

**Pengembangan Uji Cepat Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* (L.))
dengan *Urine Sugar Analysis Paper* (USAP)**

***Development of Soybean (*Glycine max* (L.)) Seed Viability Test Method
using *Urine Sugar Analysis Paper* (USAP)***

Annisa Nursoleha¹, Muhammad Rahmad Suhartanto^{2*}, Eny Widajati²

¹Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Departemen Agronomi dan Hortikultura,
Institut Pertanian Bogor (IPB University)

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

*Penulis Korespondensi: m.r.suhartanto@apps.ipb.ac.id

Disetujui: 11 Februari 2022 / *Published Online* September 2022

ABSTRACT

*Soybean (*Glycine max* (L.)) is one of the main commodities besides rice and corn in Indonesia that is mostly consumed by the community in processed food. The gap in the need and availability of soybeans is always increasing. Therefore, efforts are needed to support soybean production, such as soybean seeds that must always be available in adequate quantity and good quality. The problem faced in providing good quality of soybean seeds is the short shelf life of soybean seeds. Hence, seeds are decreasing in vigor and viability. This research aims to develop a seed vigor test method using *Urine Sugar Analysis Paper* (USAP) at various levels of soybean seed vigor, that was obtained from the Accelerated Aging Method. This research was conducted at the Seed Quality Testing Laboratory, Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, IPB University. The materials used for the research are soybean seeds of Anjasmoro and Gepak kuning varieties. The experimental design that used in this research was a Completely Randomized Design (CRD) one factor with four replications consisting of two trials. The first experiment was the accelerated aging using the Accelerated Aging Method (AAM) at a temperature of 40 °C. The second experiment was to develop an *Urine Sugar Analysis Paper* method on seed lots that was obtained from AAM by determining the efficient soaking time of seeds at levels of 1, 3, and 5 hours. Experiments were carried out on two varieties separately, namely Anjasmoro and Gepak kuning varieties. The results showed that accelerated aging could reduce the vigor and viability of soybean seeds. For the Anjasmoro variety, 5 hours of soaking time is an effective method for testing glucose and protein based on germination, growth seed, and electrical conductivity. For the Gepak kuning variety, 1 hour of soaking time is an effective method for testing glucose and protein based on germination and electrical conductivity.*

Keywords: accelerated aging, correlation, glucose, pH, protein, vigor

ABSTRAK

Kedelai (*Glycine max* (L.)) merupakan salah satu komoditas utama selain beras dan jagung di Indonesia yang sebagian besar dikonsumsi oleh masyarakat dalam bentuk olahan pangan. Kesenjangan kebutuhan dan ketersediaan kedelai terus meningkat sehingga diperlukan usaha untuk menunjang produksi kedelai, salah satunya benih kedelai harus selalu tersedia dalam jumlah yang cukup serta dengan mutu yang memadai. Permasalahan yang dihadapi dalam penyediaan benih kedelai bermutu adalah daya simpan benih kedelai yang pendek sehingga benih mengalami penurunan vigor dan viabilitas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode uji vigor benih menggunakan *urine sugar analysis paper* (USAP) pada berbagai tingkat vigor benih kedelai yang diperoleh dari metode pengusangan cepat (AAM). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyimpanan dan Pengujian Mutu Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah benih kedelai varietas Anjasmoro dan Gepak kuning. Percobaan disusun dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan empat ulangan yang terdiri dari dua percobaan. Percobaan pertama adalah lama pengusangan dengan metode

pengusangan cepat (AAM) bersuhu 40 °C dan RH 95%. Percobaan kedua adalah mengembangkan metode *urine sugar analysis paper* terhadap lot benih yang diperoleh dari pengusangan cepat dengan menentukan lama perendaman benih yang efisien dengan taraf 1, 3, dan 5 jam. Percobaan dilakukan terhadap dua varietas secara terpisah yaitu varietas Anjasmoro dan Gepak kuning. Hasil penelitian menunjukkan pengusangan cepat dapat menurunkan vigor dan viabilitas benih kedelai. Pada varietas Anjasmoro, lama perendaman 5 jam merupakan metode efektif untuk pengujian kebocoran glukosa dan protein berdasarkan tolok ukur daya kerkecambah, kecepatan tumbuh, dan nilai daya hantar listrik. Pada varietas Gepak kuning, lama perendaman 1 jam merupakan metode efektif untuk pengujian kebocoran glukosa dan protein berdasarkan tolok ukur daya berkecambah dan nilai daya hantar listrik.

Kata kunci: glukosa, korelasi, pengusangan cepat, pH, protein, vigor

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L.)) merupakan salah satu komoditas utama selain beras dan jagung di Indonesia yang sebagian besar dikonsumsi oleh masyarakat dalam bentuk olahan pangan. Sifat multiguna dari kedelai menyebabkan kebutuhan kedelai terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan berkembangnya industri pangan. Kesenjangan antara kebutuhan dan ketersediaan menyebabkan Indonesia mengalami peningkatan volume impor kedelai pada bulan April 2021 yang mencapai 342 ribu ton atau setara dengan 34.01% dibandingkan dengan bulan Maret 2021 yang mencapai 255.2 ribu ton (Kemendag, 2021).

Dalam menunjang produksi kedelai, benih merupakan salah satu sarana yang harus selalu tersedia dalam jumlah yang cukup serta dengan mutu yang memadai. Menurut Sudrajat dan Nurhasbyi (2009), mutu benih merupakan karakter yang akan menentukan performa benih ketika ditanam atau disimpan. Permasalahan yang dihadapi dalam penyediaan benih kedelai bermutu adalah daya simpan benih kedelai yang pendek sehingga benih mudah mengalami kemunduran benih. Kartono (2004) menyatakan bahwa benih kedelai hanya dapat mempertahankan mutunya sebesar >84% selama 4 bulan apabila disimpan dalam gudang atau ruangan biasa, sedangkan dapat mempertahankan mutu benih >85% selama satu tahun apabila disimpan pada suhu ruang 18–20 °C.

