

PENGEMBANGAN METODE UJI PEMUNCULAN RADIKULA SEBAGAI METODE UJI CEPAT VIABILITAS DAN VIGOR PADA BEBERAPA VARIETAS BENIH KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.)

by Kartina Am

Submission date: 01-May-2023 04:40AM (UTC+0700)

Submission ID: 2080084460

File name: T_METHOD_VIABILITY_AND_VIGOR_FOR_SEVERAL_FEED_ARABICA_COFFEE.pdf (787.55K)

Word count: 6623

Character count: 38667

PENGEMBANGAN METODE UJI PEMUNCULAN RADIKULA SEBAGAI METODE UJI CEPAT VIABILITAS DAN VIGOR PADA BEBERAPA VARIETAS BENIH KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.)

Iis Deny Sri Noeryanti,¹ Kartina AM,² dan Fitria Riany Eris³

¹ Progra Ilmu Pertanian, Pascasarjana, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang

² Program Studi Agroekoteknologi, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang

³ Program Studi Agroekoteknologi, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang

¹E-mail: inoeryanti@gmail.com

Abstrak

Uji pemunculan radikula merupakan salah satu metode untuk mengestimasi vigor benih. Prinsip metode uji pemunculan radikula adalah benih yang berkecambah lambat merupakan tanda awal kemunduran fisiologis benih dan menunjukkan bahwa lot benih tersebut bervigor rendah. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh waktu pengamatan pemunculan radikula yang tepat pada uji pemunculan radikula benih kopi Arabika serta memperoleh korelasi antara hasil uji pemunculan radikula dengan berbagai tolok ukur viabilitas dan vigor benih. Pengujian viabilitas dan vigor benih di laboratorium menggunakan tolok ukur daya berkecambah (DB), rataan waktu perkecambahan (MGT), indeks vigor (IV), kecepatan tumbuh (KCT), bobot kering kecambah normal (BKKN), dan laju pertumbuhan kecambah (LPK). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah varietas benih, terdiri dari tiga taraf yaitu varietas S 795, Gayo 1, dan Sigarar Utang. Faktor kedua adalah periode pengecambahan, terdiri dari lima taraf yaitu 168, 192, 216, 240, dan 264 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Sigarar Utang memberikan hasil terbaik terhadap pemunculan radikula sebesar 98.87 %. Periode pengecambahan selama 264 jam memberikan pengaruh terbaik terhadap pemunculan radikula pada benih kopi Arabika. Terdapat interaksi antara varietas dan periode pengecambahan terhadap pemunculan radikula pada benih kopi Arabika ($P < 0.05$). Hasil uji pemunculan radikula mempunyai korelasi positif yang kuat dengan pengujian viabilitas benih daya berkecambah ($r = 0.70$), dan berkorelasi positif sangat kuat dengan tolok ukur vigor benih indeks vigor ($r = 0.84$), kecepatan tumbuh ($r = 0.97$), berat kering kecambah normal ($r = 0.88$), dan laju pertumbuhan kecambah (0.80), serta berkorelasi negatif sangat kuat dengan tolok ukur vigor benih rataan waktu perkecambahan (-0.94).

Kata Kunci: benih kopi, uji pemunculan radikula, viabilitas, vigor, .

Abstract

The radicle emergence (RE) test is one of methods to estimate vigor of seed. Radicle emergence measuring percentage radicle in early germination. Slow germination is one of the factors that cause physiological deterioration. The objective of this research was to determine observation time of radicle emergence test and correlate it with other viability and vigor parameters. The parameter for physiological quality testing were the germination, mean rate germination, vigor index, speed of germination, normal germination dry weight, and sprout growth rate. The experimental design of radicle emergence test used Randomized Block Design with factorial treatment design which consisted of two factors and replicated three times. The first factor was varieties which consisted of three levels: S 795, Gayo 1, and Sigarar Utang. The second factor was germination period which consisted of five levels: 168, 192, 216, 240, and 264 hours. The results of radicle emergence test showed that the Sigarar Utang variety gave the best results for radicle emergence of 98.87%. The germination period of 264 hours gave the best effect on the appearance of radicles on Arabica coffee

seeds. There was an interaction between varieties and germination period on the appearance of radicles in Arabica coffee seeds ($P < 0.05$). The results of the radicle emergence test had a high positive correlation with seed viability test for germination ($r = 0.70$), a very high positive correlation with seed vigor for vigor index ($r = 0.84$), growth speed ($r = 0.97$), dry weight of germination normal ($r = 0.88$), and germination growth rate (0.80), and also gave a very high negative correlation with mean rate germination (-0.94).

Keywords: coffee seed, radicle emergence test, viability, vigor

PENDAHULUAN

Kopi (*Coffea* spp.) merupakan salah satu komoditas hasil perkebunan Indonesia yang memiliki peran strategis dalam peningkatan pertumbuhan ekspor dan perekonomian Indonesia. Indonesia merupakan produsen kopi terbesar ke-empat di dunia setelah Brazil, Vietnam dan Kolombia (WEFORUM, 2021). Indonesia adalah salah satu penghasil kopi terbaik dunia. Berbagai daerah di Indonesia memiliki kopi dengan keunggulan yang berbeda-beda. Mulai dari Gayo di Aceh, Kintamani di Bali, Toraja di Sulawesi, hingga Wamena di Papua memiliki kopi dengan karakternya yang unik. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian (2021), tujuh provinsi sentra produksi kopi di Indonesia terdapat di provinsi Sumatera Selatan, Lampung, Aceh, Sumatera Utara, Jawa Timur, Bengkulu, dan Nusa Tenggara Timur.

Untuk mendapatkan benih bersertifikat harus melalui proses pengujian mutu benih. Keputusan Menteri Pertanian Nomor 88 tahun 2017 memberikan batasan waktu pemeriksaan pengujian benih kopi di laboratorium selama 60 hari. Hal ini dikarenakan benih kopi memiliki tipe perkecambahan yang sangat lambat dan tidak seragam sampai 30 hari (Clemente *et al.*, 2012) sehingga membuat pengujian mutu benih dengan uji perkecambahan langsung tidak bisa dilakukan dengan cepat, sementara produsen benih kopi membutuhkan informasi mutu benih sesegera mungkin agar benih dapat segera dipasarkan. Oleh karena itu, maka perlu ada metode uji untuk menduga mutu benih yang lebih cepat dari pengujian daya berkecambah.

Uji pemunculan radikula atau *radicle emergence* (RE) merupakan metode pengujian vigor yang telah divalidasi untuk benih jagung (*Zea mays*) pada suhu 20 ± 1 °C setelah benih dikecambahkan 66 jam \pm 15 menit atau pada suhu 13 ± 1 °C setelah 144 jam \pm 1 jam; benih lobak (*Raphanus sativus*) pada suhu 20 ± 1 °C setelah 48 jam \pm 15 menit; oilseed rape, Argentine canola (*Brassica napus*) pada suhu 20 ± 1 °C setelah 30 jam \pm 15 menit; dan gandum (*Triticum aestivum* L. Subsp. *Aestivum*) pada suhu 15 ± 1 °C setelah 48 jam \pm 15 menit (ISTA, 2021). Metode uji pemunculan radikula (RE) ini dinilai sederhana dan cepat yaitu dengan mengukur panjang radikula pada tahap awal perkecambahan. Prinsip metode uji pemunculan radikula adalah benih yang berkecambah lambat merupakan tanda awal kemunduran fisiologis benih dan menunjukkan bahwa lot benih tersebut bervigor rendah. Waktu pengujian pemunculan radikula lebih cepat dibandingkan pengujian daya berkecambah, karena perhitungan dilakukan lebih awal, yaitu ketika panjang radikula telah muncul minimal sepanjang 2 mm (ISTA, 2021).

