

Deteksi Tingkat Kematangan Benih Cabai (*Capsicum* sp.) Berdasarkan Parameter Fisiologis dan Biokimiawi

Maturity Level Detection of Chili (*Capsicum* sp.) Seeds Through Physiological and Biochemical Parameters

Mohamad Arif^{1,2*}, Dirgahani Putri³, Blair Moses Kamanga¹, Nadiya Iftiwata Rahmah⁴ and Eny Widajati⁵

¹Alumni Mahasiswa Pascasarjana IPB *University*, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

²Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Sumatera Utara, Indonesia

³Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Tangerang, Indonesia

⁴Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian (BPSIP), Sumatera Barat, Indonesia

⁵Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB *University*, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

*) Penulis korespondensi: mohar0891@gmail.com

ABSTRACT

The usage of high-quality seeds is one of the determining factors for the success of cultivation, where determining suitable period of seed physiological ripeness is crucial so that the produced seeds can have high storability when the seeds are stored and superior germination percentage when the seeds are germinated. The research the aimed to observe the correlation of physiological parameters (seed moisture content [SMC], vigor index [VI], and germination percentage [GP]) to biochemical parameters (total carotene and chlorophyll content of seeds) to determine the maturity level of chili seeds. The experiment utilized three levels of seed maturity based on the colour of fruit exocarp. Results showed that the physiological maturity of the tested chili seeds was reached when the fruit exocarp was orange in colour. At such phase, observed physiological parameters, i.e. VI (4.3%) and GP (71.7%), as well as biochemical parameters, i.e. carotene (0.96 mmol/g) and chlorophyll (0.19 mmol/g) content, reached their highest points.

Keywords: Carotenoid, Germination percentage, Seed chlorophyll, Seed moisture content, Vigour index

ABSTRAK

Penggunaan benih berkualitas tinggi merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan budidaya tanaman. Oleh karenanya, penentuan waktu panen yang tepat ketika benih berada pada fase masak fisiologis merupakan faktor krusial yang menentukan daya simpan dan daya berkecambah benih. Percobaan ditujukan untuk mengamati korelasi parameter-parameter fisiologis (kadar air, indeks vigor, dan daya berkecambah) terhadap parameter-parameter biokimiawi (total karotena dan kandungan klorofil benih) untuk menentukan tingkat kematangan benih cabai (*Capsicum* sp.). Percobaan yang menggunakan 3 taraf kemasakan benih berdasar warna kulit buah cabai ini memperlihatkan kemungkinan deteksi kemasakan benih secara fisiologi maupun biokimiawi. Masak fisiologi benih cabai yang diuji tercapai pada saat kulit buah berwarna oranye, ketika parameter-parameter pengamatan fisiologi (IV dan DB) serta biokimiawi (karoten dan klorofil) mencapai titik tertinggi.

Kata kunci: Daya berkecambah, Indeks vigor, Kadar air benih, Karoten, Klorofil benih.

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum* sp.) merupakan genus tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena kebutuhan dunia akan rasa pedas yang dihasilkan buah cabai, tanamannya dapat dibudidayakan pada rentang wilayah yang luas (Darmawan *et al.*, 2014), serta penggunaan buah cabai sebagai bahan campuran beragam olahan makanan (Polii *et al.*, 2019). Selain itu, Zahara *et al.* (2021) menambahkan bahwa cabai merupakan tanaman yang digemari karena kemudahan budidaya tanaman serta potensi agribisnis yang tinggi dengan kemampuannya diolah sebagai produk hilir seperti saos dan bubuk cabai dengan nilai yang lebih tinggi.

Ketersediaan dan penggunaan benih bermutu merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan usaha tani cabai. Penggunaan benih yang telah masak fisiologi akan memberikan pertumbuhan pertanaman dan produksi yang optimal dibanding penggunaan benih yang berasal dari pemanenan terlalu cepat atau terlalu lambat dari masak fisiologi. Jawak *et al.* (2022) menyatakan bahwa kualitas benih dapat dilihat secara biokimia dan fisiologi. Oleh karena itu, kemampuan untuk menentukan masak fisiologi melalui performa atau penampakan fisik buah cabai, misal warna kulit buahnya, untuk menentukan fisiologi dan kimiawi benih merupakan salah satu cara penentuan kualitas benih.

