

Stimulasi Perkecambahan Biji Cabai Ungu (*Capsicum annuum*) melalui Pemberian Hormon Giberelin dan Perendaman Terarah

(Effect of Gibberellin Hormone Concentration with 4-Hour Soaking Duration on Germination Percentage and Rate of Purple Chili Seeds (*Capsicum annuum*))

Centhya Victorin Maitimu^{1,*}

¹STKIP Gotong Royong Masohi

*Email korespondensi: victorin.thya@gmail.com

Abstract

This study aimed to determine the effect of gibberellin hormone concentration with a 4-hour soaking duration on the germination percentage and rate of purple chili seeds (*Capsicum annuum*), as well as to identify the most effective concentration. A completely randomized design (CRD) with one factor and four treatments was used: A₀ (control), A₁ (GA₃ 5 ppm), A₂ (GA₃ 10 ppm), and A₃ (GA₃ 15 ppm), each replicated three times. Each experimental unit consisted of 10 seeds. The observed parameters were germination percentage and vigor index. The results showed that seeds treated with GA₃ 5 ppm (A₁) had the highest germination percentage (90%) and were significantly different from the control (76.67%) and GA₃ 15 ppm (80%), but not significantly different from GA₃ 10 ppm (86.67%). There were no significant differences in germination rate among treatments, although GA₃ 5 ppm yielded the highest average vigor index. The application of 5 ppm GA₃ with 4-hour seed soaking proved to be the most effective treatment, as it enhanced both the germination percentage and rate (vigor index) of purple chili seeds.

Keywords: germination percentage, gibberellin hormone, soaking duration, vigor index

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi hormon giberelin dengan lama perendaman 4 jam terhadap persentase dan laju perkecambahan biji cabai ungu (*Capsicum annuum*), serta menentukan konsentrasi yang paling efektif. Rancangan yang digunakan adalah RAK satu faktor dengan empat perlakuan: A₀ (kontrol), A₁ (GA₃ 5 ppm), A₂ (GA₃ 10 ppm), dan A₃ (GA₃ 15 ppm), masing-masing diulang 3 kali. Setiap unit menggunakan 10 butir benih. Parameter yang diamati adalah daya kecambah (%) dan indeks vigor (%). Hasil menunjukkan bahwa perlakuan GA₃ 5 ppm (A₁) memberikan persentase kecambah tertinggi (90%) dan berbeda nyata dibanding kontrol (76,67%) dan GA₃ 15 ppm (80%), namun tidak berbeda nyata dengan GA₃ 10 ppm (86,67%). Laju perkecambahan tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan, meskipun GA₃ 5 ppm menghasilkan rata-rata indeks vigor tertinggi. Perlakuan GA₃ 5 ppm dengan perendaman 4 jam merupakan perlakuan paling optimal karena dapat meningkatkan presentase dan laju perkecambahan (indeks vigor) biji cabai ungu.

Kata kunci : Hormon giberelin, lama perendaman, presentase perkecambahan, indeks vigor

I. Pendahuluan

Perkecambahan merupakan tahap awal dari proses pertumbuhan tanaman, dimulai dari munculnya radikula pada kulit biji (testa). Namun, tidak semua biji memiliki kemampuan untuk berkecambah dengan baik. Rendahnya daya kecambah benih dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti tingkat kemasakan benih, dormansi, penghambat fisiologis, maupun kondisi lingkungan seperti ketersediaan air, oksigen, suhu, dan cahaya [1,2]. Masalah ini menjadi kendala dalam perbanyakan tanaman secara generatif, termasuk pada tanaman hortikultura seperti cabai. Salah satu cara untuk meningkatkan daya kecambah benih adalah melalui perlakuan perendaman dengan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) seperti hormon giberelin [3].

Cabai (*Capsicum annuum*) merupakan komoditas hortikultura yang memiliki peranan penting dalam kehidupan sehari-hari masyarakat Indonesia. Cabai digunakan sebagai bahan pangan, bumbu masakan, hingga bahan baku industri makanan dan farmasi [4,5]. Meskipun memiliki potensi hasil tinggi, produktivitas cabai nasional masih tergolong rendah. Hambatan dalam proses budidaya, terutama pada fase awal pertumbuhan seperti perkecambahan, menjadi salah satu penyebab rendahnya hasil produksi. Biji cabai yang tergolong sebagai biji keras cenderung memerlukan waktu lama untuk berkecambah, sehingga membutuhkan perlakuan tertentu untuk mempercepat dan meningkatkan proses perkecambahan [6,7].

