

STUDI KONDUKTIVITAS KEBOCORAN BENIH CABAI (*Capsicum annuum L.*) DAN HUBUNGANNYA DENGAN MUTU FISILOGIS BENIH

(*Study electrical conductivity test of pepper (Capsicum annuum L.) and the relationship with physiological quality of seed*)

Ida Puspita Brillianti¹, Satriyas Ilyas², Dina Daryono³

¹Mahasiswa Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB

²Staf Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB

³Pengawas Benih Balai Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Departemen Pertanian

Abstract

The objective of these experiments was to obtain an optimum method for electrical conductivity test in pepper seed. Experiment 1 was conducted to evaluate the optimum soaking period and temperature. Experiment 2 was aimed to evaluate the precise moisture content of pepper seed prior using it in the conductivity test. In experiment 1, twenty five pepper seeds cv. Andalus were soaked in 25 ml aquadest for 2, 4, 6, 8 hours at 20°C or 25°C. The best combination of soaking period and temperature obtained in experiment 1 was then used to determine the optimum seed moisture content (8%, 10%, 12%) in experiment 2. Determination of the optimum method was done by using analysis of variance, correlation and regression between conductivity value and other seed quality parameters (percent of germination, speed of germination, seedling growth rate, seedling dry weight). Result of the experiments indicated that conductivity test for pepper seed was optimum by using seeds with 8% moisture content, soaked for 4 hours at 25°C.

Keywords: *Capsicum annuum*, conductivity test, vigor

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Cabai merupakan salah satu komoditas unggulan petani sayuran di Indonesia. Produksi cabai terus meningkat dari tahun ke tahun untuk mengimbangi meningkatnya permintaan. Ketersediaan benih bermutu tinggi masih harus menjadi prioritas utama dalam pembangunan pertanian di Indonesia, karena penggunaan benih bermutu akan meningkatkan produktivitas dan meningkatkan mutu hasil.

Menurut Sadjad (1993), mutu benih terdiri atas mutu genetik, mutu fisik dan mutu fisiologis. Mutu fisiologis benih menggambarkan kemampuan benih untuk tumbuh menjadi tanaman normal bahkan setelah disimpan.

Ketersediaan benih cabai yang bermutu tinggi sangat penting. Hal ini dikarenakan benih menjadi faktor pembatas dalam peningkatan produksi cabai. Salah satu informasi penting dalam penentuan mutu benih adalah tingkat vigor benih. Sadjad *et al.*(1999) menyatakan benih yang baik adalah benih yang memiliki vigor tinggi, yaitu benih yang mampu tumbuh dan berproduksi normal pada kondisi sub optimum.

Uji daya hantar listrik (*conductivity test*) merupakan salah satu pengujian benih untuk mendapatkan informasi tingkat vigor. Uji DHL memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah waktu yang dibutuhkan relatif singkat (± 24 jam), biaya yang relatif murah, prosedur pelaksanaan cukup sederhana, sehingga tidak membutuhkan tenaga ahli untuk melakukannya (Matthew dan Powell, 2006). Semakin tinggi hasil uji daya hantar listrik, semakin rendah vigor benih tersebut. Hal ini dikarenakan meningkatnya daya hantar listrik disebabkan kebocoran elektrolit karena permeabilitas membran benih yang menurun (Matthew dan Powell, 2006). Oleh karena itu dibutuhkan penelitian untuk mengetahui kemungkinan penggunaan uji daya hantar listrik (konduktivitas) pada benih cabai (*Capsicum annuum L.*).

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk

1. Mempelajari dan mengetahui beberapa faktor (suhu ruang, kadar air benih dan metode pengujian) yang berpengaruh terhadap hasil pengujian daya hantar listrik

benih cabai (*Capsicum annuum L.*) serta kaitannya dengan vigor benih.

2. Mengetahui kemungkinan penggunaan uji konduktivitas untuk mengetahui tingkat vigor benih cabai (*Capsicum annuum L.*) berdasarkan korelasinya dengan beberapa tolok ukur vigor lain.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah

1. Faktor lama perendaman, suhu ruang pengujian, dan kadar air benih berpengaruh terhadap hasil pengujian daya hantar listrik.
2. Uji konduktivitas berkorelasi negatif dengan beberapa tolok ukur vigor benih cabai (*Capsicum annuum L.*) yang diamati.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei–Oktober 2008 di Laboratorium Fisika dan Biologi, Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Departemen Pertanian, Cimanggis, Depok dan Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah benih cabai varietas Andalus, aquabides, kertas filter, aluminium foil dan label.

Peralatan yang digunakan adalah gelas ukur, gelas piala, cawan petri, oven, timbangan analitik, alat konduktivimeter, alat pengecambah benih tipe APB IPB 72-1.

Metode Penelitian

Pengujian pendahuluan dilakukan sebelum memasuki penelitian utama. Pengujian pendahuluan meliputi penentuan tingkat kadar air awal benih dan daya berkecambah awal. Penentuan tingkat kadar air dilakukan pada 10 gram benih dengan menggunakan metode suhu rendah konstan pada suhu 103 ± 2 °C selama 17 jam. Penentuan tingkat daya berkecambah dilakukan dengan menggunakan metode *top of paper* (metode di atas kertas) dengan menggunakan 100 butir benih setiap ulangan, dan diulang empat kali.