Selain mengetahui waktu masak fisiologi sehingga pemanenan benih dapat dilakukan pada waktu yang tepat, viabilitas benih juga dihadapkan pada dormansi *after-ripening*. Rosalina (2003) menyatakan bahwa untuk menanggulangi permasalahan ini, benih cabai harus disimpan setidaknya empat minggu sebelum dikecambahkan. Lebih lanjut, penulis memperlihatkan bahwa perendaman benih cabai pada 0,08% KNO_3 dan 200 ppm GA_3 selama 24 jam merupakan metode pematangan dormansi yang dapat diterapkan pada benih cabai

yang telah disimpan selama 3 minggu. Perendaman benih dalam larutan 2% KNO_3 selama 24 jam juga berhasil mengurangi periode *after-ripening* benih padi gogo (Kharismayani 2010).

Percobaan ini ditujukan untuk melihat penggunaan parameter fisiologi (kadar air, indeks vigor, dan daya berkecambah) dan parameter biokimiawi (kandungan total karoten dan klorofil benih) dalam penentuan kemasakan benih cabai. Efektivitas larutan KNO_3 untuk mematahkan dormansi pada benih cabai juga diamati.

METODE

Percobaan ini dilaksanakan pada Mei 2019 di Laboratorium Pascapanen, Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB University, Jawa Barat, Indonesia.

Percobaan ini merupakan pengujian laboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap dua faktor. Faktor pertama adalah warna eksokarp buah cabai yang terdiri atas tiga taraf, yaitu kuning, oranye, dan merah; sedangkan faktor kedua adalah perlakuan pematangan dormansi benih yang terdiri atas dua taraf, yaitu perendaman dengan 0,2% KNO_3 sebelum perkecambahan dilakukan dan tanpa perlakuan pematangan dormansi sebagai kontrol. Setiap set perlakuan diulang tiga kali, sehingga terdapat delapan belas satuan percobaan yang masing-masing terdiri atas 50 butir benih cabai.

Bahan Tanaman



Gambar 1. Klasifikasi sampel cabai ke dalam tiga kelompok berdasar warna kulit buah (eksokarp). Kiri ke kanan: kuning, oranye, dan merah

Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan benih cabaik (*Capsicum* sp.) yang berasal dari tiga tingkat kematangan berdasarkan warna kulit buah (eksokarp), yaitu kuning, oranye, dan merah (Gambar 1).

Alat yang digunakan terdiri atas alat umum pengujian kadar air (KA) benih menggunakan metode oven suhu rendah konstan, yaitu oven pengering (produksi Pudak Scientific); cawan keramik digunakan sebagai wadah selama benih berada di dalam oven; desikator; dan neraca analitik (OHAUS - Valor 3000 Xtreme Scales). Pengecambahan dilaksanakan di dalam kotak plastik transparan dengan dimensi panjang x lebar x tinggi 17,5 cm x 12 cm x 6,5 cm. Spektrofotometer yang digunakan adalah Shimadzu UV-Vis Spectrophotometer UV-1280.

Ekstraksi Benih dan Pengukuran Kadar Air Benih

Ekstraksi benih cabai dari masing-masing kelompok warna kulit buah dilaksanakan dengan mengupas kulit dan daging buah dengan menggunakan pisau *cutter* untuk kemudian mengeluarkan benih cabai dari masing-masing kelompok warna.

Pengukuran kadar air (KA) benih dilakukan dengan menggunakan metode oven suhu rendah konstan sebagaimana Pelealu *et al.* (2019). Sampel benih cabai yang hendak diukur KA-nya dimasukkan ke dalam wadah keramik dan tutup wadah dengan bobot M1. Bobot benih basah beserta M1 (wadah keramik dan tutupnya) dicatat sebagai M2, dimasukkan ke dalam oven sesuai suhu dan selama waktu yang ditentukan, yaitu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 17 ± 1 jam. Setiap perlakuan diulang 3 kali.