Metode uji RE untuk benih kopi Arabika telah diteliti sebelumnya oleh Pramana (2019) pada varietas Sigarar Utang, namun untuk benih kopi Arabika varietas lain belum diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan metode uji RE sebagai uji cepat vigor benih kopi Arabika melalui penentuan waktu pemunculan radikula yang tepat, dan mengkorelasikan hasil uji RE dengan beberapa tolok ukur mutu fisiologis lainnya.

METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di laboratorium pengujian mutu benih UPTD Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan (PSBTPHP) Provinsi Banten. Tempat percobaan terletak di Jl. Raya Cilegon KM 4, Kelurahan Drangong, Kecamatan Taktakan, Kota Serang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan bulan Desember 2020.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tiga varietas benih kopi Arabika yaitu varietas S 795, Gayo 1, dan Sigarar Utang, kertas CD, aquades, air kran, dan kertas tissue. Alat-alat yang digunakan adalah timbangan analitik, oven Memmert Tipe UN 55, desikator, cawan porselein, *beaker glass*, *thermohyrometer data logger*, cawan petri diameter 15 cm, analis set, *hand sprayer*, kertas label, alat pengukur panjang, alat pengukur waktu, *hand counter*, kamera dan alat tulis.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, dengan dua faktor. Faktor pertama adalah varietas kopi (V) yang terdiri atas tiga taraf yaitu: v_1 =varietas S 795, v_2 =varietas Gayo 1, dan v_3 =varietas Sigarar Utang. Faktor kedua adalah periode pengecambahan (P) yang terdiri atas lima taraf, yaitu: p_1 =168 jam setelah pengecambahan, p_2 =192 jam setelah pengecambahan, p_3 =216 jam setelah pengecambahan, p_4 =240 jam setelah pengecambahan, dan p_5 =264 jam setelah pengecambahan. Dengan demikian diperoleh 15 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan sehingga terdapat 45 satuan percobaan.

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui adanya pengaruh dari setiap perlakuan. Hasil analisis yang menunjukkan nilai berbeda nyata dilakukan uji nilai tengah dengan menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 %. Analisis data lanjutan yang digunakan untuk melihat keeratan hubungan antara nilai uji pemunculan radikula dengan berbagai tolok ukur viabilitas dan vigor benih adalah analisis korelasi *Pearson*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum

Pengujian awal benih kopi sebelum digunakan dalam percobaan, yaitu dilakukan terhadap kadar air benih dan bobot 1000 butir. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Kadar air benih berada pada rentang 41,3 – 45,0 % dan bobot 1000 butir benih kopi berkisar antara 295,38 – 382,51 g. Menurut Kepmentan RI (2017), standar mutu kadar air untuk sertifikasi benih kopi adalah 35 - 45 %. Benih yang digunakan dalam penelitian sudah sesuai dengan standar mutu kadar air. Kadar air benih yang sesuai standar mutu akan mampu

mempertahankan daya tumbuh benih tetap tinggi di atas 90 % setelah disimpan 8 bulan dalam kantong plastik tertutup rapat dalam ruangan bersuhu 17°C (Rahardjo, 2012).

Tabel 1. Hasil penetapan kadar air dan bobot 1000 butir benih kopi Arabika

Varietas	Tanggal Panen	Kadar air (%)	Bobot 1000 butir (g)
S 795	22 Mei 2020	41,3	295,38
Gayo 1	6 Juni 2020	45,0	382,51
Sigarar Utang	28 Juni 2020	43,7	381,95

Keterangan : Pengujian kadar air dan pengujian bobot 1000 butir dilakukan pada 19 Agustus 2020

Benih kopi memiliki umur simpan yang sangat pendek dan kehilangan viabilitas secara cepat setelah 2 (dua) sampai 6 (enam) bulan ketika disimpan pada suhu ruang 26 – 30°C (Raseetha dan Abdullah, 2016). Upaya yang bisa dilakukan untuk memperpanjang masa simpan benih kopi yaitu salah satunya dengan mengkondisikan kadar air benih. Kadar air benih sebesar 40-45% yang disimpan dalam kantong plastik tertutup rapat dalam ruangan bersuhu 17°C mampu mempertahankan viabilitas benih kopi hingga 8 bulan (Rahardjo, 2012).

Pengujian Pemunculan Radikula (*Radicle Emergence*)

Pemunculan radikula

Hasil rekapitulasi sidik ragam kombinasi perlakuan varietas dan periode pengecambahan terhadap pemunculan radikula, daya berkecambah, rata-rata waktu perkecambahan, indeks vigor, kecepatan tumbuh, bobot kering kecambah normal, dan laju pertumbuhan kecambah disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil rekapitulasi sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan varietas berpengaruh sangat nyata pada semua tolak ukur. Interaksi antara perlakuan varietas dan periode pengecambahan berpengaruh sangat nyata terhadap pemunculan radikula, dan berpengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh.

Tabel 2. Rekapitulasi sidik ragam pengaruh varietas dan periode pengecambahan terhadap pemunculan radikula dan berbagai tolak ukur mutu fisiologis benih

Tolak Ukur Pengamatan	Perlakuan			
	Varietas (V)	Periode Pengecambahan (P)	Interaksi (V x P)	KK (%)
Pemunculan Radikula (%)	**	**	**	9,81
Daya Berkecambah (%)	**	tn	tn	3,92
Rataan Waktu Perkecambahan (jam)	**	tn	tn	3,37
Indeks Vigor (%)	**	tn	tn	15,72
Kecepatan Tumbuh (% KN/etmal)	**	tn	*	3,57
Bobot Kering Kecambah Normal (g)	**	tn	tn	5,10
Laju Pertumbuhan Kecambah (g/KN)	**	tn	tn	2,73

Keterangan:

- * : Berpengaruh nyata
- ** : Berpengaruh sangat nyata
- tn : Berpengaruh tidak nyata
- KK : Koefisien Keragaman

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi perlakuan varietas dan periode pengecambahan terhadap pemunculan radikula (Tabel 3). Varietas berpengaruh terhadap pemunculan radikula dan periode pengecambahan berpengaruh terhadap pemunculan radikula. Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa masing-masing varietas maupun periode pengecambahan memberikan rata-rata pemunculan radikula yang berbeda, dimana varietas Sigarar Utang memberikan pemunculan radikula terbaik (98,67%), sementara periode pengecambahan terbaik pada 264 jam. Adanya perbedaan rata-rata pemunculan radikula ketiga varietas yang diuji pada setiap periode pengecambahan tergantung dari tingkat vigor benih yang digunakan. Hal ini diduga bahwa rata-rata pemunculan radikula setiap varietas yang diuji berbeda-beda pada setiap periode pengecambahan tergantung dari tingkat vigor benih padi yang digunakan. Vigor benih dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah genetik, kemasakan biji, lingkungan, ukuran biji, serta deteriorasi (Yudono dan Purwanto, 2006).