Kemampuan benih untuk mempertahankan daya simpan ditentukan oleh vigor benih. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menguji vigor benih adalah metode pengusangan cepat (*accelerated aging methods*) AAM. Metode

pengusangan cepat telah divalidasi oleh *International Seed Testing Association* (ISTA), yaitu metode pengusangan cepat (AAM) menggunakan suhu tinggi 41 ± 0.3 °C dan RH tinggi »95% terhadap benih kedelai (*Glycine max* (L.)) (ISTA, 2017). Hasil penelitian Hilleri *et al.* (2019) menggunakan pengusangan cepat dengan uap air jenuh suhu 40 °C menunjukkan semakin lama benih diberi perlakuan pengusangan cepat maka viabilitasnya semakin rendah atau benih mengalami kemunduran. Viabilitas benih kedelai Dena-1 setelah disimpan selama 3 bulan setara dengan benih yang diusangkan cepat selama 1 hari.

Takayanagi pada tahun 1969 telah mencoba metode tidak langsung pengujian vigor benih secara sederhana dan cepat, yaitu dengan mendeteksi glukosa yang tereksudat dari benih *Brassica* sp dan gandum dengan menggunakan kertas urin atau *urine sugar analysis paper* (USAP). Metode ini didasarkan pada benih yang tidak hidup dikarenakan benih memiliki metabolisme yang buruk, yaitu ditandai dengan kebocoran dalam membran sel yang lebih banyak pada saat direndam menggunakan *aquades* dibandingkan dengan benih yang masih tinggi mutunya. Hasil penelitian Takayanagi, yaitu benih *Brassica* sp dapat dideteksi vigor benihnya dengan merendam benih ke dalam *aquades* selama 5 jam yang berkorelasi positif dengan uji daya berkecambah benih, kemudian benih tanaman serelia memerlukan waktu yang lebih lama perendaman agar glukosa tereksudat dalam benih yaitu selama 40 jam. Parameter warna kertas untuk menentukan banyaknya glukosa yang tereksudat dari benih pada penelitian tersebut dengan skala 0: berwarna kuning (bebas glukosa) dan 1.0–4.0 hijau terang-hijau kegelapan (0.05–2% atau lebih glukosa). Berdasarkan parameter tersebut pada

skala 0–0.5% adalah benih layak; skala 0.6–1.5% adalah benih kurang layak; dan skala 2.0–4.0% adalah benih mati.

Tahun 1969 alat *urine sugar analysis paper* tidak semaju saat ini karena alat yang digunakan lebih sensitif dan mampu mendeteksi protein dan pH suatu larutan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode uji viabilitas benih menggunakan *urine sugar analysis paper* (USAP) yang dapat mendeteksi glukosa, protein, dan pH serta mengetahui tingkat kebocoran benih pada berbagai tingkat vigor benih kedelai yang diperoleh dari metode pengusangan cepat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyimpanan dan Pengujian Mutu Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Pelaksanaan penelitian dimulai bulan November 2020 hingga bulan Mei 2021. Bahan yang digunakan dalam penelitian, yaitu kedelai varietas Anjasmoro dan Gepak Kuning, *aquabidest*, dan kertas buram. Alat yang digunakan adalah timbangan analitik, kotak plastik, saringan atau baki kawat, gelas piala, oven, pengecambah benih (APB) IPB 72-1, dan USAP (URS – 10T).

Percobaan disusun dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan empat ulangan yang terdiri dari dua percobaan. Percobaan pertama adalah lama pengusangan dengan metode pengusangan cepat bersuhu 40 °C yang terdiri dari 5 taraf, yaitu 0, 24, 48, 72, dan 96 jam untuk varietas Anjasmoro, sedangkan varietas Gepak kuning dengan taraf 0, 18, 36, 54, dan 72 jam. Percobaan kedua adalah mengembangkan metode *USAP* terhadap lot benih yang diperoleh dari pengusangan cepat dengan menentukan lama perendaman benih yang efisien dengan taraf 1, 3, dan 5 jam. Setiap kelompok percobaan terdiri dari 4 satuan percobaan, sehingga secara keseluruhan terdapat 40 satuan percobaan.

Percobaan 1

Penelitian dimulai dengan membuat lot benih dengan tingkat vigor yang berbeda. Bahan yang digunakan adalah benih kedelai varietas Anjasmoro dan Gepak kuning. Langkah awal adalah menyiapkan kotak *accelerated aging* yang

terbuat dari plastik dengan ukuran panjang, lebar, dan tinggi (20 x 14 x 9.5) cm dengan penutup, ditempatkan saringan atau baki ayakan yang berukuran panjang, lebar, dan tinggi (17 x 13 x 1.5) cm dengan ukuran pori 4 mm. Benih dari setiap varietas yang digunakan setiap perlakuannya adalah 300 butir. Benih diletakkan di atas baki kawat yang dimasukkan ke dalam kotak *accelerated aging* yang dibawahnya telah diberi *aquabidest* sebanyak 60 ml, kemudian kotak tersebut dimasukkan ke dalam oven yang bersuhu 40 °C dengan RH 95%. Lama pengusangan benih varietas Anjasmoro adalah 0, 24, 48, 72, dan 96 jam, sedangkan lama pengusangan varietas Gepak kuning adalah 0, 18, 36, 54, dan 72 jam. Harapannya terdapat lima lot vigor benih yang berbeda dari setiap varietas.