Setelah waktu yang ditentukan, sampel dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam *desiccator* selama ± 10 menit untuk ditimbang bobot keringnya (M3). KA benih (%) diperoleh dengan rumus (Agustin dan Prananda, 2017):

$$KA = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100 \%$$

untuk:

M1 : Bobot wadah dan tutup wadah (g)

M2 : Bobot wadah, tutup wadah, dan benih segar (g)

M3 : Bobot wadah, tutup wadah, dan benih kering (g)

Metode Pengecambahan

Metode *top of paper* (TP) digunakan untuk pengecambahan benih cabai dengan 50 (lima puluh) butir benih sebagai satu unit pengecambahan diletakkan di atas 5 lembar kertas buram yang dilembapkan dan diletakkan di dalam kotak plastik transparan bervolume 1.000 ml dengan dimensi panjang x lebar x tinggi 17,5 cm x 12 cm x 6,5 cm. Pengamatan pengecambahan dilakukan pada 7 dan 14 hari sebagai *first count* dan *second count* dengan parameter pengamatan berupa:

Indeks vigor (IV); merupakan proporsi kecambah normal yang dihasilkan pada penghitungan pertama (*first count*, $\sum KN I$) terhadap seluruh benih yang dikecambahkan.

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

Daya berkecambah (DB); merupakan proporsi kecambah yang dihasilkan hingga akhir pengamatan dilakukan (*first count* dan *final count*) terhadap seluruh benih yang dikecambahkan.

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

Analisis Total Klorofil dan Karotenoid Benih

Benih cabai dengan bobot sekitar 0,3 g digerus di dalam mortar dengan menggunakan larutan acetris. Selama proses penggerusan, larutan acetris harus terus ditambahkan untuk menjaga hasil gerusan tidak kering. Setelah halus, hasil gerusan dimasukkan ke dalam tabung mikro berukuran 2 ml. Pastikan seluruh hasil gerusan masuk ke dalam tabung

mikro tersebut. Setelah dikocok untuk meratakan klorofil dan karotenoid di dalam larutan, tabung mikro di sentrifugasi selama 10 menit pada kecepatan 10.000 rpm. 1 ml supernatan yang terbentuk lalu dipipet dan ditambahkan 3 ml larutan acetris untuk kemudian di-vortex untuk meratakan campuran. Spektrofotometer dilakukan pada panjang gelombang 470 nm, 437 nm, 647 nm, dan 663 nm.

Perhitungan parameter yang diamati dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Sims dan Gamon, 2002):

Perhitungan total klorofil;

$Total\ klorofil = (7,15 \times A663) + (18,71 \times A647)$
untuk:

A663 : Nilai absorban pada panjang gelombang 663 nm

A647 : Nilai absorban pada panjang gelombang 647 nm

Perhitungan total karotenoid;

$$karotenoid\ (\mu mol/ml) = \frac{[A470 - (17,1 \times (klorofil\ a + klorofil\ b)) - (9,475 \times antosianin)] \times Fp}{119,26 \times Berat\ sampel}$$

$$Klorofil\ a = \frac{((0,01373 \times A663) - (0,000897 \times A537) - (0,003046 \times A647)) \times Fp}{berat\ sampel}$$

$$Klorofil\ b = \frac{((0,02405 \times A647) - (0,004305 \times A537) - (0,005507 \times A663)) \times Fp}{berat\ sampel}$$

$$Anthosianin = \frac{((0,08173 \times A537) - (0,00697 \times A647) - (0,002228 \times A663)) \times Fp}{berat\ sampel}$$

untuk:

A470 : Nilai absorban pada panjang gelombang 470 nm
FP : Faktor pengenceran

Klorofil a : konsentrasi klorofil a
Klorofil b : konsentrasi klorofil b
Antosianin : konsentrasi antosianin