Tabel 3. Pengaruh varietas dan periode pengecambahan terhadap pemunculan radikula

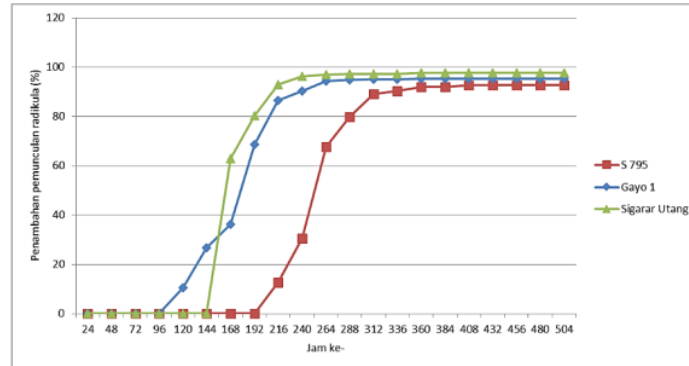
Varietas	Periode pengecambahan					Rata-rata
	168 jam (p1)	192 jam (p2)	216 jam (p3)	240 jam (p4)	264 jam (p5)	
S 795 (v1)	0,00 c D	0,00 c D	12,00 c C	25,33 b B	66,67 b A	20,80
Gayo 1 (v2)	41,33 b D	65,33 b C	80,00 B	86,67 a B	97,33 a A	74,13
Sigarar Utang (v3)	57,33 a C	84,00 a B	92,00 AB	96,00 a A	98,67 a A	85,60
Rata-rata	32,89	49,78	61,33	69,33	87,56	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf kapital yang sama pada arah horizontal atau huruf kecil yang sama pada arah vertikal menunjukkan perbedaan tidak nyata dengan uji DMRT taraf 5 %

Menurut De Rosa *et al.* (2011), perkecambahan benih kopi dipengaruhi oleh jenis genotipe kopi. Adanya variasi genetik dapat menampilkan ekspresi gen yang berbeda-beda. Faktor internal benih seperti genetik dan hormon berpengaruh terhadap proses perkecambahan. Dimana air yang masuk ke dalam biji akan memicu aktifnya hormon giberelin pada embrio. Pertumbuhan embrio selama masa perkecambahan sangat bergantung pada persediaan makanan yang terdapat pada endosperm. Pati yang dikelilingi oleh lapisan aleuron merupakan cadangan makanan bagi endosperm. Energi yang dibutuhkan oleh embrio pada masa perkecambahan berasal dari proses enzimatik perubahan pati menjadi gula dengan bantuan enzim amilase. Energi tersebut dibutuhkan pada saat perkembangan embrio untuk membantu radikula dalam mendobrak endosperm, untuk kulit biji ataupun kulit buah yang menghalangi perkecambahan dan pertumbuhan benih saat proses perkecambahan (Asra *et al.*, 2020).

Pengamatan pemunculan radikula dilakukan dengan mengamati laju pertumbuhan pemunculan radikula dari 0 hst hingga 21 hst. Grafik laju pertumbuhan pemunculan radikula setiap selang 24 jam antara 0 sampai 504 jam setelah pengecambahan disajikan pada Gambar 10. Varietas Gayo 1 mulai mengalami kenaikan pemunculan radikula pada

jam ke-96, varietas Sigarar Utang mulai mengalami kenaikan pada jam ke-144, sementara varietas S 795 mulai mengalami kenaikan pada jam ke-192. Varietas S 795 menunjukkan kenaikan persentase pemunculan radikula paling lambat diantara varietas Sigarar Utang dan Gayo 1.



Gambar 1. Grafik laju pertumbuhan pemunculan radikula

Gambar 10 memberikan informasi *lag period* masing-masing varietas benih yang diuji. Pada *lag period*, benih melakukan metabolisme aktif untuk persiapan pemunculan radikula yaitu sintesis protein, pematangan mitokondria, pengaktifan enzim spesifik dan perombakan cadangan makanan (Copeland dan McDonald, 2001). *Lag period* ditandai dengan laju imbibisi yang mendekati 0, atau ditandai kenaikan bobot dan kadar air yang hampir stagnan atau stabil. Menurut Bradford (1990), proses perkecambahan benih dimulai dengan imbibisi benih yang terdiri atas tiga fase yaitu: penyerapan air secara cepat, ditandai peningkatan kadar air yang signifikan (fase 1); laju imbibisi mendekati 0 yaitu terjadi peningkatan kadar air walaupun sedikit jumlahnya/*lag period* (fase 2); lalu terjadi peningkatan kadar air dan munculnya radikula (fase 3). Selain itu umur benih juga mempengaruhi lama waktu untuk memunculkan radikula, hal ini berhubungan dengan *lag period* yang merupakan saat antara imbibisi dan pemunculan radikula (Demir *et al.*, 2011).

Varietas Gayo 1 dan Sigarar Utang menghasilkan *lag period* yang singkat yaitu 96 jam dan 144 jam, yang berarti varietas Gayo 1 dan Sigarar Utang memiliki tingkat vigor yang tinggi dibanding dengan varietas S 795 yang menghasilkan *lag period* yang lebih panjang yaitu 192 jam. Benih bervigor rendah membutuhkan waktu yang lebih lama untuk proses pemunculan radikula. *Lag period* yang lebih panjang dibutuhkan dalam proses perbaikan metabolisme, DNA dan proses enzimatik (Matthews dan Powell, 2012). Semakin tinggi vigor benih, maka *lag period* semakin pendek begitu juga sebaliknya (Matthews dan Hosseini, 2006). Rendahnya vigor benih bisa disebabkan oleh umur simpan benih. Menurut Febriani dan Widajati (2015) semakin lama benih disimpan, maka secara alami benih akan mengalami deteriorasi. Viabilitas dan vigor benih berangsur-angsur menurun karena adanya kemunduran.

Daya Berkecambah

Berdasarkan tabel rekapitulasi sidik ragam pengaruh varietas dan periode pengecambahan (Tabel 2) perlakuan varietas berpengaruh sangat nyata terhadap daya berkecambah benih. Perlakuan periode pengecambahan tidak berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah

benih, serta tidak terdapat interaksi pada kedua perlakuan. Rata-rata daya berkecambah ketiga varietas benih kopi Arabika yang diuji disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh varietas dan periode pengecambahan terhadap daya berkecambah

Varietas	Periode pengecambahan					Rata-rata
	168 jam (p1)	192 jam (p2)	216 jam (p3)	240 jam (p4)	264 jam (p5)	
S 795 (v1)	93,33	92,00	90,67	92,00	94,67	92,53 b
Gayo 1 (v2)	94,67	94,67	93,33	96,00	97,33	95,20 ab
Sigarar Utang (v3)	94,67	98,67	97,33	98,67	98,67	97,60 a
Rata-rata	94,22	95,11	93,78	95,56	96,89	

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata dengan uji DMRT taraf 5 %

Berdasarkan Tabel 4, perlakuan varietas terhadap tolak ukur daya berkecambah menunjukkan hasil pengamatan berpengaruh sangat nyata pada varietas Sigarar Utang dengan nilai rata-rata tertinggi pada periode pengecambahan 264 jam yaitu 97,60 %. Sedangkan nilai rata-rata terendah pada varietas S 795 pada periode pengecambahan 264 jam yaitu 92,53 %. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga varietas benih tersebut masih memiliki viabilitas daya berkecambah yang baik, dimana menurut Kepmentan RI Nomor 88/KPTS/KB.020/11/2017 tentang Pedoman, Sertifikasi, Peredaran dan Pengawasan Benih Tanaman Kopi (*Coffea sp.*), standar mutu benih kopi dalam bentuk biji untuk kriteria daya berkecambah adalah sebesar 80 %, sehingga dari ketiga varietas yang digunakan dalam percobaan ini masih memenuhi persyaratan teknis minimal sertifikasi.