Percobaan 1. Pengaruh lama perendaman dan suhu pengujian terhadap daya hantar listrik dan hubungannya dengan mutu fisiologis benih cabai (*Capsicum annum L.*)

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara lama perendaman dan suhu pengujian terhadap daya hantar listrik dan mutu fisiologis benih. Benih cabai varietas Andalas yang dipakai pada penelitian ini dibeli dari CV. Agro Mandiri dengan tanggal kadaluarsa Desember 2008. Percobaan 1 dilakukan pada bulan Juni 2008.

Penelitian ini menggunakan rancangan lingkungan acak lengkap (RAL) dua faktor, yaitu lama perendaman (R) sebagai faktor pertama, dengan empat taraf, yaitu 2 jam (R1), 4 jam (R2), 6 jam (R3) dan 8 jam (R4), dan faktor kedua, yaitu suhu pengujian (T) dengan dua taraf, yaitu 20°C (T1) dan 25°C (T2). Model rancangan tersebut adalah

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} : nilai pengamatan pada perlakuan faktor α ke- i dan faktor β ke- j
 μ : nilai tengah yang sebenarnya
 α_i : pengaruh lama perendaman (α) ke- i
 β_j : pengaruh suhu ruang pengujian (β) ke- j
 $(\alpha\beta)_{ij}$: pengaruh interaksi lama perendaman benih (α) ke- i dan suhu ruang pengujian (β) ke- j
 ϵ_{ij} : galat percobaan pada perlakuan faktor α ke- i dan faktor β ke- j

Aquabides sebanyak 25 ml diletakkan dalam gelas piala 50 ml, kemudian diukur konduktivitasnya, apabila memenuhi syarat pengujian daya hantar listrik benih (kurang dari 5 $\mu\text{S cm}^{-1}$) gelas piala yang berisi aquabides tersebut ditutup menggunakan aluminium foil dan dibiarkan semalam masing-masing pada suhu 20°C dan 25°C. Benih cabai sebanyak 25 butir, dengan kadar air 10%, yang sudah ditimbang, dimasukkan ke dalam gelas piala yang telah berisi 25 ml air tersebut, kemudian gelas piala ditutup kembali menggunakan aluminium foil dan dibiarkan masing-masing selama 2, 4, 6 dan 8 jam untuk setiap suhu ruang pengujian. Kemudian benih disaring dan diukur konduktivitasnya menggunakan konduktivimeter, yaitu alat yang digunakan untuk mengukur nilai daya hantar listrik air aquabides dan air rendaman benih. Masing-masing perlakuan diulang empat kali.

Benih yang telah direndam kemudian ditanam menggunakan metode *top of paper* (Uji Diatas Kertas/UDK) (ISTA, 2008) untuk mengukur daya berkecambah, kecepatan tumbuh, berat kering kecambah normal, laju pertumbuhan kecambah, dan indeks vigor. Selain itu pengukuran daya berkecambah, kecepatan tumbuh, berat kering kecambah normal, laju pertumbuhan kecambah, dan indeks vigor juga dilakukan dengan menggunakan benih yang berasal dari lot yang sama tanpa perendaman.

Pengolahan data secara statistik dilakukan dengan menggunakan analisis ragam uji F pada selang kepercayaan 5%. Apabila perlakuan berpengaruh nyata terhadap variabel yang diamati dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Selain itu dilakukan analisis korelasi dan regresi untuk mengetahui hubungan antara daya hantar listrik dengan tolok ukur fisiologis lainnya, baik dari benih yang telah direndam untuk uji konduktivitas maupun benih dari lot yang sama yang tidak direndam. Penentuan lama perendaman dan suhu ruang pengujian terbaik dilakukan dengan tiga pendekatan, yaitu pendekatan sidik ragam, pendekatan korelasi dan pendekatan regresi.

Percobaan 2. Pengaruh tingkat kadar air benih terhadap daya hantar listrik pada dua tingkat vigor benih dan hubungannya dengan mutu fisiologis benih cabai (*Capsicum annum L.*)

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara tingkat kadar air benih pada lama perendaman terbaik (hasil percobaan 1) terhadap nilai daya hantar listrik benih yang terukur pada dua tingkat vigor benih serta kaitannya dengan mutu fisiologis benih. Benih cabai varietas Andalas dengan tingkat vigor tinggi menggunakan lot benih dengan tanggal kadaluarsa Desember 2009, sedangkan vigor sedang menggunakan lot benih dengan tanggal kadaluarsa Desember 2008. Percobaan 2 dilakukan pada bulan Oktober 2008.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan lingkungan acak lengkap (RAL) dua faktor. Faktor pertama adalah tingkat vigor benih dengan dua taraf, yaitu vigor tinggi (V1) dan vigor sedang (V2). Faktor kedua adalah tingkat kadar air benih dengan tiga taraf, yaitu 8% (K1), 10% (KA2) dan 12% (KA3).

Sejumlah benih dikondisikan untuk mendapatkan kadar air benih yang diinginkan (8%, 10% dan 12%). Kadar air benih yang lebih rendah dari kadar air awal benih didapat dengan memasukkan benih ke dalam oven 30° C sampai mencapai bobot benih yang ekuivalen dengan kadar air yang diinginkan. Sementara untuk mendapatkan kadar air benih yang lebih tinggi dilakukan dengan meletakkan benih diantara kain atau tisu yang sudah dilembabkan sampai mencapai bobot benih yang ekuivalen dengan kadar air benih.

Setelah didapatkan sejumlah benih dengan kadar air yang diinginkan, kemudian pengujian daya hantar listrik dilakukan dengan metode sama dengan percobaan 1.