Analisis Data

Data KA, IV, DB, serta konsentrasi total klorofil dan karotenoid yang dihasilkan oleh setiap taraf perlakuan dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak Excel 2016 (Microsoft™) dan SPSS ver. 16.0 (IBM™) untuk melihat signifikansi perbedaan rerata dari parameter yang diamati. Untuk melihat signifikansi perbedaan rerata dari parameter yang diamati melalui uji ANOVA yang dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada selang kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan warna kulit buah cabai memperlihatkan perubahan tingkat kematangan biji di dalam buah. Edowai *et al.* (2016), Kusumiyati *et al.* (2021), serta Hasanah dan Fatmawati (2022)

menyatakan bahwa semakin matang buah cabai, maka akan terjadi sintesis dan akumulasi pigmen karotenoid yang merubah warna kulit buah dari kuning, oranye, dan merah.

Deteksi Kemasakan Benih Dengan Analisis Fisik dan Fisiologi

Tabel 1 menunjukkan benih yang berasal dari buah berwarna kuning mengandung kadar air (KA) yang lebih tinggi (50,43%) dibanding parameter yang sama pada buah berwarna oranye (46,56%) dan merah (47,19%). Perbedaan KA benih yang tidak nyata pada buah yang berwarna oranye dan merah mengindikasikan KA benih telah stabil sejak eksokarp berubah warna menjadi merah.

Dengan pola pergerakan kadar air benih tersebut, terdapat indikasi bahwa

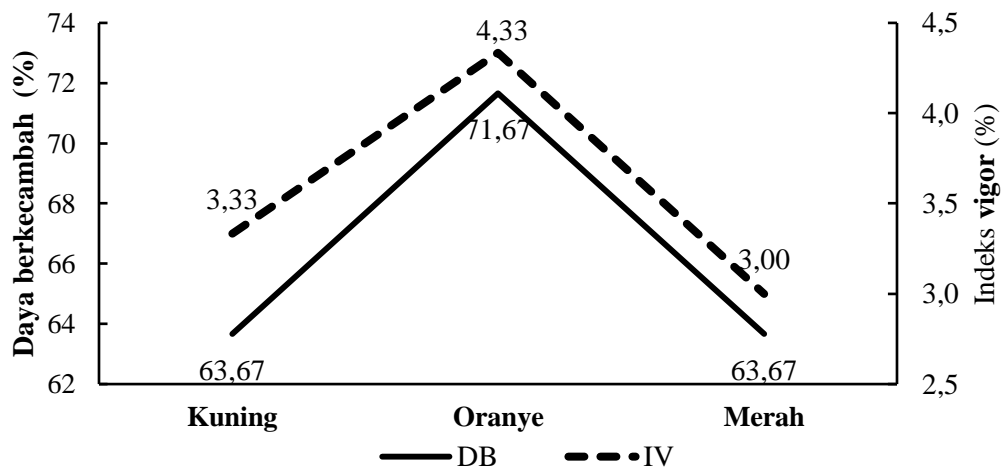
masak fisiologi terjadi ketika tahap kulit buah berwarna oranye yang diperlihatkan oleh stabilnya KA benih sejak tahap tersebut. Bareke (2018) menyatakan bahwa terdapat 4 tahap selama pembentukan dan perkembangan benih. Tahap pertama dan kedua merupakan tahap awal pembentukan benih yang ditandai pembelahan dan pembesaran sel-sel penyusun benih. Akumulasi cadangan makanan sekaligus penurunan KA benih berlangsung pada tahap ketiga, sedangkan KA benih pada tahap keempat cenderung stabil, mencirikan kondisi masak fisiologis. Fase keempat pertumbuhan dan perkembangan benih tersebut merupakan waktu terbaik untuk pemanenan terbaik guna mendapatkan benih dengan vigor dan viabilitas yang tinggi (Kamsurya 2018).

Tabel 1. Kadar air benih berdasar warna buah cabai

Warna buah	Kadar air benih (%)
Kuning	50,43 a
Oranye	46,56 b
Merah	47,19 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang signifikan berbeda berdasarkan uji DMRT (5%).