Rataan Waktu Perkecambahan (Mean Germination Time)

Berdasarkan tabel rekapitulasi sidik ragam pengaruh varietas dan periode pengecambahan (Tabel 2), perlakuan varietas berpengaruh sangat nyata terhadap rata-rata waktu perkecambahan benih. Perlakuan periode pengecambahan tidak berpengaruh nyata terhadap rata-rata waktu perkecambahan benih, serta tidak terdapat interaksi pada kedua perlakuan. Rata-rata rata-rata waktu perkecambahan ketiga varietas benih kopi Arabika yang diuji disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh varietas dan periode pengecambahan terhadap rata-rata waktu perkecambahan

Varietas	Periode pengecambahan					Rata-rata
	168 jam (p1)	192 jam (p2)	216 jam (p3)	240 jam (p4)	264 jam (p5)	
S 795 (v1)	263,54	269,57	261,90	264,01	262,54	264,31 a
Gayo 1 (v2)	178,41	188,17	189,80	182,76	181,34	184,10 b
Sigarar Utang (v3)	184,91	182,57	182,18	186,49	178,39	182,91 b
Rata-rata	208,95	213,44	211,29	211,09	207,42	

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata dengan uji DMRT taraf 5 %

Berdasarkan **Tabel 5**, perlakuan varietas terhadap tolak ukur rata-rata waktu perkecambahan menunjukkan hasil pengamatan berpengaruh sangat nyata pada varietas Sigarar Utang dengan nilai rata-rata terendah pada periode pengecambahan 264 jam yaitu 182,91 jam. Sedangkan nilai rata-rata tertinggi pada varietas S 795 pada periode pengecambahan 264 jam yaitu 264,31 jam. Hal ini menunjukkan bahwa varietas yang menunjukkan performa MGT terbaik adalah nilai MGT yang rendah yaitu terdapat pada varietas Sigarar Utang dan varietas Gayo 1. Sementara varietas S 795 memiliki nilai MGT yang lebih tinggi daripada varietas Sigarar Utang dan Gayo 1. Lot benih dengan MGT rendah, berkecambah lebih cepat dan memiliki persentase akhir daya berkecambah yang tinggi (Matthews dan Powell, 2012). Nilai MGT (*Mean germination time*) menggambarkan rata-rata waktu bagi benih untuk berkecambah dari awal imbibisi hingga munculnya radikula. Makin kecil nilai rata-rata waktu perkecambahan, makin cepat benih tersebut berkecambah. Dengan demikian varietas Sigarar Utang dan Gayo 1 mampu berkecambah lebih cepat dibanding dengan varietas S 795.

Benih yang cepat berkecambah merupakan salah satu tolak ukur mutu vigor benih, karena benih vigor memiliki proses reaktivasi enzim yang cepat apabila dalam kondisi tumbuh optimum dan proses metabolisme tidak terhambat. Benih vigor menunjukkan nilai rata-rata waktu perkecambahan yang lebih cepat, sedangkan benih yang kurang vigor akan membutuhkan waktu lebih lama untuk berkecambah (Sutopo, 2012). Rataan waktu perkecambahan dapat dijadikan pendugaan untuk vigor benih dan performa tanaman di lapangan (Khajeh *et al.*, 2009).

Indeks Vigor

Berdasarkan tabel rekapitulasi sidik ragam pengaruh varietas dan periode pengecambahan (**Tabel 2**), perlakuan varietas berpengaruh sangat nyata terhadap indeks vigor benih. Perlakuan periode pengecambahan tidak berpengaruh nyata terhadap indeks vigor benih, serta tidak terdapat interaksi pada kedua perlakuan. Rata-rata indeks vigor ketiga varietas benih kopi Arabika yang diuji disajikan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Pengaruh varietas dan periode pengecambahan terhadap indeks vigor (%)

Varietas	Periode pengecambahan					Rata-rata
	168 jam (p1)	192 jam (p2)	216 jam (p3)	240 jam (p4)	264 jam (p5)	
S 795 (v1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 c
Gayo 1 (v2)	41,33	32,00	33,33	37,33	37,33	36,26 b
Sigarar Utang (v3)	57,33	66,67	64,00	60,00	66,67	62,93 a
Rata-rata	32,89	32,89	32,44	32,44	34,67	

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata dengan uji DMRT taraf 5 %

Berdasarkan **Tabel 6** dapat dilihat bahwa masing-masing varietas memberikan rata-rata indeks vigor yang berbeda. Perlakuan varietas terhadap tolak ukur indeks vigor menunjukkan hasil pengamatan berpengaruh sangat nyata pada varietas Sigarar Utang dengan nilai rata-rata tertinggi pada periode pengecambahan 264 jam yaitu 62,93 %. Sedangkan nilai rata-rata terendah pada varietas S 795 pada periode pengecambahan 264

jam yaitu 0,00 %. Hal ini menunjukkan bahwa nilai indeks vigor untuk tiap varietas yang berbeda-beda disebabkan oleh adanya perbedaan tingkat vigor benih. Pada pengukuran indeks vigor yang dihitung pada hari ke-7 setelah tanam, benih yang berkecambah secara cepat menunjukkan bahwa benih tersebut bervigor tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Khaliliaqdam *et al.* (2013) pada perkecambahan jagung suhu 13°C dan 20°C memberikan gambaran bahwa benih bervigor tinggi dapat berkecambah secara cepat, ditandai dengan pemunculan radikula secara cepat dan seragam.

Kecepatan Tumbuh

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi perlakuan varietas dan periode pengecambahan terhadap kecepatan tumbuh (Tabel 2). Varietas berpengaruh terhadap kecepatan tumbuh dan periode pengecambahan berpengaruh terhadap kecepatan tumbuh. Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa varietas Sigarar Utang dan Gayo 1 menunjukkan nilai rata-rata kecepatan tumbuh tertinggi (13,00 %KN/etmal), sementara kecepatan tumbuh terendah terdapat pada varietas benih S 795 (8,52 %KN/etmal). Hal ini diduga kecepatan tumbuh dipengaruhi oleh faktor genetik benih. Sesuai dengan pernyataan Gardner *et al.* (1991) bahwa pengaruh varietas terhadap variabel pengamatan disebabkan karena perbedaan faktor genetik yang dimiliki oleh masing-masing varietas dan kemampuan adaptasinya terhadap lingkungan. Penampilan pertumbuhan yang berbeda antar varietas disebabkan oleh adanya perbedaan kecepatan pembelahan, perbanyakan dan pembesaran sel.