Metode Pengamatan

1. Daya berkecambah (DB)
Penghitungan daya berkecambah berdasarkan persentase kecambah normal pada hitungan pertama (hari ke-7) dan kedua (hari ke-14) (ISTA, 2008).

$$DB = \frac{\text{Jumlah KN hitungan I} + \text{Jumlah KN hitungan II}}{\text{Jumlah benih yang ditanam}} \times 100\%$$

Keterangan :

- DB : daya berkecambah (%)
KN : kecambah normal

2. Indeks Vigor (IV)
Penghitungan indeks vigor berdasarkan persentase kecambah normal yang tumbuh pada hitungan pertama (hari ke-7) setelah tanam.

3. Kecepatan Tumbuh (K_{CT})
Pengamatan terhadap kecambah normal yang tumbuh dilakukan setiap hari. K_{CT} dihitung berdasarkan perbandingan persentase kecambah normal setiap hari pengamatan. Rumus perhitungannya adalah

$$K_{CT} = \sum_0^m \frac{Nn - N(n-1)}{t}$$

Keterangan :

- t : waktu pengamatan
 Nn : jumlah kecambah normal pada hari ke- n
 $N(n-1)$: jumlah kecambah normal pada hari ke- $n-1$
 t : waktu pengamatan (hari ke- i)
 tn : waktu akhir pengamatan (hari ke- n)

- Bobot Kering Kecambah Normal (BKKN)
Pengujian dilakukan pada akhir pengamatan uji daya berkecambah. Seluruh kecambah normal dicabut dari kertas merang dipisahkan dari kulit benih yang masih tersisa, dibungkus dalam aluminium foil dan dimasukkan ke dalam oven 80°C selama 24 jam (Copeland dan McDonalds, 2001), setelah itu dimasukkan ke dalam desikator kurang lebih 30 menit kemudian ditimbang.
- Laju Pertumbuhan Kecambah (LPK)
Laju pertumbuhan kecambah merupakan rasio antara total berat kering kecambah normal (BKKN) dan jumlah kecambah normal (KN) dengan rumus:

$$LPK = \frac{\sum BKKN (gr)}{\sum KN}$$

Keterangan :

BKKN : berat kering kecambah normal

KN : kecambah normal

- Daya Hantar Listrik (DHL)

$$DHL \left(\frac{\mu S}{cm} \right) = \frac{X - \text{Blanko}}{\text{Bobot benih}}$$

X adalah nilai konduktivitas air rendaman benih yang terbaca pada alat konduktivimeter

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan 1. Pengaruh suhu ruang pengujian dan lama perendaman terhadap daya hantar listrik dan hubungannya dengan mutu fisiologis benih cabai (*Capsicum annum L.*)

Benih yang digunakan pada penelitian ini adalah benih varietas Andalas, merupakan jenis cabai keriting, yang diproduksi oleh CV. Agro Mandiri. Lot benih yang digunakan memiliki kondisi umum sebagai berikut : kadar air (KA) benih sebesar 6.6%, DB 83%, K_{CT} 7.2935 %/etmal, BKKN 8.891 mg, LPK 0.22 mg/KN.

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu ruang pengujian dan lama perendaman dan interaksi keduanya terhadap pengukuran daya hantar listrik (DHL) serta hubungannya dengan mutu fisiologis benih cabai. Pengaruh faktor tunggal suhu ruang pengujian (A) dan lama perendaman (B), serta interaksinya terhadap DHL dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi sidik ragam pengaruh suhu ruang pengujian (A) dan lama perendaman (B) terhadap daya hantar listrik dan tolok ukur mutu fisiologis benih cabai

Tolok ukur	A	B	A x B
1. DHL	**	tn	**
2. DB	*	tn	tn
3. K_{CT}	tn	tn	tn
4. BKKN	tn	tn	tn
5. LPK	*	tn	tn

Keterangan : ** : berpengaruh sangat nyata pada $\alpha = 1\%$, * : berpengaruh nyata pada $\alpha = 5\%$, tn : tidak berpengaruh nyata

Faktor tunggal suhu ruang pengujian berpengaruh sangat nyata pada tolok ukur DHL, berpengaruh nyata pada tolok ukur DB dan LPK, dan tidak berpengaruh nyata pada tolok ukur K_{CT} dan BKKN. Faktor tunggal lama perendaman tidak berpengaruh nyata pada semua tolok ukur yang diamati. Interaksi antara kedua faktor tunggal berpengaruh sangat nyata pada tolok ukur DHL, tetapi tidak berpengaruh nyata pada tolok ukur DB, K_{CT} , BKKN dan LPK.

Tabel 2. Pengaruh faktor tunggal suhu ruang pengujian terhadap tolok ukur mutu fisiologis benih cabai

Tolok ukur	Suhu Ruang Pengujian	
	20	25
1. DB	80.75 B	87.5 A
2. KCT	9.046 A	9.262 A
3. BKKN	4.71 A	4.96 A
4. LPK	0.241 A	0.227 B

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada $\alpha = 5\%$.

Tabel 4. Pengaruh interaksi suhu ruang pengujian dan lama perendaman terhadap daya hantar listrik

Lama perendaman	Suhu	
	20 °C	25 °C
2 jam	80.13 Bb	106.98 Ba
4 jam	69.94 Bb	129.26 Aa
6 jam	103.62 Aa	102.31 Ba
8 jam	85.87 Ba	104.25 Ba

Keterangan : angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada kolom yang sama atau huruf kecil yang sama pada baris yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada $\alpha = 5\%$.