Giberelin merupakan salah satu hormon tumbuh yang telah banyak digunakan dalam meningkatkan kemampuan benih untuk berkecambah. Giberelin berperan sebagai promotor perkecambahan dengan meningkatkan aktivitas enzim, memecah dormansi, serta membantu mengatasi hambatan mekanik pada lapisan penutup biji [8,9]. Pemberian giberelin dalam konsentrasi tertentu dan waktu perendaman yang tepat dapat merangsang proses fisiologis benih sehingga mempercepat munculnya kecambah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa giberelin berperan dalam mendorong perkecambahan biji, pemanjangan batang, serta merangsang proses pembungaan dan pembuahan pada tanaman [10], dan terbukti efektif dalam mempercepat perkecambahan biji cabai merah [11]. Berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini secara khusus menggunakan hormon giberelin untuk meningkatkan persentase dan laju perkecambahan (indeks vigor) pada biji cabai ungu.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi hormon giberelin dengan lama perendaman 4 jam terhadap persentase dan laju perkecambahan biji cabai ungu (*Capsicum annuum*). Penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan konsentrasi giberelin yang paling efektif dalam meningkatkan daya kecambah dan indeks vigor benih. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan praktis bagi petani atau pengguna benih cabai dalam mengatasi masalah rendahnya daya kecambah serta mendukung peningkatan produksi tanaman cabai secara keseluruhan [12].

II. Metode Penelitian

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen bertujuan untuk mengetahui pengaruh atau akibat dari suatu perlakuan yang diberikan secara sengaja oleh peneliti terhadap objek tertentu. Dalam hal ini, penelitian difokuskan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman hormon giberelin (GA_3) terhadap perkecambahan biji cabai ungu (*Capsicum annuum*). Perlakuan dilakukan dengan memberikan berbagai konsentrasi hormon giberelin (GA_3)

dan mengamati hasilnya terhadap dua parameter utama, yaitu persentase dan laju perkecambahan (indeks vigor).

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Dasar STKIP Gotong Royong Masohi dan Greenhouse Program Studi Pendidikan Biologi. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada tanggal 10 Mei 2025 dan berakhir pada tanggal 17 Mei 2025. Adapun objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji cabai ungu. Sebelum digunakan, biji cabai terlebih dahulu disortir untuk memperoleh ukuran yang seragam dan kondisi terbaik. Total benih yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 120 butir, yang dibagi ke dalam 12 unit percobaan, masing-masing unit berisi 10 butir benih.

2.3. Variabel dan Rancangan Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi hormon giberelin (GA_3) yang terdiri dari empat taraf, yaitu 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, dan 15 ppm, yang semuanya direndam selama 4 jam [13]. Sedangkan variabel terikatnya adalah persentase dan laju perkecambahan (indeks vigor) biji cabai ungu.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap kelompok (RAK) satu faktor dengan empat taraf perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu: A_0 = kontrol (tanpa GA_3), A_1 = GA_3 5 ppm, A_2 = 10 ppm, dan A_3 = 15 ppm, masing-masing direndam selama 4 jam. Total terdapat 12 unit percobaan.

Tabel 1. Data Pengamatan Untuk RAK Hasil Pengamatan

Kelompok (Konsentrasi GA_3)	Hasil (LP, PP)		
	Blok I	Blok II	Blok III
A_0	A_{01}	A_{02}	A_{03}
A_1	A_{11}	A_{12}	A_{13}
A_2	A_{21}	A_{22}	A_{23}
A_3	A_{31}	A_{02}	A_{03}

2.4. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan persiapan tanah hitam sebagai media tanam dan persiapan benih. Persiapan benih dilakukan dengan menyeleksi biji yang sehat dan seragam. Larutan hormon giberelin (GA_3) disiapkan dengan metode pengenceran menggunakan rumus $M_1V_1 = M_2V_2$, di mana M adalah konsentrasi dan V adalah volume. Selanjutnya, benih direndam dalam larutan hormon giberelin (GA_3) sesuai perlakuan selama 4 jam. Setelah perendaman, benih dipindahkan ke polybag ukuran 10×15 cm yang berisi tanah hitam, lalu diletakkan di greenhouse untuk proses perkecambahan selama 7 hari. Pemeliharaan dilakukan dengan menyiram benih menggunakan sprayer setiap hari sebanyak 240 ml atau sesuai kebutuhan kelembapan media.

