapita-seminggu.html> [diakses 07 Oktober 2021].

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia Edisi Tahun 2018. Jakarta (ID): BPS RI.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2020. Rata-rata konsumsi per kapita seminggu di daerah perkotaan dan pedesaan menurut komoditi makanan dan golongan pengeluaran per kapita seminggu (satuan komoditas) pada tahun 2019-2020 [Internet]. tersedia pada: <https://www.bps.go.id/indicator/5/2090/1/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-di-daerah-perkotaan-dan-pedesaan-menurut-komoditi-makanan-dan-golongan-pengeluaran-per-kapita-seminggu.html> [diakses 07 Oktober 2021].
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2020. Statistik Hortikultura 2020. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- [ISTA] International Rules for Seed Testing. 2018. International Seed Testing Association. Bassersdorf.
- Dinar, L., A. Suyantohadi, M. Affan, F. Fallah. 2013. Penentuan kriteria mutu biji pala (*Myristica fragrans* Houtt) berdasarkan analisis tekstur menggunakan teknologi pengolahan citra digital. *Agritech*. 33(1):81–89. <https://doi.org/10.22146/agritech.9570>.
- Gogtay, N.J., U.M. Thatte. 2017. Principles of correlation analysis. *J. Assoc. Physicians India*. 65(1):78-81.
- Jannah, M. 2018. Uji pemunculan radikula untuk menduga daya berkecambah, vigor dan daya tumbuh pada benih terung [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kurniawan, R., B. Yuniarto. 2016. Analisis Regresi Dasar dan Penerapannya dengan R. Jakarta (ID): Penerbit Kencana.
- Ozden, E., C. Ozdamar, I. Demir. 2018. Radicle emergence test estimates predictions of percentage normal seedlings in standard germination tests of aubergine. *Not Bot Horti Agrobiol*. 46(1):177-182. <https://doi.org/10.15835/nbha46110871>
- Putra, D. 2010. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta (ID): ANDI.
- Sugiono. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R dan D. Bandung (ID): Alfabeta.
- Widajati, E., E. Murniati, E. Palupi, T. Kartika, M. Suhartanto, A. Qadir. 2013. Dasar Ilmu dan Teknologi Benih. Bogor (ID): IPB Press.