Indikasi terjadinya masak fisiologi berlangsung pada saat kulit buah berwarna oranye juga diperlihatkan oleh tingginya indeks vigor (IV) dan daya berkecambah (DB) benih-benih yang berasal dari buah dengan kulit benih berwarna oranye, lebih tinggi dibanding IV dan DB pada dua taraf kematangan buah lainnya (Gambar 2).



Gambar 2. Indes vigor (IV) dan daya berkecambah (DB) pada tiga taraf kematangan buah.

Perlakuan perendaman benih dengan KNO_3 tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap persentase indeks vigor (IV) (Tabel 2). Benih cabai yang direndam dalam 0,2% KNO_3 memberikan nilai IV sebesar 2%, sedangkan benih tanpa perlakuan KNO_3 menghasilkan 5,11% IV. Secara umum, IV benih cabai yang digunakan pada semua perlakuan masih sangat rendah yaitu maksimal 6,7%. Hal ini diduga karena benih masih mengalami periode

dormansi atau intensitas dormansi benih yang masih tinggi saat dikecambahkan sehingga hanya sedikit benih yang berkecambah normal pada hitungan pertama (7 hari setelah tanam). Rosalina (2003) menyatakan bahwa perendaman benih cabai rawit varietas Taruna dengan 0,08% KNO_3 selama 24 jam efektif dalam mematahkan dormansi benih setelah benih tersebut setelah disimpan selama 3 minggu.

Tabel 2. Rerata indeks vigor dan daya berkecambah benih cabai pada tingkat kemasakan dan perlakuan sebelum pengecambahan yang berbeda.

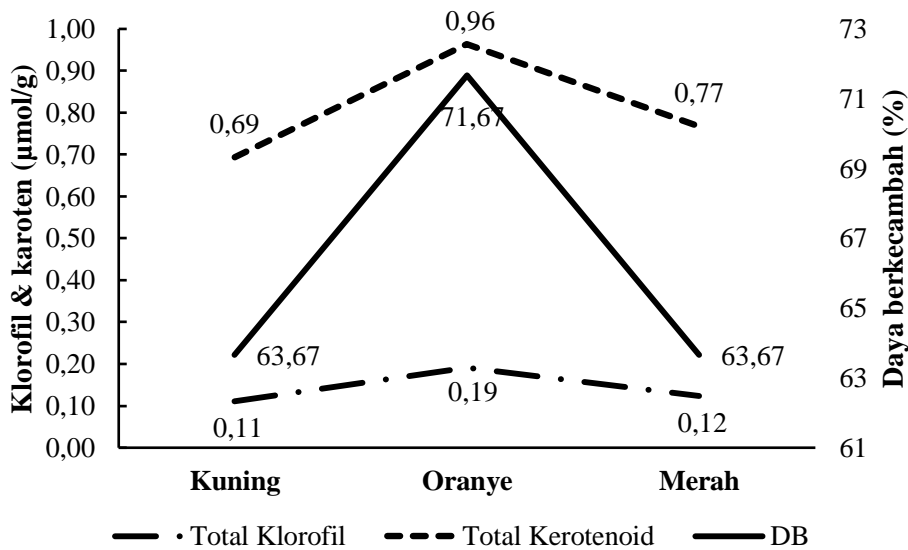
Warna buah	Indeks vigor (IV, %)		Daya berkecambah (DB, %)	
	KNO ₃	Kontrol	KNO ₃	Kontrol
Kuning	0,00	6,67	70,67	56,67
Oranye	4,00	4,67	84,00	59,33
Merah	2,00	4,00	77,33	50,00
Rerata	2,00	5,11	77,33 a	55,33 b