Kecepatan tumbuh benih merupakan proses reaktivasi benih secara cepat apabila kondisi sekitar tumbuh optimum dan proses metabolisme tidak terhambat (Lesilolo *et al.*, 2015). Benih mengandung informasi genetik yang menentukan potensi hasil, kemampuan beradaptasi dengan lingkungan dan ketahanan terhadap hama dan penyakit. Benih yang bermutu menghasilkan perkecambahan yang cepat dan seragam sehingga menghasilkan tanaman dengan pertumbuhan yang baik dan seragam pula (Wiguna dan Sumpena, 2012).

Tabel 7. Pengaruh varietas dan periode pengecambahan terhadap kecepatan tumbuh (%KN/etmal)

Varietas	Periode pengecambahan					Rata-rata
	168 jam (p1)	192 jam (p2)	216 jam (p3)	240 jam (p4)	264 jam (p5)	
S 795 (v1)	8,63 c A	8,29 b A	8,43 c A	8,47 b A	8,80 b A	8,52
Gayo 1 (v2)	13,43 a A	12,75 a A	12,24 b B	13,28 a A	13,31 a A	13,00
Sigarar Utang (v3)	12,47 b B	13,20 a AB	12,99 a AB	12,97 a AB	13,38 a A	13,00
Rata-rata	32,89	49,78	61,33	69,33	87,56	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf kapital yang sama pada arah horizontal atau huruf kecil yang sama pada arah vertikal menunjukkan perbedaan tidak nyata dengan uji DMRT taraf 5 %

Benih bervigor tinggi akan menunjukkan nilai kecepatan tumbuh yang tinggi. Selain itu benih bervigor tinggi akan memiliki nilai kecepatan tumbuh yang tinggi dan nilai MGT yang

rendah. MGT berkorelasi tinggi terhadap waktu munculnya akar, pertumbuhan tanaman, dan hasil produksi pada lahan percobaan (Matthews dan Khajeh, 2006). Sedangkan benih yang kurang vigor akan berkecambah normal pada jangka waktu yang lama (Sadjad *et al.*, 1999). Menurut Febriani dan Widajati (2015), semakin menurunnya nilai kecepatan tumbuh mengindikasikan bahwa vigor benih telah mengalami penurunan.

Bobot Kering Kecambah Normal

Berdasarkan tabel rekapitulasi sidik ragam pengaruh varietas dan periode pengecambahan (Tabel 2) menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi perlakuan varietas dan periode pengecambahan terhadap bobot kering kecambah normal. Varietas berpengaruh secara nyata terhadap bobot kering kecambah normal sedangkan periode pengecambahan tidak berpengaruh terhadap bobot kering kecambah normal. Pengaruh perlakuan varietas dan periode pengecambahan terhadap berat kering kecambah normal disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengaruh varietas dan periode pengecambahan terhadap bobot kering kecambah normal (g)

Varietas	Periode pengecambahan					Rata-rata
	168 jam (p1)	192 jam (p2)	216 jam (p3)	240 jam (p4)	264 jam (p5)	
..... g						
S 795 (v1)	3,5170	3,4601	3,4945	3,5333	3,6091	3,5228 c
Gayo 1 (v2)	4,1152	4,1269	4,0012	4,1567	4,2488	4,1298 a
Sigarar Utang (v3)	3,7510	3,9909	4,0182	4,0041	4,0181	3,9565 b
Rata-rata	3,7944	3,8593	3,8380	3,8980	3,9587	

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata dengan uji DMRT taraf 5 %

Tabel 8 menunjukkan bobot kering kecambah normal (BKKN) pada ketiga varietas benih. Perlakuan varietas Gayo 1 memiliki bobot kering kecambah normal tertinggi (4,1298 g) dibandingkan dengan varietas Sigarar Utang (3,9565 g) dan S 795 (3,5228 g). Ukuran benih setiap varietas dapat mempengaruhi nilai BKKN. Bobot kering kecambah normal merupakan salah satu tolok ukur viabilitas potensial yang menggambarkan banyaknya cadangan makanan yang tersedia sehingga bila dikondisikan pada lingkungan yang sesuai, mampu tumbuh dan berkembang dengan baik (Sadjad, 1993). Lot benih yang memiliki viabilitas yang tinggi akan mampu menghasilkan bobot kering kecambah yang lebih besar (Ilyas, 2012). Benih berukuran besar memiliki cadangan makanan yang lebih banyak serta ukuran embrio yang lebih besar, sehingga bobot kecambahnya lebih tinggi (Ichsan *et al.*, 2013). Bobot kering kecambah yang tinggi dapat menggambarkan pemanfaatan cadangan makanan dalam benih yang efisien.

Laju Pertumbuhan Kecambah

Berdasarkan tabel rekapitulasi sidik ragam pengaruh varietas dan periode pengecambahan (Tabel 2) menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi perlakuan varietas dan periode pengecambahan terhadap laju pertumbuhan kecambah. Varietas berpengaruh secara nyata terhadap laju pertumbuhan kecambah sedangkan periode pengecambahan tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan kecambah. Pengaruh perlakuan varietas

dan periode pengecambahan terhadap laju pertumbuhan kecambah disajikan pada Tabel 8.

Laju pertumbuhan kecambah (LPK) merupakan rasio antara BKKN dengan jumlah total kecambah normal. Uji LPK memiliki nilai yang sebanding dengan nilai BKKN. Pada Tabel 8, dilihat bahwa nilai LPK tertinggi terdapat pada varietas Gayo 1, sementara nilai LPK terendah terdapat pada varietas S 795. Hal ini dapat pula disebabkan oleh ukuran benih pada varietas Gayo 1 yang besar sehingga BKKN juga besar. Sesuai dengan pernyataan Djoyowasito *et al.* (2017) bahwa laju pertumbuhan kecambah tanaman dipengaruhi oleh mutu benih. Massa benih sangat berpengaruh dalam perkecambahan karena di dalam benih terdapat cadangan makanan (endosperm) yang berfungsi untuk menyuplai makanan pada proses perkecambahan.

Korelasi uji pemunculan radikula dengan berbagai tolok ukur mutu benih

Periode pengecambahan benih pada ketiga varietas yang diuji untuk mencapai pemunculan radikula tertinggi adalah pada periode pengecambahan 264 jam. Menurut Demir *et al.* (2008), nilai pemunculan radikula terbanyak yang diperoleh pada benih yang dikecambahkan kemudian dikorelasikan dengan berbagai tolok ukur mutu fisiologis benih dan performa bibit di lapangan. Sehingga nilai pemunculan radikula yang diperoleh pada periode pengecambahan 264 jam kemudian dikorelasikan dengan berbagai tolok ukur mutu fisiologis benih.

Berdasarkan analisis regresi dan korelasi pada ketiga varietas benih kopi arabika tersebut menunjukkan adanya hubungan yang erat antara uji pemunculan radikula dengan berbagai tolok ukur mutu fisiologi benih. Pada Tabel 9 menunjukkan persamaan regresi antara uji pemunculan radikula dengan berbagai tolok ukur mutu fisiologi benih seperti yaitu rata-rata waktu perkecambahan, daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, berat kering kecambah normal dan laju pertumbuhan kecambah.