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa data yang didapat pada percobaan ini sangat fluktuatif. Pada suhu 25°C, perendaman 4 jam memberikan nilai DHL tertinggi, sedangkan pada suhu 20°C perendaman 4 jam memberikan nilai DHL terendah. Pengujian DHL yang dilakukan pada suhu 25 °C cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian yang dilakukan pada suhu 20 °C. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Vanzolini dan Nakagawa (2005) yang menyatakan bahwa suhu imbibisi 25 °C pada kacang tanah memberikan nilai DHL yang terukur lebih tinggi daripada suhu 20 °C.

Benih yang digunakan untuk masing-masing lama perendaman adalah benih yang berbeda, sedangkan menurut Copeland dan McDonalds (1995) uji DHL lebih tepat untuk menggambarkan kondisi fisiologis per satuan benih tetapi kurang tepat untuk mendeteksi kondisi fisiologis lot benih. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengukuran DHL ternyata mampu menggambarkan kondisi fisiologis lot benih kedelai (Fitriningtyas (2008); Taliroso (2008); McDonalds dan Willson (1979,1980) dalam Copeland dan McDonalds (2001); Miles dan Copeland dalam Copeland dan McDonalds (2001).), kapas (Hopper dan Hinton dalam Copeland dan McDonalds (2001)), Cowpea (Beighley dan Hopper dalam Copeland dan McDonalds (2001)), jagung (Saenong (1986); Joo *et al* dalam Copeland dan McDonalds (2001)) dan gmelina (Siskasari (2000)). Menurut Bewley dan Black (1983) penambahan kebocoran potassium, glukosa dan protein pada benih buncis semakin menurun seiring dengan semakin lamanya perendaman benih. Kebocoran tertinggi didapatkan pada perendaman sampai 3 jam, terus menurun secara fluktuatif sampai pada perendaman 12 jam kemudian menjadi stabil. Fluktuasi nilai DHL yang terukur pada percobaan ini diduga karena lama perendaman yang diujikan belum mencapai taraf stabil.

Berdasarkan pendekatan sidik ragam, diketahui bahwa kombinasi perlakuan yang paling peka untuk pengujian DHL benih cabai pada percobaan ini adalah pengujian DHL pada suhu ruang pengujian (sekaligus suhu imbibisi) 25 °C dengan perendaman 4 jam. Kepekaan ini dilihat dari nilai DHL yang terukur. Semakin tinggi nilai DHL yang terukur maka kombinasi yang digunakan semakin peka untuk pengujian DHL.

Pendekatan korelasi dan regresi antara daya hantar listrik dan tolok ukur mutu fisiologis yang lain pada percobaan 1

Tabel 5. Korelasi (r) antara daya hantar listrik dengan tolok ukur mutu fisiologis lainnya pada berbagai suhu ruang pengujian

Tolok ukur	DHL			
	20°C	P	25°C	P
DB	0.132tn	0.625	0.234tn	0.383
K _{CT}	0.123tn	0.650	0.006tn	0.983
BKKN	0.220tn	0.412	(-)0.264tn	0.324
LPK	0.043tn	0.873	(-)0.358tn	0.173

Keterangan : ** : berpengaruh sangat nyata pada $\alpha = 1\%$,
* : berpengaruh nyata pada $\alpha = 5\%$,
tn : tidak berpengaruh nyata

Tabel 6. Korelasi (r) antara daya hantar listrik dengan tolok ukur mutu fisiologis lainnya pada berbagai lama perendaman

Tolok ukur	DHL			
	2 jam	4 jam	6 jam	8 jam
DB	(-) 0.097tn P=0.820	(-) 0.932** P=0.001	0.028tn P=0.947	0.114tn P=0.789
K _{CT}	(-) 0.502tn P=0.205	(-) 0.765* P=0.027	(-) 0.649tn P=0.082	(-) 0.180tn P=0.670
BKKN	(-) 0.100tn P=0.813	(-) 0.907** P=0.002	(-) 0.875** P=0.004	0.066tn P=0.876
LPK	(-) 0.662tn P=0.074	(-) 0.051tn P=0.947	(-) 0.406tn 0.318	0.002tn P=0.997

Keterangan : ** : berpengaruh sangat nyata pada $\alpha = 1\%$,
* : berpengaruh nyata pada $\alpha = 5\%$,
tn : tidak berpengaruh nyata

Nilai koefisien korelasi (r) berada pada *range* $(-1 < r < 1)$. Dua peubah dikatakan memiliki keeratan hubungan yang sangat tinggi bila memiliki nilai r mendekati 1 atau (-)1 (Matjik dan Sumertajaya, 2002). Dua peubah dikatakan mempunyai hubungan yang cukup erat jika mempunyai nilai koefisien korelasi (r) $0.5 < r < 0.8$ dan dikatakan mempunyai korelasi sangat erat jika mempunyai nilai $0.8 < r < 1$. Penentuan pengaruh korelasi antara dua peubah dilakukan berdasarkan nilai P. Nilai r antara dua peubah dikatakan memiliki hubungan yang nyata saling mempengaruhi jika memiliki nilai $P < 0.05$, sementara nilai r dikatakan berpengaruh sangat nyata saling mempengaruhi antara dua peubah jika memiliki nilai $P < 0.01$. Selain kedua persyaratan diatas maka nilai r antara dua peubah yang diamati dikatakan tidak nyata.