Benih yang telah dimundurkan vigornya dikecambahkan dengan metode UKDdp (Uji Kertas Digulung didalam plastik) dengan tiap gulungan substrat kertas buram berisi 25 butir benih. Pengujian dilakukan dengan sebanyak 4 ulangan, sehingga terdapat 100 butir benih kedelai yang diperlukan setiap lot benih. Sebelumnya media disiapkan dengan cara dibasahi dengan air untuk menciptakan kondisi lembab dalam perkecambahan. Pengecambahan dilakukan dengan menggunakan alat pengecambah benih (APB) IPB 72-1.

Percobaan 2

Pengujian kedua adalah uji kebocoran benih. Benih yang digunakan diperoleh dari percobaan 1 hasil metode pengusangan cepat. Pengujian kebocoran benih dilakukan dengan uji glukosa, protein, dan perubahan pH dengan merendam benih kedelai sebanyak 100 butir ke dalam 75 ml *aquabidest*. Lama perendaman masing-masing percobaan adalah 1, 3, dan 5 jam. Alat yang digunakan untuk uji glukosa, protein, dan pH adalah USAP (URS – 10T). Kertas tersebut dicelupkan pada rendaman air benih dengan selang waktu 1, 3, dan 5 jam. Lalu, diamkan kertas tersebut selama 1 menit untuk melihat perubahan warna yang terjadi dan membandingkan warna kertas yang dihasilkan dengan tabel warna yang tersedia pada kemasan untuk mengetahui banyaknya bocoran glukosa dan protein, serta perubahan pH pada benih. Peubah yang diamati pada benih kedelai meliputi:

1. Kadar air (KA) benih, diukur menggunakan metode langsung (metode oven suhu tinggi) pada suhu $130 \pm 3^\circ\text{C}$ selama 17 jam ± 30 menit sebelum dan setelah waktu pengusangan yang telah ditentukan. KA dihitung berdasarkan rumus:

$$KA = \frac{(\text{bobot wadah} + \text{benih sebelum dioven}) - (\text{bobot wadah} + \text{benih setelah dioven})}{(\text{bobot wadah} + \text{benih sebelum dioven}) - (\text{bobot wadah tanpa benih})}$$

2. Daya berkecambah benih dengan melakukan perhitungan sebanyak dua kali, *first count* dilakukan pada hari ke-3, sedangkan *final count* benih kedelai pada hari ke-5. Daya berkecambah dihitung dengan rumus:

$$DB = \frac{\sum \text{kecambah normal I} + \sum \text{kecambah normal II}}{\sum \text{benih yang ditanam}}$$

3. Kecepatan tumbuh (%KN/etmal) yang diamati setiap hari dan dihitung dengan rumus:

$$K_{CT} = n1/D1 + n2/D2 + \dots + n7/D7$$

4. Indeks vigor dengan mengamati kecambah normal yang dihitung pada hari ke-3 dengan rumus:

$$IV = \frac{\sum \text{kecambah normal I}}{\sum \text{benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

5. Daya hantar listrik (DHL) benih. Pengujian DHL dilakukan menggunakan 50 benih per ulangan per varietas. Benih dimasukkan ke dalam *glass jar* yang berisi 100 ml akuabides dan ditutup dengan *aluminium foil*. *Glass jar* yang berisi air rendaman benih dan *glass jar* blanko diinkubasi dalam ruangan dengan suhu $20 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Larutan blanko dan air rendaman benih kemudian diukur nilai konduktivitasnya menggunakan *electrical conductivity meter*. Nilai DHL dihitung dengan rumus:

$$DHL = \frac{\text{nilai DHL air rendaman} - \text{nilai DHL blanko}}{\text{bobot benih}} \times 100\%$$

6. Kadar glukosa, protein, dan pH yang ditentukan dengan mencelupkan kertas *urine sugar analysis* paper ke dalam rendaman air benih dan membandingkan warna yang dihasilkan dengan skala yang ada pada kemasan.

Penentuan nilai glukosa, protein, dan pH dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif dengan mengikuti standar yang terdapat pada kemasan alat *urine sugar analysis paper* (URS - 10T). Parameter perubahan warna glukosa berdasarkan satuan yang digunakan yaitu; 0-5, 15-60, dan 60-110 mmol L⁻¹. Selanjutnya parameter warna protein berdasarkan satuan yang digunakan yaitu; 0-0.3 g L⁻¹ (benih layak), 0.3-3.0 dan >3.0 - 20.0 g L⁻¹. Lalu parameter warna pH berdasarkan satuan yang digunakan yaitu; 5-6.0, 6.5-7.5, dan 8.0-8.5. Data pengamatan dianalisis menggunakan uji F untuk mengetahui pengaruh lama pengusangan terhadap benih. Apabila lama pengusangan berpengaruh nyata, maka dilakukan uji perbedaan nilai tengah dengan menggunakan metode uji DMRT dengan taraf $\alpha = 5\%$. Selanjutnya, analisis data hubungan antara tolok ukur berbagai macam lot benih dengan metode *urine sugar analysis* yang dipengaruhi oleh lama perendaman 1, 3, dan 5 jam. Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak SAS System 9.3 dan Microsoft Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pengusangan Cepat Fisik terhadap Kadar Air dan Mutu Fisiologi Benih Kedelai

Metode pengusangan cepat merupakan pengujian viabilitas dan vigor benih dalam dimensi waktu untuk mensimulasi viabilitas benih melalui proses devigorasi yang dimultiplikasikan. Metode pengusangan cepat fisik pada suhu 40°C dengan taraf 0-8 jam menunjukkan penurunan vigor. Mutu benih menurun sejalan dengan peningkatan suhu dan lamanya benih yang terkena suhu tinggi.