Perendaman benih dengan KNO₃ memberikan nilai DB (77,33%) yang berbeda nyata dibanding DB pada benih kontrol (55,33%). Meski demikian, nilai DB yang diperoleh pada penelitian ini masih rendah yaitu maksimal 77,33% dengan adanya perlakuan perendaman dengan KNO₃. Hal ini diduga karena benih yang digunakan adalah benih yang baru saja dipanen sehingga masih memiliki intensitas dormansi benih yang tinggi namun perlakuan perendaman dalam 0,2% KNO₃ dapat meningkatkan perkecambahan benih cabai. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Rosalina (2003) yang menunjukkan bahwa perlakuan pematangan dormansi dengan 0,04% dan 0,08% KNO₃ pada benih cabai rawit yang baru dipanen signifikan dapat meningkatkan kecepatan tumbuh dan daya berkecambah benih meskipun dormansi benih belum bisa dipatahkan seutuhnya. Perendaman benih dengan

KNO₃ selama 24 jam juga telah dilakukan pada padi gogo oleh Kharismayani (2010) untuk mengurangi periode after ripening namun tidak seutuhnya dapat langsung mematahkan dormansi benih padi tersebut.

Deteksi Tingkat Kemasakan Benih Dengan Analisis Biokimiawi

Pola yang sama dengan pola ada daya berkecambah (DB) diperlihatkan total karotenoid dan total klorofil dengan nilai paling tinggi ditunjukkan oleh nilai pada buah dengan kulit berwarna oranye (Gambar 3). Sejalan dengan tingkat kemasakan berdasar parameter fisik dan fisiologis, analisis kimiawi berdasarkan total karoten dan klorofil memperlihatkan bahwa kondisi masak fisiologi terjadi pada saat kulit buah berwarna oranye yang diindikasikan oleh tingginya nilai total karoten dan total klorofil benih.



Gambar 3. Pergerakan nilai dua karakter biokimiawi dan satu karakter fisiologi pada kematangan buah yang berbeda.

Gambar 3 memperlihatkan nilai klorofil terlihat bertambah dengan semakin tingginya nilai DB benih cabai, berbeda dengan yang ditemukan oleh Rulvi *et al.* (2022) pada benih padi yang memperlihatkan adanya korelasi negatif antara kedua variable. Gambar 3 juga menunjukkan tingginya karoten yang

berkorelasi positif dengan nilai DB diduga karena kemampuan karoten sebagai antioksidan yang mampu mengikat radikal bebas yang dapat merukan membrane sel (Wijayanto, 2012). Korelasi antara parameter fisiologi dan parameter biokimiawi yang diamati pada percobaan ini tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Korelasi kandungan klorofil dan karoten benih terhadap tolak ukur Indeks Vigor dan Daya Berkecambah.

Tolak Ukur	Keofisien Korelasi (r)		
	Indeks Vigor	Daya Berkecambah	Kadar Air
Klorofil	0,926	0,989	0,444
Karoten	0,872	0,964	0,330

Korelasi yang sangat tinggi ditunjukkan oleh kedua tolak ukur biokimiawi (klorofil dan karoten) terhadap kedua parameter fisiologi (IV dan DB) dengan nilai $r > 0,85$. Hasil yang diperoleh pada percobaan ini dengan nilai korelasi positif yang tinggi, relatif berbeda dengan yang didapat pada tanaman padi dimana parameter biokimiawi berkorelasi negatif dengan parameter fisiologi (Rulvi *et al.*, 2022) atau pada tanaman kedelai dimana kedua parameter tidak memperlihatkan korelasi yang jelas (Wijayanto, 2012). Kemungkinan perbedaan korelasi akibat perbedaan spesies tanaman uji dapat terjadi, menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk korelasi antara kedua parameter (fisiologi dan biokomiawi).

KESIMPULAN

Kesimpulan

Percobaan ini memperlihatkan kemungkinan deteksi kemasakan benih secara fisiologi maupun biokimiawi. Benih dianggap masak ketika telah masak secara fisiologi yang dicirikan oleh tercapainya bobot kering maksimal, serta memiliki viabilitas dan vigor maksimal. Percobaan ini menunjukkan bahwa masak fisiologi benih cabai yang diuji tercapai pada saat kulit buah berwarna oranye, dimana pada saat ini parameter-parameter pengamatan fisiologi (IV dan

DB) serta biokimiawi (karoten dan klorofil) mencapai titik tertinggi. Perendaman dengan 0,2% KNO_3 tidak efektif untuk mematahkan dormansi pada benih cabai segar yang diperlihatkan oleh rendahnya nilai indeks vigor (IV) benih dibanding parameter yang sama pada perlakuan kontrol.