Data DB, K_{CT}, BKKN dan LPK pada Tabel 5 dan 6 didapat dari pengamatan terhadap benih yang telah diuji DHL kemudian ditanam. Pada tabel 7 dan 8 dapat dilihat korelasi antara nilai DHL dengan tolok ukur fisiologis lain yang didapat dari pengamatan terhadap benih cabai dari lot yang sama tetapi yang tidak digunakan dalam uji DHL.

Tabel 7. Korelasi (r) antara daya hantar listrik dengan tolok ukur mutu fisiologis benih kontrol pada berbagai suhu ruang pengujian

Tolok ukur	Suhu			
	20	P	25	P
DB	(-)0.075tn	0.783	(-)0.136tn	0.615
K _{CT}	(-)0.198tn	0.461	(-)0.017tn	0.952
BKKN	(-)0.103tn	0.704	(-)0.128tn	0.637
LPK	(-)0.135tn	0.619	(-)0.115tn	0.672

Keterangan : ** : berpengaruh sangat nyata pada $\alpha = 1\%$,
* : berpengaruh nyata pada $\alpha = 5\%$,
tn : tidak berpengaruh nyata

Tabel 8. Korelasi (r) antara daya hantar listrik dengan tolok ukur mutu fisiologis benih kontrol pada berbagai lama perendaman

Tolok ukur	Lama perendaman			
	2 Jam	4 Jam	6 Jam	8 Jam
DB	(-) 0.178tn P=0.553	0.053tn P=0.900	(-) 0.487tn P=0.221	0.290tn P=0.485
K _{CT}	(-) 0.178tn P=0.673	(-) 0.132tn P=0.755	(-) 0.191tn P=0.651	0.271tn P=517
BKKN	(-) 0.268tn P=0.521	0.028tn P=0.948	(-) 0.480tn P=0.229	0.324tn P=0.433
LPK	(-) 0.289tn P=0.487	(-) 0.003tn P=0.994	(-) 0.459tn P=0.253	0.362tn P=0.379

Keterangan : ** : berpengaruh sangat nyata pada $\alpha = 1\%$, * : berpengaruh nyata pada $\alpha = 5\%$,
tn : tidak berpengaruh nyata

Nilai koefisien korelasi (r) pada percobaan 1 menunjukkan nilai r yang beragam. Beberapa kombinasi perlakuan perendaman memberikan nilai r yang positif pada semua tolok ukur fisiologis benih kontrol maupun pada benih yang dipakai pada pengujian DHL. Pada percobaan pengaruh suhu ruang pengujian juga terdapat nilai r yang positif. Kondisi ini tidak sesuai dengan pernyataan Matthew dan Powell (2006) bahwa DHL berkorelasi negatif dengan tolok ukur vigor lain. Hal ini diduga karena kurangnya jumlah tolok ukur fisiologis benih yang diamati. Sadjad (1993) menyatakan bahwa DHL merupakan tolok ukur vigor daya simpan, selain vigor benih setelah didera etanol (Valk). Penelitian ini menggunakan 25 butir benih per ulangan dan menggunakan empat ulangan pada masing-masing perlakuan. Berdasarkan pendekatan regresi pada Tabel 5, pengujian DHL pada suhu 25°C menunjukkan nilai r negatif pada tolok ukur BKKN dan LPK meskipun hubungannya tidak erat dan tidak nyata. Ini memberikan kecenderungan nilai r yang lebih baik daripada pengujian pada suhu 20°C. Pada Tabel 6, lama perendaman 4 jam memberikan nilai r yang sangat erat dan sangat nyata pada tolok ukur DB, K_{CT}, dan BKKN. Hsu *et al* (2000) menyatakan bahwa persentase perkecambahan memiliki keeratan hubungan dengan daya hantar listrik pada benih *sudan grass*.

Sementara korelasi dengan tolok ukur fisiologis benih kontrol tidak memberikan korelasi nyata pada semua perlakuan. Hal ini dikarenakan benih yang digunakan pada uji fisiologis adalah individu benih yang berbeda. Copeland dan McDonalds (1995) menyatakan bahwa uji DHL lebih tepat untuk menggambarkan kondisi fisiologis per satuan benih tetapi kurang tepat untuk mendeteksi kondisi fisiologis lot benih.

Tabel 9. Rekapitulasi regresi DHL (x) dan tolok ukur mutu fisiologis (y) pada perlakuan suhu ruang pengujian

Tolok Ukur	Suhu Ruang Pengujian ()	
	20	25
DB	(+); R ² =0.017	(+); R ² =0.054
K _{CT}	(+); R ² =0.015	(+); R ² =0.00
BKKN	(+); R ² =0.048	(-); R ² =0.069
LPK	(+); R ² =0.001	(-); R ² =0.128

Keterangan: (+):hubungan antar dua peubah positif.
(-):hubungan antar dua peubah berkorelasi negatif

Tabel 10. Rekapitulasi regresi DHL (x) dan tolok ukur mutu fisiologis (y) pada perlakuan lama perendaman

Tolok ukur	Lama perendaman (jam)			
	2	4	6	8
DB	(-) R ² =0.009	(-) R ² =0.868	(+) R ² =0.00	(+) R ² =0.012
K _{CT}	(-) R ² =0.251	(-) R ² =0.585	(-) R ² =0.420	(-) R ² =0.032
BKKN	(+) R ² =0.01	(-) R ² =0.822	(-) R ² =0.766	(+) R ² =0.00
LPK	(-) R ² =0.436	(-) R ² =0.002	(-) R ² =0.164	(+) R ² =0.004