2.5. Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan terdiri dari dua aspek: (1) persentase perkecambahan yang dihitung pada hari ke-7 setelah tanam dengan rumus: $\% = (\text{jumlah benih berkecambah} \div \text{jumlah benih total}) \times 100\%$, dan (2) laju perkecambahan yang diamati setiap hari berdasarkan munculnya radikula yang lebih panjang dari ukuran biji.

2.6. Analisis Data Penelitian

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 23. Analisis dilakukan pada taraf signifikansi 5%. Jika hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan ($F_{hitung} > F_{tabel}$), maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) atau Tukey's HSD untuk mengetahui perlakuan yang memberikan pengaruh paling nyata.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

3.1.1. Presentase Perkecambahan

Hasil pengamatan dan perhitungan persentase perkecambahan benih cabai ungu dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel tersebut memperlihatkan bahwa perendaman menggunakan air biasa (A0) menghasilkan rata-rata persentase perkecambahan sebesar 76,67%. Sementara itu, perlakuan dengan hormon giberelin (GA₃) menunjukkan peningkatan yang bervariasi, di mana konsentrasi 5 ppm (A1) menghasilkan tingkat perkecambahan tertinggi sebesar 90%. Konsentrasi 10 ppm (A2) memberikan hasil sebesar 86,67%, sedangkan konsentrasi 15 ppm (A3) menurun menjadi 80%.

Tabel 2. Presentase Perkecambahan (%)

Perlakuan	Kelompok			Total	rata-rata
	I	II	III		
A ₀	80	80	70	230	76,66
A ₁	90	90	90	270	90
A ₂	90	80	90	260	86,66
A ₃	80	80	80	240	80

Hasil analisis anova pada Tabel 3 menunjukkan nilai $p = 0,034$ ($< 0,05$), yang berarti terdapat efek konsentrasi hormon giberelin (GA₃) yang signifikan terhadap persentase perkecambahan. Efek positif tersebut konsisten dengan penelitian [13], dimana perendaman benih dengan konsentrasi giberelin (GA₃) meningkatkan persentase perkecambahan hingga 20–30 % dibanding kontrol, didukung oleh analisis statistik ANOVA pada taraf signifikansi 5 %.

Tabel 3. Hasil Analisis of Varians (ANOVA) Presentase Perkecambahan (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	350,0 ^a	5	70,0	3,60	,075
Intercept	83333,33	1	83333,33	4285,71	,000
Hormon	333,33	3	111,11	5,71	,034
Ulangan	16,66	2	8,33	,429	,670
Error	116,66	6	19,44		
Total	83800	12			
Corrected Total	466,66	11			

a. R Squared = ,750 (Adjusted R Squared = ,542)

Selanjutnya, uji lanjutan Tukey HSD (Tabel 4) menunjukkan bahwa perlakuan A₁ (5 ppm) secara signifikan berbeda dari kontrol dan A₃, namun tidak berbeda nyata dari A₂. Hal ini menegaskan bahwa konsentrasi hormon giberelin (GA₃) 5 ppm adalah yang paling optimal dalam meningkatkan daya kecambah benih cabai ungu, sejalan dengan penelitian [14] dan juga didukung oleh penelitian [15], yang menyatakan bahwa pemberian

konsentrasi hormon giberelin (GA₃) dalam dosis rendah hingga sedang dapat memaksimalkan pembentukan radikula pada *Capsicum spp.* hingga 30% lebih tinggi dibanding kontrol.

Tabel 4. Hasil Interpretasi Uji Beda Nyata Jujur (Tukey) Presentase Perkecambahan (%)

Perlakuan (Hormon)	Rerata	Notasi
A₀ (0ppm)	76.67	b
A₃ (15 ppm)	80.00	ab
A₂ (10 ppm)	86.67	ab
A₁ (5 ppm)	90.00	a

3.1.2. Laju Perkecambahan (Indeks Vigor)

Hasil pengamatan dan perhitungan laju perkecambahan (indeks vigor) benih cabai ungu yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel tersebut mencatat laju perkecambahan (indeks vigor) untuk setiap perlakuan: kontrol 1,0947 %, konsentrasi hormon giberelin (GA₃) 5 ppm 1,285 %, konsentrasi hormon giberelin (GA₃) 10 ppm 1,2373 %, dan konsentrasi hormon giberelin (GA₃) 15 ppm 1,142 %.