Tabel 9. Hasil analisis regresi dan korelasi antara pemunculan radikula dengan uji daya berkecambah dan berbagai tolok ukur benih di laboratorium

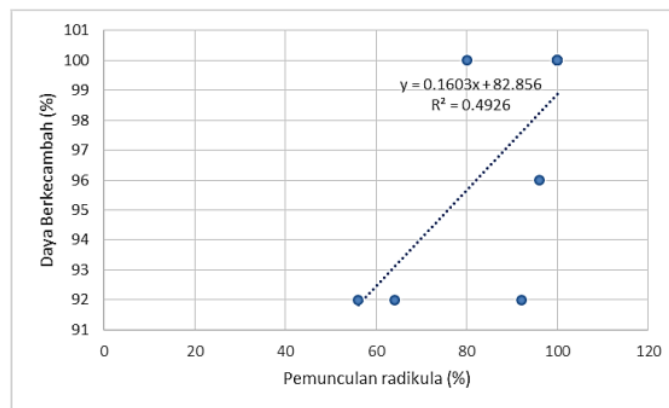
Tolok ukur pengujian	Persamaan	r	R ²	P
Daya berkecambah (DB)	$y = 82,856 + 0,1603x$	0,7019	0,4926	0,000**
Mean Germination Time (MGT)	$y = 409,47 - 2,3077x$	-0,9432	0,8896	0,000**
Indeks vigor (IV)	$y = 90,825 + 1,4333x$	0,8418	0,7087	0,000**
Kecepatan Tumbuh (KCT)	$y = 0,3017 + 0,1317x$	0,9706	0,9421	0,000**
Berat Kering Kecambah Normal (BKKN)	$y = 2,4233 + 0,0175x$	0,8819	0,7778	0,000**
Laju Pertumbuhan Kecambah (LPK)	$y = 0,1227 + 0,0005x$	0,8044	0,6471	0,000**

Keterangan : ** = berpengaruh nyata pada taraf 5%

Uji pemunculan radikula menunjukkan hubungan linier yang positif dengan tolok ukur pengujian daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, berat kering kecambah normal dan laju pertumbuhan kecambah. Korelasi yang positif menandakan bahwa semakin tinggi nilai uji pemunculan radikula maka nilai daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, berat kering kecambah normal dan laju pertumbuhan kecambah juga

semakin tinggi. Sementara uji pemunculan radikula menunjukkan hubungan linier negatif dengan tolok ukur rata-rata waktu berkecambah yang berarti bahwa semakin tinggi nilai uji pemunculan radikula maka nilai rata-rata waktu berkecambah semakin rendah.

Uji pemunculan radikula berpotensi digunakan untuk uji vigor benih. Hal ini juga berlaku untuk tanaman lain, dimana munculnya radikula dapat digunakan sebagai penghitungan awal kecambah yang tumbuh normal. Benih dengan mutu benih yang tinggi diindikasikan dengan banyak kecambah normal yang tumbuh. Benih yang paling cepat menghasilkan radikula dianggap sebagai penanda kualitas tinggi. Tingkat kemunculan radikula telah divalidasi sebagai uji vigor dalam menunjukkan performa di lapangan seperti pada jagung, *oilseed rape* (ISTA, 2016) dan lobak (Matthews *et al.*, 2018). Hal yang sama juga terlihat pada pengujian pemunculan radikula terong (Özden *et al.*, 2018). Hitungan pemunculan radikula benih terong pada 104 jam dapat memprediksi munculnya kecambah normal (%). Özden *et al.* (2018) menyatakan uji pemunculan radikula pada benih terong dapat digunakan untuk menduga jumlah benih yang tumbuh normal di lapangan sehingga informasi mutu benih bisa diperkirakan dalam waktu singkat, yaitu beberapa hari.

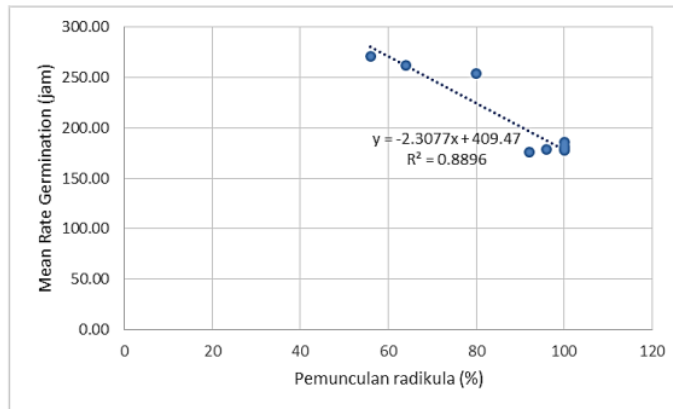


Gambar 11. Grafik regresi antara uji pemunculan radikula dan daya berkecambah

Periode pengecambahan benih pada ketiga varietas untuk mencapai total nilai pemunculan radikula tertinggi adalah pada periode pengecambahan 264 jam. Sehingga pengamatan akhir pemunculan radikula pada ketiga varietas dilakukan pada jam ke-264 karena merupakan periode pengecambahan dengan nilai total pemunculan radikula tertinggi.

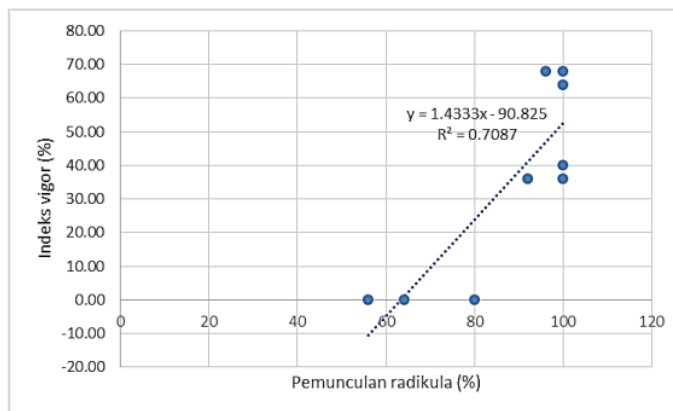
Tabel 9 dan Gambar 11 menunjukkan hubungan linier positif yang kuat antara nilai pemunculan radikula dan nilai daya berkecambah dengan nilai r sebesar 0,70, artinya makin tinggi nilai pemunculan radikula, maka makin tinggi juga nilai daya berkecambah. Nilai koefisien determinasi antara nilai pemunculan radikula dengan nilai daya berkecambah sebesar 49,3% ($R^2 = 0,4926$). Hal ini menunjukkan bahwa keragaman daya berkecambah disebabkan oleh uji pemunculan radikula sebesar 49,3% sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain. Nilai 49,3% cukup mempengaruhi dalam menentukan daya berkecambah. Oleh sebab itu uji pemunculan radikula dapat memprediksi nilai daya berkecambah dengan persamaan $y = 0,1603x + 82,856$ pada 264 jam. Sejalan dengan penelitian Milošević *et al.* (2010) dan Özden *et al.* (2018) yang menyebutkan bahwa uji

pemunculan radikula sebagai uji vigor dapat digunakan untuk mengetahui viabilitas benih seperti daya berkecambah dalam suatu lot benih.