Keterangan: (+):hubungan antar dua peubah positif.
(-):hubungan antar dua peubah berkorelasi negatif

Hubungan regresi antara DHL dengan tolok ukur fisiologis yang bernilai negatif adalah DB-2 jam, DB-4 jam, K_{CT}-2 jam, K_{CT}-4 jam, K_{CT}-6 jam, K_{CT}-8 jam, BKKN-4 jam, BKKN-6jam, LPK-2 jam, LPK-4 jam, dan LPK-6 jam. Hal ini berarti bahwa meningkatnya DHL menandakan menurunnya mutu fisiologis yang berkorelasi negatif dengan nilai DHL. Koefisien determinasi (R²) menunjukkan seberapa besar keragaman nilai tolok ukur fisiologis benih dapat dijelaskan oleh keragaman nilai DHL. Perendaman 4 jam memiliki hubungan regresi negatif dengan nilai R² yang cukup besar pada tolok ukur DB, yaitu sebesar 0.868 (86.8%) artinya keragaman nilai DB dapat dijelaskan dengan nilai DHL sebesar 86.8%, dan LPK 0.822 (82.2%). Perendaman 6 jam memiliki hubungan negatif dengan nilai R² sebesar 0.766 (76.6%) pada tolok ukur BKKN, artinya keragaman nilai BKKN dapat dijelaskan dengan nilai DHL sebesar 76.6%. Berdasarkan pendekatan sidik ragam, yaitu perendaman benih cabai selama 4 jam pada suhu ruang pengujian 25°C. Pendekatan korelasi pada faktor lama perendaman menunjukkan bahwa lama perendaman 4 jam memberikan nilai r yang sangat erat dan sangat nyata pada tolok ukur DB, K_{CT}, dan BKKN, sedangkan pendekatan korelasi pada faktor suhu ruang pengujian menunjukkan bahwa pengujian DHL pada suhu 25°C menunjukkan nilai r negatif pada tolok ukur BKKN dan LPK meskipun hubungannya tidak erat dan tidak nyata. Ini memberikan kecenderungan nilai r yang lebih baik daripada pengujian pada suhu 20°C. Pada pendekatan regresi diketahui bahwa perendaman selama 4 jam dan 6 jam memiliki hubungan regresi yang cukup tinggi dengan DHL. Berdasarkan ketiga pendekatan didapatkan bahwa perendaman benih selama 4 jam pada suhu ruang 25°C merupakan kombinasi terbaik untuk pengujian DHL pada benih cabai.

Percobaan 2. Pengaruh tingkat kadar air benih terhadap daya hantar listrik pada dua tingkat vigor benih dan hubungannya dengan mutu fisiologis benih cabai (*Capsicum annuum L.*)

Benih yang digunakan pada percobaan ini adalah benih cabai varietas Andalas dengan dua tingkat vigor, yaitu vigor tinggi dan vigor sedang. Lot benih vigor tinggi memiliki kadar air benih (KA) 6.3%, DB 91.3%, K_{CT} 12.564%/etmal, BKKN 10.94 mg dan LPK 0.24 mg/KN. Lot benih vigor sedang memiliki KA 6.6%, DB 71.3%, K_{CT} 7.739%/etmal, BKKN 7.26 mg dan LPK 0.20 mg/KN. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat KA benih yang paling tepat digunakan pada pengujian DHL pada benih cabai dan hubungannya dengan mutu fisiologis benih cabai. Penggunaan dua tingkat vigor pada percobaan ini bertujuan untuk membuktikan bahwa pengujian DHL dapat membedakan status vigor lot benih cabai. Pengaruh faktor tunggal tingkat KA dan tingkat vigor terhadap nilai DHL serta interaksinya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rekapitulasi sidik ragam pengaruh tingkat vigor (C) dan tingkat kadar air (D) terhadap daya hantar listrik dan tolok ukur mutu fisiologis benih cabai

Tolok ukur	C	D	CXD
DHL	**	**	**
DB	**	tn	tn
K _{CT}	**	**	tn
BKKN	**	**	tn
LPK	**	**	tn

Keterangan : ** : berpengaruh sangat nyata pada α = 1%, * : berpengaruh nyata pada α = 5%, tn : tidak berpengaruh nyata

Rekapitulasi sidik ragam pada Tabel 11 menunjukkan bahwa tingkat vigor berpengaruh sangat nyata pada semua tolok ukur yang diamati, sedangkan faktor tunggal tingkat KA benih berpengaruh sangat nyata pada tolok ukur DHL, K_{CT}, BKKN dan LPK, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap DB. Interaksi antara tingkat vigor dan tingkat KA berpengaruh sangat nyata pada tolok ukur DHL, tetapi tidak berpengaruh nyata pada tolok ukur DB, K_{CT}, BKKN dan LPK.

Nilai tengah faktor tunggal tingkat vigor terhadap DB, K_{CT}, BKKN dan LPK benih cabai dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Pengaruh faktor tunggal tingkat vigor terhadap daya hantar listrik pada berbagai tolok ukur mutu fisiologis benih cabai

Tolok ukur	Tingkat vigor	
	Vigor tinggi	Vigor sedang
DB	91.3 A	71.3 B
K _{CT}	12.564 A	7.739 B
BKKN	10.94 A	7.26 B
LPK	0.241 A	0.204 B

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada α = 5%.