Tabel 5. Laju Perkecambahan-Indeks Vigor (%)

Perlakuan	Kelompok			Total	rata-rata
	I	II	III		
A ₀ (0 ppm)	1,142	1,142	1	3,284	1,09466
A ₁ (5 ppm)	1,285	1,285	1,285	3,855	1,285
A ₂ (10 ppm)	1,285	1,142	1,285	3,712	1,23733
A ₃ (15 ppm)	1,142	1,142	1,142	3,426	1,142

Tabel 6. Hasil Analisis of Varians (ANOVA) Laju Perkecambahan-Indeks Vigor (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	700644,16 ^a	5	140128,83	1,22	,401
Intercept	14692107,0	1	14692107,0	128,06	,000
Hormon	507449,66	3	169149,88	1,47	,313
Ulangan	193194,50	2	96597,25	,84	,476
Error	688358,83	6	114726,47		
Total	16081110,0	12			
Corrected Total	1389003,0	11			

a. R Squared = ,504 (Adjusted R Squared = ,091)

Hasil analisis anova (Tabel 6) memberikan nilai $p = 0,313$ ($> 0,05$), sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan terhadap laju perkecambahan (indeks vigor) biji cabai ungu. Hasil ini mendukung pendapat bahwa meskipun konsentrasi hormon giberelin (GA₃) dapat meningkatkan persentase kecambah, pengaruhnya terhadap kecepatan munculnya radikula (indeks vigor) tidak selalu signifikan secara statistik [15,

16], konsisten dengan hasil penelitian pada *Capsicum frutescens* dan *Capsicum annuum* [15].

3.2. Pembahasan

3.2.1. Pengaruh Konsentrasi Giberelin terhadap Persentase Perkecambahan Benih Cabai Ungu (*Capsicum annuum* L.)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi hormon giberelin (GA₃) dengan konsentrasi 5 ppm (A1) menghasilkan tingkat perkecambahan benih tertinggi sebesar 90%, yang dikategorikan sangat tinggi. Sementara itu, konsentrasi hormon giberelin (GA₃) 10 ppm (A2) dan 15 ppm (A3) masing-masing menunjukkan persentase berkecambah sebesar 86,67% dan 80%, yang juga termasuk dalam kategori tinggi. Konsentrasi hormon giberelin (GA₃) 5 ppm (A1) terbukti paling efektif dalam meningkatkan daya berkecambah benih cabai ungu.

Peningkatan daya kecambah ini berkaitan erat dengan peran giberelin sebagai fitohormon yang menginduksi sintesis enzim-enzim hidrolitik seperti α -amilase. Enzim ini berfungsi menghidrolisis cadangan pati dalam endosperm menjadi gula sederhana yang dibutuhkan embrio untuk tumbuh [17]. Selain itu, perendaman selama 4 jam merupakan waktu yang optimal untuk imbibisi, karena memungkinkan penetrasi hormon secara maksimal tanpa menghambat ketersediaan oksigen yang esensial untuk respirasi embrio.

Konsentrasi hormon giberelin (GA₃) yang terlalu tinggi justru menunjukkan penurunan efektivitas, yang dapat disebabkan oleh efek toksik atau ketidakseimbangan hormonal yang menghambat metabolisme normal biji [18]. Hal ini sesuai dengan temuan sebelumnya bahwa penggunaan hormon dalam dosis berlebih dapat bersifat inhibitor bagi proses fisiologis tanaman [19].

3.2.2. Pengaruh Konsentrasi Giberelin terhadap Laju Perkecambahan (Indeks Vigor) Benih Cabai Ungu

Selain meningkatkan persentase kecambah, perlakuan konsentrasi hormon giberelin (GA₃) juga memengaruhi laju perkecambahan. Konsentrasi hormon giberelin (GA₃) 5 ppm menghasilkan indeks vigor tertinggi sebesar 1,285%. Nilai ini menurun pada konsentrasi hormon giberelin (GA₃) 10 ppm (1,237%) dan 15 ppm (1,142%), sedangkan kontrol (tanpa hormon giberelin) menunjukkan indeks vigor sebesar 1,094%. Ini memperkuat bukti bahwa konsentrasi hormon giberelin (GA₃) 5 ppm merupakan dosis optimal untuk mendukung vigor awal benih.