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh bahwa lama pengusangan berpengaruh nyata terhadap kadar air benih, daya berkecambah, kecepatan tumbuh, dan nilai daya hantar listrik benih untuk varietas Anjasmoro. Lama pengusangan juga berpengaruh nyata terhadap kadar air benih, K_{CT} , dan daya hantar listrik benih varietas Gepak kuning, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap indeks vigor (IV). Menurut penelitian Hilleri *et al.* (2019) viabilitas benih kedelai Argomulyo dan Dena-1 mengalami kemunduran setelah diberi perlakuan pengusangan cepat dengan uap air jenuh suhu 40°C selama 6 hari. Kemunduran benih dapat dilihat dari viabilitasnya yang rendah melalui nilai persentase daya berkecambah benih.

Tabel 1. Rekapitulasi sidik ragam pengaruh lama pengusangan (LP) terhadap dua varietas kedelai terhadap tolak ukur yang diamati

Tolok ukur	LP (lama pengusangan)	KK %
Varietas Anjasmoro		
Kadar air (%)	**	20.47
Daya berkecambah (%)	**	22.24
Indeks vigor (%)	**	82.47
Kecepatan tumbuh (% per etmal)	*	33.26
Daya hantar listrik ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	**	17.70
Varietas Gepak Kuning		
Kadar air (%)	**	12.97
Daya berkecambah (%)	*	19.52
Indeks vigor (%)	tn	28.52
Kecepatan tumbuh (% per etmal)	**	12.09
Daya hantar listrik ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	**	11.86

Keterangan: LP (perlakuan lama pengusangan), * (berpengaruh nyata pada taraf 5%), ** (berpengaruh sangat nyata pada taraf 1%), tn (tidak berpengaruh nyata), KK (koefisien keragaman)

Tabel 2 menunjukkan bahwa pengusangan cepat fisik benih meningkatkan kadar air benih kedua varietas kedelai. Kadar air benih varietas Anjasmoro dan Gepak kuning meningkat di akhir pengusangan dengan nilai 29.7%-30.8%. Daya berkecambah varietas Anjasmoro belum menurun meskipun sudah diusangkan selama 48 jam. Penurunan daya berkecambah terjadi saat pengusangan selama 72 jam dan 96 jam yaitu menjadi 29–31%. Indeks vigor benih menurun drastis saat benih diusangkan selama 24 jam. Benih yang diusangkan selama 24–48 jam memiliki kecepatan tumbuh yang sama dengan kontrol. Penurunan kecepatan tumbuh terjadi saat benih diusangkan selama 72–96 jam. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa percobaan 1 hanya menghasilkan dua lot benih, namun berdasarkan tolak ukur nilai daya hantar listrik (DHL) nampaknya dihasilkan tiga tingkat viabilitas atau tiga lot benih, yaitu kontrol, benih yang diusangkan selama 24 dan 96 jam.

Penurunan daya berkecambah benih varietas Gepak kuning terjadi setelah diusangkan 48 jam yaitu menjadi 57% dan tidak berbeda nyata meskipun lama pengusangan dinaikkan menjadi 72

jam (Tabel 2). Nilai indeks vigor benih setelah diusangkan selama 18–72 jam tidak berbeda nyata dengan kontrol. Kecepatan tumbuh benih mengalami fluktuasi meskipun terjadi kecenderungan menurun pada pengusangan selama 72 jam. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Nizaruddin *et al.* (2014) yang menyatakan lama pengusangan dapat menurunkan nilai daya berkecambah, indeks vigor, dan K_{CT} benih kedelai. Nilai daya hantar listrik (DHL) meningkat menjadi 29.82–47.74 $\mu\text{S cm}^{-1}$, tetapi lama pengusangan 18–72 jam tidak dapat menunjukkan nilai DHL yang berbeda nyata. Menurut Fatonah dan Rozen 2017, nilai daya hantar listrik mencerminkan tingkat kebocoran membran sel, semakin tinggi tingkat kerusakan sel maka semakin banyak elektrolit yang dibocorkan sehingga nilai daya hantar listrik yang terukur juga tinggi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa percobaan 1 pada varietas Gepak kuning menghasilkan dua lot benih dari lima taraf lama pengusangan berdasarkan tolak ukur daya berkecambah (DB).

Tabel 2. Pengaruh waktu pengusangan cepat benih kedelai secara fisik terhadap variable kadar air benih (KA), daya berkecambah (DB), IV (indeks vigor), K_{CT} (kecepatan tumbuh), dan daya hantar listrik (DHL)

	Pengusangan cepat fisik (jam)	KA (%)	DB (%)	IV (%)	K_{CT} (%KN per etmal)	DHL ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Varietas Anjasmoro	0 (kontrol)	8.40	71 a	36 a	4.50 a	21.85 c
	24	22 a	76 a	0 b	4.59 a	37.73 b
	48	27 a	70 a	4 b	3.23 ab	45.10 ab
	72	27.46	29 b	3 b	1.80 b	42.08 ab
	96	29.7	31 b	1 b	1.97 b	51.33 a

Keterangan: Angka selanjutnya yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Lanjutan Tabel 2.