Saran

Perbedaan hasil korelasi antara parameter uji fisiologi dengan parameter kimiawi yang diperoleh pada penelitian ini dengan menggunakan benih cabai, dibanding penelitian Rulvi *et al.* (2022) yang menggunakan benih padi dan Wijayanto (2012) yang menggunakan benih kedelai sebagai objek penelitian, mengindikasikan perlunya penelitian lanjutan untuk melihat konsistensi hasil yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin H., Prananda, Y. (2017). Pengembangan metode penetapan kadar air benih saga pohon (*Adenantha pavoninea* L) dengan metode oven suhu rendah dan tinggi. *Agrin.* 21(1):17-25.
- Bareke, T. (2018). Biology of seed development and germination physiology. *Adv Plants Agric Res.* 8(4): 336–346.
- Darmawan, AC., Respatijarti, Soetopo, L. (2014). Pengaruh tingkat kemasakan

- benih terhadap pertumbuhan dan produksi cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) Varietas Comexio. *Jurnal Produksi Tanaman* 2(4): 339-346.
- Edowai, ND., Kairupan, S., Rawung, H. (2016). Mutu cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) pada tingkat kematangan dan suhu yang berbeda selama penyimpanan. *Agrointek*. 10(1): 12-20.
- Hasanah, N., Fatmawati, S. (2022). Metabolit sekunder, metode ekstraksi, dan Bioaktivitasnya cabai (*Capsicum*). *Akta Kimindo*. 7(1): 14-61.
- Jawak, G., Widajati, E., Liana, D., Astuti, T. (2022). Pendugaan Kemunduran Benih dengan Uji Fisiologi dan Biokimiawi. *Savana Cendana* 7(4): 61-64.
- Kamsurya, M.Y. (2018). Penentuan waktu panen yang tepat untuk mendapatkan benih bermutu : review. *Jurnal Agrohut*. 9(1): 44-50.
- Kusumiyati, Putri I.E., Sutari, W., Hamdani, J.S. (2021). Kandungan karotenoid, antioksidan, dan kadar air dua varietas cabai rawit pada tingkat kematangan berbeda dan deteksi non-destruktif. *Jurnal Agro*. 8(2): 212-225.
- Pelealu R.V.H.R., Widajati E., Suwarno F.C. (2019). Pengaruh tingkat kemasakan dan media perkecambahan terhadap viabilitas benih cengkeh Zanzibar. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat* 30(2): 81-89.
- Polii, M.G.M., Sondakh, T.D., Raintung, J.S.M., Doodoh, B., Titah, T. (2019). Kajian teknik budidaya tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) Kabupaten Minahasa Tenggara. *Eugenia* 25(3): 72-77.
- Rulvi, N.P., Widiastuti, M.L., Bayfurqon, F.M., Samaullah, M.Y. (2022). Pengaruh pada berbagai tingkat kemasakan dari beberapa varietas benih padi (*Oryza sativa* L.) beramilosa tinggi dan sedang terhadap mutu benih melalui analisis kandungan klorofil. *Agrohita* 7(1): 210-217.
- Sims, D.A., Gamin, J.A. (2002). Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. *Remote sensing of Environment* 81: 337-354.
- Wijayanto, W. (2012). 'Pengaruh pemupukan N, P, dan K terhadap Kandungan klorofil, karoten, dan vigor daya simpan benih kedelai (*Glycine max.* (L.) Merr.)'. skripsi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zahara, A.D., Wisnujati, N.S., Siswati, E. (2021). Analisis produksi dan produktivitas cabai rawit (*Capsicum frutescens* L) di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Sosio Agribis*. 21(1): 28-29.