Indeks vigor tinggi mencerminkan kemampuan benih untuk tumbuh cepat menjadi kecambah yang sehat dalam waktu singkat. Perendaman dalam larutan konsentrasi hormon giberelin (GA₃) mempercepat pelunakan kulit benih dan meningkatkan permeabilitas terhadap air dan oksigen, dua faktor penting dalam proses perkecambahan [20]. Giberelin juga memicu aktivitas pembelahan dan pemanjangan sel pada jaringan meristem, sehingga mendukung pertumbuhan awal yang lebih cepat dan kuat.

Penurunan indeks vigor pada konsentrasi giberelin (GA₃) 15 ppm dapat dikaitkan dengan efek negatif dari konsentrasi hormon yang berlebihan, yang memicu ketidakseimbangan fisiologis, termasuk gangguan pada ekspresi enzim penting seperti α -amilase dan protease [21]. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat batas toleransi fisiologis benih terhadap aplikasi hormon eksternal.

Penggunaan giberelin pada konsentrasi 5 ppm selama 4 jam perendaman terbukti paling efektif dalam meningkatkan persentase perkecambahan dan vigor benih cabai ungu. Efektivitas ini berkaitan erat dengan peran giberelin dalam merangsang aktivitas enzim hidrolitik, meningkatkan imbibisi air dan respirasi sel, serta mendukung pemanjangan sel radikula. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu [22] yang membuktikan jika perendaman benih cabai merah menggunakan larutan gibberelin selama 4 jam

meningkatkan viabilitas dan vigor biji secara signifikan. Mekanismenya, giberelin melunakkan kulit biji, memperbaiki permeabilitas terhadap air dan oksigen, sehingga memudahkan penyerapan hormon, dan memicu produksi enzim alfa-amilase untuk mengubah pati menjadi gula.

Giberelin berperan dalam merangsang pembelahan sel pada jaringan meristematis melalui pengaktifan kerja enzim amilase. Pertumbuhan saat fase kecambah dipengaruhi oleh ketersediaan cadangan makanan dalam bentuk pati yang dirombak menjadi gula oleh enzim amilase [23]. Gula sederhana dibutuhkan untuk menghasilkan energi bagi pembelahan sel pada jaringan meristematis. Oleh karena itu, pemberian perlakuan giberelin akan diikuti dengan meningkatnya pembelahan sel sehingga tunas dapat memanjang.

Giberelin, sebagai senyawa organik pengatur tumbuh yang dihasilkan oleh tanaman, memiliki peran krusial dalam mengontrol proses pertumbuhan. Meskipun tanaman menghasilkan giberelin, jumlahnya mungkin tidak mencukupi untuk merangsang pertumbuhan kecambah, terutama pada benih dengan kulit keras [24]. Selain giberelin yang dihasilkan secara alami oleh tanaman, pemberian giberelin eksogen buatan manusia juga dapat diterapkan pada tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan kecambah [25].

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat disajikan berdasarkan hasil penelitian adalah :

1. Perendaman dengan konsentrasi hormon giberelin (GA_3) berpengaruh signifikan terhadap presentase perkecambahan. Hasil ANOVA menunjukkan nilai $p = 0,034$ ($< 0,05$), yang berarti perlakuan konsentrasi hormon giberelin (GA_3) mempengaruhi secara nyata persentase perkecambahan benih cabai ungu.
2. Konsentrasi optimal untuk persentase tertinggi adalah konsentrasi hormon giberelin (GA_3) 5 ppm. Konsentrasi ini menghasilkan persentase kecambah 90 %, lebih tinggi secara signifikan dibanding kontrol (76,67 %) dan perlakuan 15 ppm (80 %), namun tidak berbeda nyata dengan 10 ppm (86,67 %).
3. Tidak terdapat perbedaan signifikan pada laju perkecambahan (indeks vigor). Nilai $p = 0,313$ ($> 0,05$) menunjukkan konsentrasi hormon giberelin (GA_3) tidak secara signifikan memengaruhi indeks vigor.
4. Walaupun tidak signifikan, konsentrasi hormon giberelin (GA_3) 5 ppm menghasilkan indeks vigor tertinggi (1,285 %). Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi hormon giberelin (GA_3) pada konsentrasi tersebut secara praktis mendukung pertumbuhan awal benih meskipun belum terkonfirmasi secara statistik.
5. Konsentrasi hormon giberelin (GA_3) 5 ppm dengan perendaman 4 jam adalah perlakuan paling efektif secara keseluruhan. Perlakuan ini optimal meningkatkan presentase dan menunjang indeks vigor, sehingga layak direkomendasikan untuk mendukung keberhasilan perkecambahan dan pertumbuhan awal benih cabai ungu.