Tabel 13. Pengaruh faktor tunggal tingkat kadar air benih terhadap daya hantar listrik pada berbagai tolok ukur mutu fisiologis benih cabai.

Tolok ukur	Tingkat KA Benih		
	8%	10%	12%
DB	83.5 A	80.7 A	79.8 A
K _{CT}	10.648 A	10.051 B	9.756 B
BKKN	4.81 A	4.48 B	4.37 B
LPK	0.228 A	0.222 AB	0.217 B

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada α = 5%

Tabel 14. Pengaruh interaksi antara tingkat kadar air benih dan tingkat vigor terhadap daya hantar listrik

Tingkat vigor	Kadar air		
	8%	10%	12%
	-----DHL-----		
Vigor tinggi	113.622Ba	107.871Ab	94.261 Bc
Vigor sedang	131.557Aa	107.746Ab	100.168Ac

Keterangan : angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada kolom yang sama atau huruf kecil yang sama pada baris yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada α = 5%.

Pada Tabel 14 dapat dilihat bahwa DHL yang terukur pada benih bervigor tinggi nyata lebih rendah dibanding benih yang bervigor sedang. Hal ini sejalan dengan pernyataan Matthew dan Powell (2006) bahwa semakin tinggi nilai DHL yang terukur dari sebuah lot benih berarti semakin rendah vigor benih tersebut. Pengujian DHL pada kadar air 8%

nyata lebih tinggi dibandingkan pengujian DHL dengan KA benih 10% dan 12%. Pengujian DHL pada kadar air 8% dan 12% terbukti mampu membedakan tingkat vigor benih. Viera *et al* (2002) menyebutkan bahwa pengukuran DHL pada benih kedelai dipengaruhi oleh kadar air benih. Penelitian Viera *et al* (2002) menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air benih kedelai yang digunakan dalam pengukuran DHL, nilai DHL nya semakin rendah. Fitrientyas (2008) menyatakan bahwa kadar air 12% merupakan kadar air yang paling tepat untuk pengujian DHL pada benih kedelai. Siskasari (2000) menyatakan bahwa setiap benih memiliki metode pengukuran tersendiri pada pengujian DHL. Berdasarkan pendekatan sidik ragam dapat disimpulkan bahwa kadar air benih 8% dan 12% mampu menjelaskan perbedaan vigor.

Pendekatan korelasi dan regresi antara daya hantar listrik dan tolok ukur mutu fisiologis yang lain pada percobaan 2

Hubungan antara nilai DHL dengan tolok ukur fisiologis benih cabai pada percobaan 2 dapat dilihat pada Tabel 15 dan 16.

Tabel 15. Korelasi (r) antara daya hantar listrik dengan tolok ukur mutu fisiologis benih cabai

Tolok ukur	DHL		
	8%	10%	12%
DB	(-) 0.728**	(-) 0.185tn	(-) 0.189tn
K _{CT}	(-) 0.703**	(-) 0.074tn	(-) 0.319tn
BKKN	(-) 0.709**	(-) 0.090tn	(-) 0.368tn
LPK	(-) 0.535**	0.124tn	(-)0.485*

Keterangan : ** : berpengaruh sangat nyata pada $\alpha = 1\%$, * : berpengaruh nyata pada $\alpha = 5\%$, tn : tidak berpengaruh nyata

Tabel 16. Korelasi (r) antara daya hantar listrik dengan tolok ukur fisiologis benih cabai pada benih kontrol.

Tolok ukur	DHL		
	8%	10%	12%
DB	(-) 0.653**	0.173 tn	(-)0.212tn
KCT	(-) 0.725**	0.097 tn	(-)0.302tn
BKKN	(-) 0.645**	0.105 tn	(-)0.280tn
LPK	(-) 0.365tn	0.095 tn	0.327tn

Keterangan : ** : berpengaruh sangat nyata pada $\alpha = 1\%$, * : berpengaruh nyata pada $\alpha = 5\%$, tn : tidak berpengaruh nyata

Pada Tabel 15 dapat dilihat bahwa pengujian DHL yang dilakukan pada tingkat kadar air 8% mempunyai korelasi cukup erat dengan semua tolok ukur fisiologis benih yang diamati. Hal ini dapat dilihat dari nilai r yang berada pada kisaran 0.5-0.8. Sementara pengujian DHL pada kadar air 10% mempunyai korelasi yang tidak erat dan tidak nyata pada tolok ukur DB, K_{CT} dan BKKN. Copeland dan McDonalds (2001) menyatakan bahwa kemunduran benih diawali dengan degradasi membran sel, yang dapat diukur dengan DHL. Nilai DHL berbanding terbalik dengan tingkat vigor benih. Semakin mundur suatu benih, semakin rendah vigornya, nilai DHL yang terukur semakin tinggi. Kemunduran benih adalah mundurnya mutu fisiologi benih yang akan mengakibatkan perubahan fisik, fisiologis maupun kimia dalam benih yang dapat menurunkan viabilitas benih (Sadjad *et al*, 1974). Hilangnya integritas membran menyebabkan substrat respirasi keluar dari dalam sel. (Siskasari, 2000). Pada Tabel 16 tolok ukur K_{CT} memiliki

hubungan yang paling erat dengan DHL dibandingkan dengan tolok ukur DB, BKKN dan LPK. Sadjad (1993) menyatakan bahwa K_{CT} mengindikasikan vigor kekuatan tumbuh (V_{KT}) karena benih yang cepat tumbuh dianggap lebih mampu menghadapi kondisi lapang yang sub optimum.