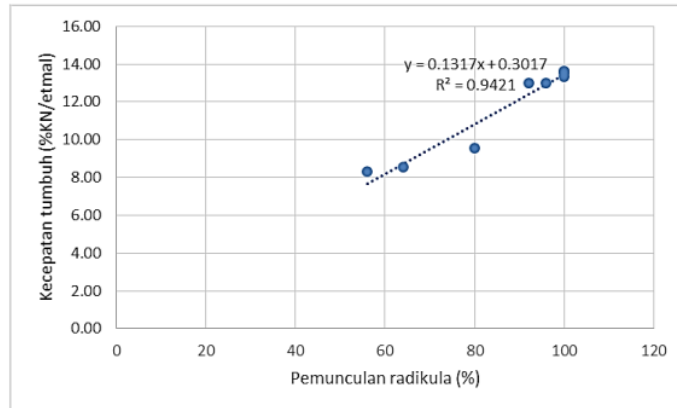
Gambar 12. Grafik regresi antara uji pemunculan radikula dan rata-rata waktu berkecambah

Hasil analisis regresi linier antara nilai pemunculan radikula pada Gambar 12 menunjukkan hubungan yang sangat kuat dengan nilai MGT ($r = 0,94$). Nilai MGT menggambarkan rata-rata waktu bagi benih untuk berkecambah dari awal imbibisi hingga pemunculan radikula. Gambar 12 menunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar 88,96%, dengan garis persamaan linier $y = -2,3077x + 409,47$. Terdapat hubungan linier yang negatif antara nilai pemunculan radikula dengan nilai MGT. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai pemunculan radikula, maka nilai MGT akan semakin rendah. Artinya, varietas dengan nilai MGT rendah akan tumbuh lebih cepat daripada varietas dengan nilai MGT tinggi. Hal ini berarti nilai pemunculan radikula pada periode pengecambahan 264 jam dapat memprediksi nilai MGT.



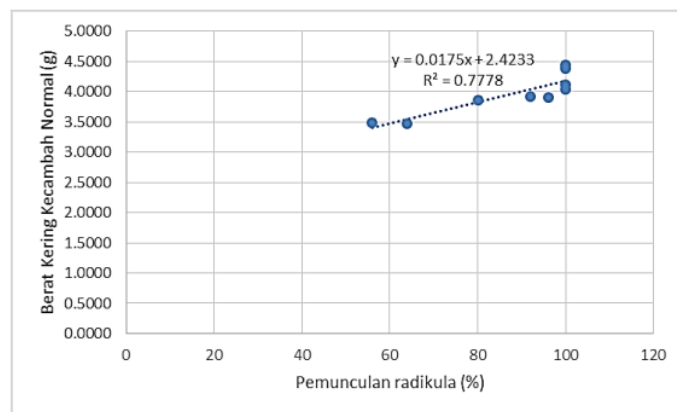
Gambar 13. Grafik regresi antara nilai pemunculan radikula dan indeks vigor

Gambar 13 menunjukkan hubungan linier positif yang sangat kuat antara nilai pemunculan radikula dan nilai indeks vigor ($r = 0,84$), artinya semakin tinggi nilai pemunculan radikula maka semakin tinggi juga nilai indeks vigor. Keragaman nilai indeks vigor dapat dijelaskan oleh persamaan linier $y = 1,4333x - 90,825$, dengan nilai koefisien determinasi sebesar 70,9% ($R^2 = 0,7087$). Benih yang tumbuh dengan nilai pemunculan radikula yang tinggi pada hitungan pertama menunjukkan bahwa benih tersebut memiliki vigor yang tinggi. Pemunculan radikula pada benih setelah hitungan kedua menunjukkan bahwa benih tersebut memiliki vigor yang lebih rendah walaupun benih tersebut mampu tumbuh menjadi kecambah normal.



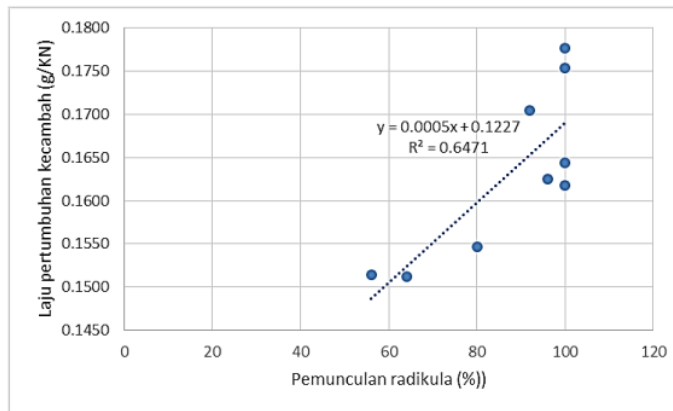
Gambar 14. Grafik regresi antara pemunculan radikula dan kecepatan tumbuh

Gambar 14 menunjukkan hubungan linier positif yang sangat erat antara nilai pemunculan radikula dan nilai kecepatan tumbuh ($r = 0,97$), artinya makin tinggi nilai pemunculan radikula maka makin tinggi juga nilai kecepatan tumbuh. Keragaman nilai kecepatan tumbuh dapat dijelaskan oleh persamaan linier $y = 0,1317x + 0,3017$, dengan nilai koefisien determinasi sebesar 94,2% ($R^2 = 0,9421$).



Gambar 15. Grafik regresi antara nilai pemunculan radikula dan berat kering kecambah normal

Tabel 9 dan Gambar 15 menunjukkan terdapat hubungan linier positif antara nilai pemunculan radikula dengan nilai berat kering kecambah normal ($r = 0,88$), artinya makin tinggi nilai pemunculan radikula maka makin tinggi juga nilai BKKN. Gambar 14 menunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar 77,78%, dengan garis persamaan linier $y = 0,0175x + 2,4233$.



Gambar 16. Grafik regresi antara uji pemunculan radikula dan laju pertumbuhan kecambah

Tabel 9 dan Gambar 16 menunjukkan hubungan linier positif yang sangat erat antara nilai pemunculan radikula dan nilai laju pertumbuhan kecambah ($r = 0,80$), artinya makin tinggi nilai pemunculan radikula maka makin tinggi juga nilai LPK. Keragaman nilai LPK dapat dijelaskan oleh persamaan linier $y = 0,0005x + 0,1227$, dengan nilai koefisien determinasi sebesar 64,7% ($R^2 = 0,6471$).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Varietas S 795 tidak memberikan pengaruh terbaik terhadap pemunculan radikula pada benih kopi Arabika. Varietas Sigarar Utang memberikan hasil terbaik terhadap pemunculan radikula sebesar 98,87 %, namun tidak berbeda nyata dengan varietas Gayo 1 sebesar 97,33 %. Nilai persentase pemunculan radikula varietas Sigarar Utang dan Gayo 1 berbeda nyata dengan varietas S 795 sebesar 66,67 %.
2. Periode pengecambahan selama 264 jam memberikan pengaruh terbaik terhadap pemunculan radikula pada benih kopi Arabika. Pada periode pengecambahan 264 jam, varietas S 795, Gayo 1, dan Sigarar Utang mencapai pemunculan radikula tertinggi.
3. Terdapat interaksi antara varietas dan periode pengecambahan terhadap pemunculan radikula pada benih kopi Arabika ($P < 0,05$).
4. Terdapat korelasi kuat antara uji pemunculan radikula dengan berbagai tolok ukur viabilitas dan vigor benih. Hasil uji pemunculan radikula mempunyai korelasi positif yang kuat dengan pengujian viabilitas benih daya berkecambah ($r = 0,70$), dan berkorelasi positif sangat kuat dengan tolok ukur vigor benih indeks vigor ($r = 0,84$),

kecepatan tumbuh ($r = 0,97$), berat kering kecambah normal ($r = 0,88$), dan laju pertumbuhan kecambah ($0,80$), serta berkorelasi negatif sangat kuat dengan tolak ukur vigor benih rata-rata waktu perkecambahan ($-0,94$).