	Pengusangan cepat fisik (jam)	KA (%)	DB (%)	IV (%)	K _{CT} (%KN per etmal)	DHL (μS cm ⁻¹ g ⁻¹)
Varietas	0 (kontrol)	10.70 d	93 a	33 a	4.92 b	29.82 b
Gepak	18	19.2 c	88 a	40 a	6.16 a	45.09 a
Kuning	36	24.30 b	79 ab	36 a	4.83 b	47.62 a
	48	29.40 a	57 b	35 a	4.17 bc	52.64 a
	72	30.80	60 b	39 a	3.33 c	47.74 a

Keterangan: Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Hubungan antara Viabilitas dan Vigor Benih dengan Nilai Glukosa pada beberapa Lama Perendaman

Varietas Anjasmoro

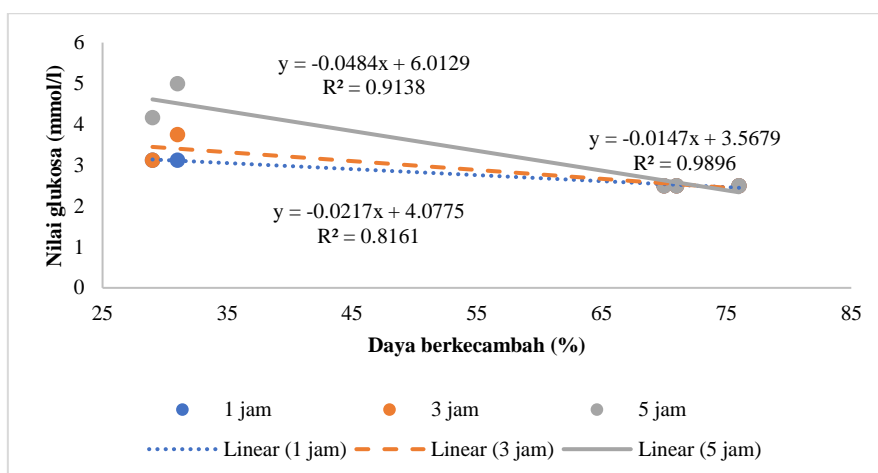
Hasil percobaan menunjukkan bahwa daya berkecambah dan kecepatan tumbuh benih berkorelasi negatif dan sangat kuat dengan besarnya tingkat kebocoran glukosa selama perendaman 1, 3, dan 5 jam, sedangkan korelasinya dengan nilai daya hantar listrik (DHL) bersifat positif dan sedang – kuat (Tabel 3). Korelasi indeks vigor dengan kebocoran glukosa rendah pada semua taraf lama perendaman. Penentuan lama perendaman benih yang efektif dilihat dari tingkat kemiringan garis yang dihasilkan. Gambar 1 menunjukkan bahwa kemiringan garis saat

perendaman 5 jam terlihat lebih jelas dibandingkan lama perendaman 1 dan 3 jam. Semakin tinggi persentase daya berkecambah benih, tingkat kebocoran glukosa semakin rendah, demikian juga berlaku pada tolok ukur kecepatan tumbuh. Berbeda dengan peningkatan nilai daya hantar listrik maka tingkat kebocoran glukosa semakin tinggi jika nilai daya hantar listrik (DHL) makin tinggi. Menurut Subantoro (2014) menurunnya daya berkecambah benih yang disimpan berhubungan dengan suhu ruang penyimpanan sehingga menyebabkan struktur membran mitokondria tidak teratur dan permeabilitas meningkat. Peningkatan permeabilitas menyebabkan banyak metabolit antara lain gula, asam amino, dan lemak yang keluar sel.

Tabel 3. Hubungan daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya hantar listrik dengan uji glukosa varietas Anjasmoro pada lama perendaman

	LP (jam)	Persamaan regresi	R ²	r
DB x glukosa	1	y = 3.5679 – 0.0147 x	0.99	-0.99***
	3	y = 4.0775 – 0.0217 x	0.82	-0.91***
	5	y = 6.0129 – 0.0484 x	0.91	-0.95***
IV x glukosa	1	y = 2.8327 – 0.0092 x	0.16	-0.40
	3	y = 3.0022 – 0.0143 x	0.15	-0.39
	5	y = 3.6088 – 0.0312 x	0.16	-0.40
K _{CT} x glukosa	1	y = 3.5123 – 0.2363 x	0.83	-0.91***
	3	y = 3.9859 – 0.345 x	0.68	-0.82***
	5	y = 5.8173 – 0.7719 x	0.76	-0.87***
DHL x glukosa	1	y = 2.0339 + 0.0181 x	0.34	0.58*
	3	y = 1.5738 + 0.0329 x	0.42	0.65**
	5	y = 0.648 + 0.0678 x	0.41	0.64**

Keterangan: DB = daya berkecambah. IV = indeks vigor, K_{CT} = kecepatan tumbuh, r = koefisien korelasi, R² = koefisien determinasi, * = berkorelasi sedang, ** = berkorelasi kuat



Gambar 1. Grafik hubungan daya berkecambah (DB) dengan nilai glukosa pada lama perendaman varietas Anjasmoro

Varietas gepak kuning

Hasil percobaan menunjukkan daya berkecambah dengan kebocoran glukosa pada beberapa lama perendaman berkorelasi negatif dan sangat kuat saat perendaman 1 jam karena nilai korelasi (r) mendekati 1. Penentuan lama perendaman yang efektif dapat dilihat dari tingkat kemiringan yang dihasilkan. Gambar 2 menunjukkan lama perendaman 1, 3, dan 5 jam memiliki kemiringan garis yang hampir sama dan berhimpit. Nilai indeks vigor dengan kebocoran glukosa menunjukkan korelasi positif dan berkorelasi kuat setelah perendaman 3 jam dan 5 jam, namun secara teoritis nilai indeks vigor dengan kebocoran glukosa berkorelasi negatif. Nilai kecepatan tumbuh benih dengan kebocoran glukosa berkorelasi rendah. Hubungan nilai daya hantar listrik (DHL) dengan kebocoran glukosa juga menunjukkan korelasi yang positif, artinya