Tabel 16. Rekapitulasi regresi DHL (x) dan tolok ukur mutu fisiologis (y) pada perlakuan kadar air benih

Tolok ukur	Kadar air		
	8%	10%	12%
DB	(-); R2=0.53	(-); R2=0.344	(-); R2=0.0358
KCT	(-); R2=0.494	(-); R2=0.005	(-); R2=0.0101
BKKN	(-); R2=0.503	(-); R2=0.081	(-); R2=0.135
LPK	(-); R2=0.286	(+); R2=0.0154	(-); R2=0.235

Keterangan: (+):hubungan antar dua peubah positif. (-):hubungan antar dua peubah berkorelasi negatif

Pada percobaan ini, melalui pendekatan regresi, terlihat bahwa KA benih 8% mempunyai nilai R² yang paling tinggi pada semua tolok ukur mutu fisiologis benih dibanding KA benih 10% dan 12%.

Penentuan kadar air terbaik untuk pengujian DHL pada benih cabai dilakukann dengan menggunakan tiga pendekatan. Berdasarkan pendekatan sidik ragam pada pengaruh interaksi tingkat vigor dan tingkat KA dengan DHL diketahui bahwa KA 8% dan 12% mampu membedakan tingkat vigor lot benih cabai. Berdasarkan pendekatan korelasi antara DHL dengan tolok ukur mutu fisiologis lain, baik pada benih yang digunakan langsung untuk uji DHL maupun benih kontrol, didapatkan bahwa kadar air 8% memberikan korelasi yang cukup erat dan sangat nyata pada semua tolok ukur fisiologis, kecuali pada tolok ukur LPK pada benih kontrol yang memberikan korelasi tidak nyata. Berdasarkan pendekatan regresi, didapatkan bahwa pengujian DHL pada kadar air 8% mampu menjelaskan tingkat DB sebesar 53%, K_{CT} sebesar 49.4%, BKKN sebesar 50.3% dan LPK sebesar 28.6%, lebih tinggi di bandingkan kadar air 10% dan 12%. Oleh karena itu berdasarkan tiga pendekatan yang dilakukan didapatkan bahwa pengujian DHL pada benih cabai dapat dilakukan dengan menggunakan KA benih 8%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pendekatan sidik ragam, korelasi dan regresi yang dilakukan pada percobaan 1, didapatkan bahwa pengujian DHL pada benih cabai dapat dilakukan pada suhu 25 °C dan perendaman dalam aquades selama 4 jam. Berdasarkan pendekatan sidik ragam, korelasi dan regresi pada percobaan 2 didapatkan bahwa pengujian DHL dengan KA benih 8% mampu menjelaskan kondisi fisiologis benih cabai yang diwakili oleh DB, K_{CT}, BKKN dan LPK. Berdasarkan pendekatan sidik ragam pada pengaruh interaksi antara tingkat vigor dan tingkat KA benih, pada KA 8% dan 12% dapat menyatakan perbedaan mutu fisiologis benih cabai, dalam hal ini diwakili dengan DB, K_{CT}, BKKN dan LPK.

Saran

Pengujian DHL pada benih cabai dapat dilakukan pada suhu 25°C dan lama perendaman 4 jam, dengan menggunakan KA benih 8%. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui faktor-faktor lain yang mempengaruhi hasil pengukuran DHL benih cabai, seperti suhu imbibisi, varietas, ukuran benih, jumlah benih dan volume aquabides/aquades.

DAFTAR PUSTAKA

- Bewley, J.D dan M. Black.1983. *Development, Germination, and Growth*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York. 306p.
- Copeland, L.O. and M. B. Mc Donald. 2001. *Principles of Seed Science and Technology*. 4th ed. Kluwer Academic Publisher. London. 467 p.
- Fitriningtyas, N. 2008. *Studi daya hantar listrik dan hubungannya dengan mutu fisiologis benih kedelai (Glycine max L.(Merr))*. Skripsi. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hsu, F.H, J.B Lin dan S.R. Chang.2000.Effects of waterlogging on seed germination, electric conductivity of seed leakage and development of hypocotil and radicle in sudangrass (*Shorgum sudanense* Stapf). *Botanical Bulletin Academic Sin. (41):267-273*
- ISTA. 2008. International Rules for Seed Testing. Zurich. Switzerland
- ISTA. 1995. *Handbook Of Vigour Test Methods 3rd edition*. Hampton, J. G and D. M. Tekrony (Eds). International Seed Testing Association. Switzerland
- Matthews, S and A. Powell. 2006. Electrical conductivity vigour test: physiological basis and use. *Seed Testing International (ISTA) (131):32-35p*
- Sadjad, S, H. Suseno, S.S. Hariadi, J. Sutakaria, Suginarso dan Sudarsono. 1974. *Dasar-Dasar Teknologi Benih:Capita Selecta*. Biro Penataran. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 215 hal.
- Sadjad, S. 1993. *Dari Benih Kepada Benih*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta. 145 hal.
- Sadjad, S, E. Murniati, S. Ilyas.1999. Parameter Pengujian Vigor Benih dari Komparatif ke Simulatif. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta. 185 hal
- Siskasari, E. 2001. *Studi pendugaan viabilitas benih gmelina (Gmelina arborea Linn.) berdasarkan uji daya hantar listrik*. Skripsi. Departemen Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.