Saran

Berdasarkan simpulan, maka dapat disarankan sebagai berikut:

1. Perlu dikaji lebih lanjut hubungan antara uji pemunculan radikula dengan pengujian daya tumbuh di lapangan.
2. Perlu dilakukan validasi metode pengujian pemunculan radikula.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan lot benih dengan umur simpan lebih dari 3 (tiga) bulan dan tingkat viabilitas (daya berkecambah) yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Asra L, Samarlina RA, Silalahi M. 2020. Hormon Tumbuhan. Jakarta: UKI Press.
- Bradford KJ. 1990. A Water Relations Analysis of Seed Germination Rates. *Plant Physiol*, 94: 840-849.
- Clemente A da CS, de Carvalho MLM, Guimaraes RM. 2012. Suitability of the tetrazolium test methodology for recently harvested and stored coffee seeds. *Ciênc.agrotec., Lavras*, 36 (4): 415-423.
- Copeland LO, McDonald MB. 2001. *Principles of Seed Science and Technology. Fourth Edition*. London: Kluwer Academic.
- De Rosa SDVF, Carvalho AM, McDonald MB, Von Pinho ERV, Silva AP, Veiga AD. 2011. The effect of storage conditions on coffee seed and seedling quality. *Seed Science and Technology*, 39 (1): 151-164.
- Demir I, Celikkol T, Sarikamis G, Eksi C. 2011. Vigor tests to estimate seedling emergence potential and longevity in Viola seed lots. *Hortscience*, 46: 402-405.
- Demir I, Ermis S, Mavi K, Matthews S. 2008. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annuum* L.) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. *Seed Science and Technology*, 36 (1): 21-30.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. Kementerian Pertanian. 2021. Produksi Kopi Menurut Provinsi di Indonesia, 2017-2021. Dapat diunduh dari: <https://www.pertanian.go.id/home/index.php?show=repo&fileNum=212> (diakses 30 Maret 2022)
- Febriani LY, Widajati E. 2015. Evaluasi beberapa tolak ukur vigor untuk pendugaan perpanjangan masa edar benih padi (*Oryza sativa* L.). *Buletin Agrohorti*, 3(3): 309-315.
- Gardner FP, Pearce BR, Mitchell GL. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Ichsan CN, Hereri AI, Budiarti L. 2013. Kajian warna buah dan ukuran benih terhadap viabilitas benih kopi arabika (*Coffea arabica* L.) varietas Gayo 1. *Floratek*, 8: 110 - 117.

- Ilyas S. 2012. *Ilmu dan Teknologi Benih. Teori dan Hasil-hasil Penelitian*. Bogor: IPB Press.
- [ISTA] International Seed Testing Association. 2017. *International Rules for Seed Testing: Edition 2017*. Switzerland: International Seed Testing Association,
- Khajeh HM, Lomholt A, Matthews S. 2009. Mean germination time in the laboratory estimates the relative vigour and field performance of commercial seed lots of maize (*Zea mays* L.). *Seed Science and Technology*, 37 (2): 446–456.
- Khaliliaqdam N, Soltani A, Latifi N, Far FG. 2013. Laboratory tests for predicting emergence of soybean cultivars. *Plant Knowledge Journal*, 2 (2): 89–93.
- Lesilolo MK, Petty J, Tetty N. 2015. Penggunaan desikan abu dan lama simpan terhadap kualitas benih jagung (*Zea mays* L.) pada penyimpanan ruang terbuka. *Agrologia*. 1(1):51-59.
- Matthews S, Powell A. 2012. Towards automated single counts of radicle emergence to predict seed and seedling vigour. *Seed Testing Internasional*, 142: 44-48.
- Matthews S, Hosseini MK. 2006. Mean germination time as an indicators of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Science and Technology*, 34 (20): 339-347.
- Matthews S, Wagner M, Kerr L, Powell AA. 2018. Potential for early counts of radicle emergence and leakage of electrolytes as quick tests to predict the percentage of normal seedlings. *Seed Science and Technology*, 46 (1): 1-18.
- Milosevic M, Vujakovic M, Karagic D. 2010. Vigour tests as indicators of seed viability. *Genetica*. 42 (1): 103–118.
- Ozden E, Ozdamar C, Demir I. 2018. Radicle emergence test estimates predictions of percentage normal seedlings in standard germination tests of aubergine (*Solanum melongena* L.) seed lots. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46:177-182.
- Pramana SA. 2019. Pengembangan Uji Tetrazolium dan Uji Pemunculan Radikula sebagai Uji Cepat Pendugaan Viabilitas Benih Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) [Thesis]. Surakarta: Sekolah Pascasarjana Universitas Sebelas Maret.
- Rahardjo P. 2012. *Kopi: Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Raseetha S, Abdullah. 2016. Implications of inappropriate storage temperatures in harvested green coffee (*Robusta* sp.) beans to antioxidant properties and polyphenol oxidase activity. *Transactions on Science and Technology*, 3 (1-2): 193-202.
- Sadjad S. 1993. *Dari Benih Kepada Benih*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Sadjad S, Murniati E. 1999. *Parameter Pengujian Vigor Benih: Dari Komparatif ke Simulatif*. Jakarta: Grasindo.
- Sutopo L. 2012. *Teknologi Benih*. Jakarta: Rajawali Press.

[WEFORUM] World Economic Forum. 2021. Which country produced the most coffee in 2020? Dapat diunduh dari: <https://www.weforum.org/agenda/2021/10/which-country-produced-the-most-coffee-in-2020/> (diakses 30 Maret 2022)

Wiguna G, Sumpena U. 2012. Daya hasil dan kualitas benih enam kultivar tomat. *Pembangunan Pedesaan*, 12 (2): 80- 85.

Yudono A, Purwanto WM. 2006. kajian aspek fisiologi dan biokimia deteriorasi benih kedelai dalam penyimpanan. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 11(2): 76-87.

PENGEMBANGAN METODE UJI PEMUNCULAN RADIKULA SEBAGAI METODE UJI CEPAT VIABILITAS DAN VIGOR PADA BEBERAPA VARIETAS BENIH KOPI ARABIKA (Coffea arabica L.)

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

21%

INTERNET SOURCES

12%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

2%

★ Roswita Oesman, Rahmaniah .. "PENGARUH PUPUK KANDANG AYAM DAN KCL TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI JAGUNG (Zea mays L)", Agrinula : Jurnal Agroteknologi dan Perkebunan, 2022

Publication

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

PENGEMBANGAN METODE UJI PEMUNCULAN RADIKULA SEBAGAI METODE UJI CEPAT VIABILITAS DAN VIGOR PADA BEBERAPA VARIETAS BENIH KOPI ARABIKA (Coffea arabica L.)

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18