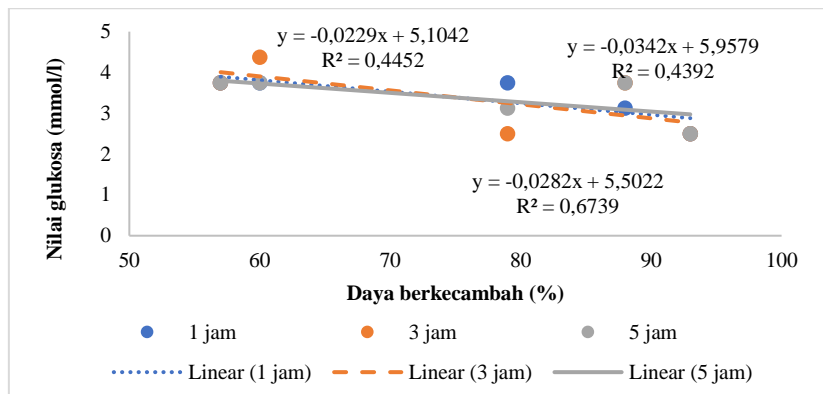
semakin tinggi nilai daya hantar listrik maka semakin tinggi nilai glukosa dan berkorelasi sangat kuat dengan lama perendaman 1 jam dan 5 jam. Lama perendaman 1 jam memiliki nilai korelasi dan kemiringan garis tertinggi dibandingkan lama perendaman 3 jam dan 5 jam sehingga merupakan metode yang efektif.

Menurut Tatipata (2010), kondisi suhu ruangan yang tidak sesuai berpengaruh terhadap akumulasi asam lemak yang dapat merusak membran sel benih. Kerusakan membran sel terjadi terutama pada fosfolipid dan protein. Kerusakan fosfolipid dan protein menyebabkan integritas membran menurun, sehingga menyebabkan banyaknya senyawa antara lain asam amino, gula, fosfat, dan senyawa anorganik lain bocor keluar sel. Dengan demikian benih mengalami kekurangan senyawa atau unsur penting untuk metabolisme, perkecambahan, dan pertumbuhan.

Tabel 4. Hubungan daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya hantar listrik dengan uji glukosa varietas Gepak kuning pada lama perendaman

	LP (jam)	Persamaan regresi	R ²	r
DB x glukosa	1	$y = 5.5022 - 0.0282 x$	0.67	-0.82***
	3	$y = 5.9579 - 0.0342 x$	0.44	-0.66**
	5	$y = 5.1042 - 0.0229 x$	0.45	-0.67**
IV x glukosa	1	$y = 0.739 + 0.0072 x$	0.14	-0.37
	3	$y = -4.0785 + 0.0143 x$	0.49	0.70**
	5	$y = -1.9949 + 0.1467 x$	0.57	0.76**
K _{CT} x glukosa	1	$y = 4.687 - 0.2799 x$	0.27	-0.52*
	3	$y = 4.8103 - 0.3062 x$	0.14	0.38
	5	$y = 3.795 - 0.0895 x$	0.03	-0.17
DHL x glukosa	1	$y = 1.5432 + 0.0426 x$	0.86	0.93***
	3	$y = 1.6518 + 0.0401 x$	0.34	0.58*
	5	$y = 1.6576 + 0.04 x$	0.76	0.87***

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, K_{CT} = kecepatan tumbuh, r = koefisien korelasi, R² = koefisien determinasi, * = berkorelasi sedang, ** = berkorelasi kuat, *** = berkorelasi sangat kuat



Gambar 2. Grafik hubungan daya berkecambah (DB) dengan nilai glukosa pada lama perendaman varietas Gepak kuning

Hubungan antara Viabilitas dan Vigor Benih dengan Nilai Protein pada beberapa Lama Perendaman

Varietas Anjasmoro

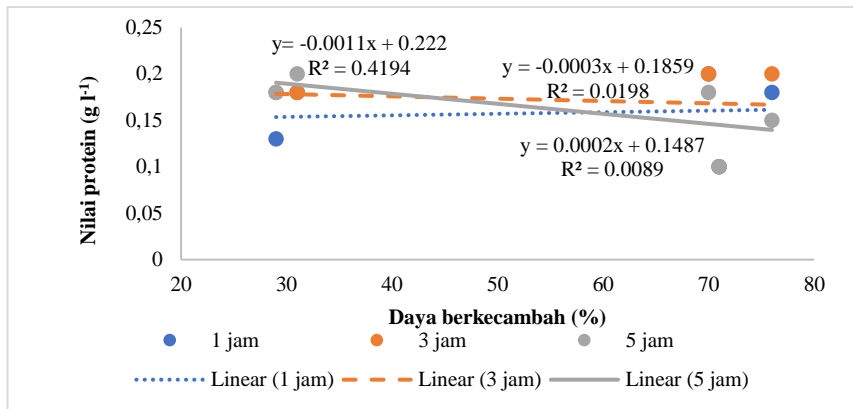
Hasil menunjukkan hubungan daya berkecambah dengan kebocoran protein berkorelasi negatif dan kuat saat perendaman 5 jam (Tabel 5). Penentuan lama perendaman yang efektif juga dapat dilihat dari tingkat kemiringan garis. Gambar 3 menunjukkan lama perendaman 5 jam terlihat lebih jelas dibandingkan lama perendaman 1 dan 3 jam. Hubungan tolok ukur indeks vigor dengan kebocoran protein terjadi hubungan korelasi negatif dan kuat – sangat kuat pada lama perendaman 1, 3, dan 5 jam, tetapi lama perendaman 3 jam merupakan metode yang efektif berdasarkan tingkat kemiringan garis dan nilai korelasi. Nilai kecepatan tumbuh benih dengan

kebocoran protein juga berkorelasi negatif dan sangat kuat saat perendaman 5 jam. Nilai daya hantar listrik dengan kebocoran protein yang berkorelasi positif dan sangat kuat saat lama perendaman 1, 3, dan 5 jam. Tabel 5 juga menunjukkan semakin lama perendaman benih maka nilai korelasi antara DHL dengan kebocoran protein semakin meningkat. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Noviana *et al.* (2017) yang menyatakan kandungan protein benih kedelai yang disimpan mengalami penurunan seiring lamanya periode simpan yang dipengaruhi suhu ruang simpan. Hal tersebut juga terjadi pada penelitian ini, benih kedelai mengalami kerusakan sel akibat pengusangan cepat sehingga pada saat benih direndam dengan *aquabidest* kandungan metabolitnya akan tereksudat lebih banyak.

Tabel 5. Hubungan daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya hantar listrik dengan uji protein varietas Anjasmoro pada lama perendaman

	LP (jam)	Persamaan regresi	R ²	r
DB x glukosa	1	$y = 0.1487 + 0.0002 x$	0.009	0.09
	3	$y = 0.1859 - 0.0003 x$	0.02	-0.14
	5	$y = 0.222 - 0.0011 x$	0.42	-0.65**
IV x glukosa	1	$y = 0.1767 - 0.0021 x$	0.61	-0.78**
	3	$y = 0.195 - 0.0026 x$	0.93	-0.97***
	5	$y = 0.1815 - 0.0022 x$	0.75	-0.86**
K _{CT} x glukosa	1	$y = 0.1723 - 0.0044 x$	0.02	-0.14
	3	$y = 0.206 - 0.0106 x$	0.11	0.34
	5	$y = 0.2384 - 0.0237 x$	0.66	-0.81***
DHL x glukosa	1	$y = 0.0447 + 0.0426 x$	0.59	0.76***
	3	$y = 0.0519 + 0.003 x$	0.66	0.81***
	5	$y = 0.0243 + 0.0035 x$	0.98	0.99***

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, K_{CT} = kecepatan tumbuh, r = koefisien korelasi, R² = koefisien determinasi, * = berkorelasi sedang, ** = berkorelasi kuat, *** = berkorelasi sangat kuat



Gambar 3. Grafik hubungan daya berkecambah (DB) dengan nilai protein pada lama perendaman varietas Anjasmoro

Varietas Gepak Kuning

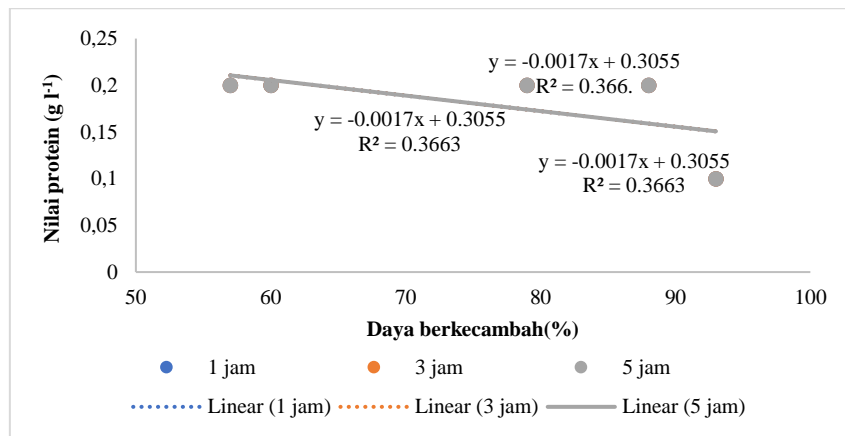
Hasil analisis regresi antara daya berkecambah dengan kebocoran protein menunjukkan korelasi yang bersifat negatif dan kuat. Nilai korelasi (r) pada beberapa lama perendaman tidak berbeda, artinya untuk mendeteksi kebocoran protein cukup dengan lama perendaman benih 1 jam (Tabel 6). Penentuan lama perendaman yang efektif dapat dilihat melalui tingkat kemiringan garis. Gambar 4 menunjukkan lama perendaman selama 1, 3, dan 5 jam memiliki kemiringan garis sama dan berhimpit. Nilai indeks vigor dengan kebocoran protein menunjukkan korelasi positif dan berkorelasi kuat, namun secara

teoritis nilai indeks vigor dengan kebocoran protein berkorelasi negatif. Hubungan kecepatan tumbuh dengan kebocoran protein berkorelasi rendah. Tolok nilai daya hantar litrik dengan kebocoran protein terjadi korelasi yang bersifat positif dan berkorelasi sangat kuat hingga sangat kuat pada lama perendaman 1, 3, dan 5 jam. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Mustika (2014) yang menyatakan hubungan daya berkecambah dengan nilai asam lemak bebas pada benih kedelai berkorelasi negatif. Berdasarkan hasil dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi vigor benih maka akan semakin rendah kebocoran protein yang dihasilkan.

Tabel 1. Hubungan daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya hantar listrik dengan uji protein varietas Gepak kuning pada lama perendaman

	LP (jam)	Persamaan regresi	R ²	r
DB x protein	1	y = 0.3055 – 0.0017 x	0.37	-0.61**
	3	y = 0.3055 – 0.0017 x	0.37	-0.61**
	5	y = 0.3055 – 0.0017 x	0.37	-0.61**
IV x protein	1	y = - 0.2169 + 0.0108 x	0.49	0.70**
	3	y = - 0.2169 + 0.0108 x	0.49	0.70**
	5	y = - 0.2169 + 0.0108 x	0.49	0.70**
IV x protein	1	y = - 0.2169 + 0.0108 x	0.49	0.70**
	3	y = - 0.2169 + 0.0108 x	0.49	0.70**
	5	y = - 0.2169 + 0.0108 x	0.49	0.70**
DHL x protein	1	y = 0.0258 + 0.0036 x	0.95	0.97***
	3	y = 0.0258 + 0.0036 x	0.95	0.97***
	5	y = 0.0258 + 0.0036 x	0.95	0.97***

Keterangan: DB = daya berkecambah, IV = indeks vigor, K_{CT} = kecepatan tumbuh, r = koefisien korelasi, R² = koefisien determinasi, * = berkorelasi sedang, ** = berkorelasi kuat, *** = berkorelasi sangat kuat



Gambar 4. Grafik hubungan daya berkecambah (DB) dengan nilai protein pada lama perendaman varietas Gepak kuning

Hubungan antara Viabilitas dan Vigor dengan Nilai pH Varietas Anjasmoro dan Gepak Kuning pada beberapa Lama Perendaman

Hasil percobaan menunjukkan hubungan viabilitas dan vigor benih kedua varietas pada lama perendaman 1, 3, dan 5 jam berkorelasi sangat rendah dengan perubahan nilai pH pada kedua varietas benih kedelai. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan perubahan nilai pH tidak dapat mendeteksi perbedaan vigor dan viabilitas benih yang telah diusangkan melalui percobaan 1.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Pengusangan cepat dapat menurunkan vigor dan viabilitas benih kedelai. Semakin lama benih diusangkan, maka vigor dan viabilitas benih kedelai akan semakin turun. Penggunaan *urine sugar analysis paper* dapat digunakan untuk mendeteksi penurunan viabilitas dan vigor benih yang mengalami pengusangan. Pada varietas Anjasmoro, lama perendaman 5 jam merupakan metode efektif untuk pengujian kebocoran glukosa dan protein. Terdapat hubungan korelasi negatif berdasarkan tolok ukur daya berkecambah dan kecepatan tumbuh, artinya semakin tinggi nilai daya berkecambah dan kecepatan tumbuh maka semakin rendah kebocoran glukosa dan protein yang dihasilkan, sedangkan dengan nilai daya hantar listrik berkorelasi positif. Pada varietas Gepak kuning, lama perendaman 1 jam merupakan metode efektif untuk pengujian kebocoran glukosa dan protein. Terdapat hubungan korelasi negatif berdasarkan tolok ukur daya berkecambah, artinya semakin tinggi nilai daya berkecambah maka semakin rendah kebocoran glukosa dan protein yang dihasilkan, sedangkan dengan nilai daya hantar listrik berkorelasi positif.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pengusangan cepat fisik pada benih kedelai untuk pengujian korelasi vigor dan viabilitas dengan alat *urine sugar analysis paper*. Selain itu, dapat dilakukan pengujian lanjut dengan membandingkan vigor dan viabilitas benih antara benih yang diberi perlakuan pengusangan cepat dengan benih yang turunkan vigornya secara alami. Lalu, diperlukan optimasi suhu, volume larutan, dan jumlah benih untuk pengujian kebocoran glukosa dan protein.

DAFTAR PUSTAKA

- [ISTA] International Seed Testing Association. 2017. International Rules for Seed Testing. Zurich (CH): International Seed Testing Association
- Kemendag] Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. 2021. Analisis Perkembangan Harga Bahan Pangan Pokok di Pasar Domestik dan Internasional. [diakses 2021 Juli 7]. http://bppp.kemendag.go.id/analisis_perkembangan_harga/view/NDg4
- Fatonah, K., N. Rozen. 2017. Penetapan metode uji daya hantar listrik untuk benih sorgum (*Sorgum bicolor* L.). J. Agroteknologi Universitas Andalas. 1(1):19-25.
- Hillari, O., O. Pramono, M. Kamal, Agustiansyah. 2019. Viability of soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merr.) varieties argomulyo and dena-1 due to the exposed on saturated steam or stored at low temperatures. J. Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati. 6(1):55-61.

- Kartono. 2004. Teknik penyimpanan benih kedelai varietas wilis pada kadar air dan suhu penyimpanan yang berbeda. Buletin Teknik Pertanian. 9(2):79-82.
- Marwanto. 2004. Soybean seed coat characteristic and its quality loses during incubator aging and storage. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. 11: 22-3.
- Mustika, S. 2014. Kemunduran benih kedelai akibat pengusangan cepat menggunakan alat IPB 77-1 MM dan penyimpanan alami. Bul. Agrohorti. 2(1): 1-10.
- Noviana, I., A. Diratmaja, S. Qadir, F.C. Suwarno. 2017. Pendugaan deteriorasi benih kedelai (*Glycine max* L. Merr) selama penyimpanan. Jurnal Pertanian Agros. 19(1):1-12.
- Subantoro, R. 2014. Studi pengujian deteriorasi (kemunduran) pada benih kedelai. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian. 10: 23-29.
- Sudrajat, D.J., Nurhasybi. 2009. Penentuan standar mutu fisik dan fisiologis benih tanaman hutan. Info Benih. 13 (1):147-158.
- Taini, Z.F. 2019. Pemanfaatan alat pengusangan cepat menggunakan etanol untuk pendugaan vigor daya simpan benih jagung (*Zea mays* L.). Bul. Agrohorti. 7(2):230-237.
- Takayanagi, K. 1969. Rapid method for testing seed viability by using urine sugar analysis paper. JIRCAS Journal. 4: 39-45.
- Tatipata, A. 2010. Perubahan asam lemak selama penyimpanan benih kedelai (*Glycine max* L. Merr) dan hubungannya dengan viabilitas benih. Jurnal Agron. Indonesia. 38(1): 30-35.
- Tatipata, A., P. Yudoo, A. Purwantoro, W. Mangoendidjo. 2004. Kajian aspek fisiologi dan biokimia deteriorasi benih kedelai dalam penyimpanan. Jurnal Ilmu Pertanian. 11(2): 76-87.
- Widodo, A.A., A. Soegianto, A.N. Soegiharto. 2013. Kajian evaluasi mutu benih jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) dalam penyimpanan pada berbagai temperatur dan kadar air. Juenal Agriekstensi. 12(1):55-66.