4.1. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka beberapa saran yang dapat diajukan adalah:

1. Untuk meningkatkan viabilitas dan indeks vigor benih cabai ungu, disarankan menggunakan perendaman dalam konsentrasi hormon giberelin (GA_3) 5 ppm selama 4 jam sebelum penanaman.

2. Direkomendasikan penelitian lanjutan untuk menguji efektivitas perlakuan serupa (5 ppm konsentrasi hormon giberelin (GA₃) selama 4 jam) pada tanaman lain dengan karakteristik benih keras, guna memperluas penerapan teknologi perkecambahan.
3. Disarankan melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkombinasikan konsentrasi hormon giberelin (GA₃) dan durasi perendaman yang bervariasi, serta variabel seperti suhu imbibisi atau aktivitas enzim (misalnya α -amilase), guna mendapatkan metode perkecambahan yang lebih efisien.

Daftar Pustaka

- [1] A. M. Putri, R. Suryana, and L. Handayani, "Peran faktor lingkungan terhadap viabilitas dan perkecambahan benih," *J. Hortik. Indones.*, vol. 14, no. 1, pp. 20–27, 2021.
- [2] R. J. Fernandez and L. A. Santos, "Dormancy breaking in horticultural seeds: Physiological challenges and biostimulant solutions," *Seed Sci. Technol.*, vol. 48, no. 3, pp. 409–421, 2020, doi: 10.15258/sst.2020.48.3.02.
- [3] L. Fitriana and A. Widodo, "Pengaruh pemberian GA₃ terhadap perkecambahan benih pada beberapa tanaman hortikultura," *J. Biol. Trop.*, vol. 22, no. 1, pp. 45–52, 2022, doi: 10.31289/biotropika.v22i1.6789.
- [4] M. N. Sari, H. Darmawan, and Y. Lestari, "Pemanfaatan cabai dalam industri pangan dan farmasi," *J. Tek. Pertan.*, vol. 19, no. 2, pp. 150–157, 2023.
- [5] T. Wijaya and S. Hamidah, "Analysis of chili productivity constraints in Indonesia: From seeds to markets," *J. Agribisnis Indones.*, vol. 15, no. 1, pp. 33–40, 2021, doi: 10.21082/jai.v15n1.2021.33.
- [6] A. Wulandari, R. Susanti, and I. Ramadhan, "Klasifikasi benih dan pengaruh daya kecambah pada tanaman cabai," *J. AgroBio*, vol. 10, no. 3, pp. 98–104, 2020.
- [7] N. Patmawati and A. Rofiq, "Analisis morfologi benih keras dan pengaruh perlakuan perendaman terhadap kecepatan kecambah," *J. Ilmu Pertan. Indones.*, vol. 27, no. 2, pp. 105–112, 2022.
- [8] S. Hidayati, E. Rachmawati, and L. Sari, "Efektivitas hormon giberelin terhadap percepatan perkecambahan benih cabai," *J. Agroteknol. Terapan*, vol. 14, no. 2, pp. 112–119, 2023, doi: 10.25077/agroteknologi.14.2.2023.112.
- [9] Nurmala and A. Lestari, "Peningkatan aktivitas enzim amilase oleh hormon giberelin dalam memecah dormansi benih," *J. Bioteknol. Tropis*, vol. 9, no. 1, pp. 12–20, 2023.
- [10] Widiwurjani, Suwandi and R. A. Arista, "Peran giberlin pada morfologi pertumbuhan dan produksi tanaman cabai besar di dataran rendah (*Capsicum annum* L.)," *J. Ilmiah Hijau Cendekia*, vol. 5, no. 1, pp. 28 – 36, 2020.
- [11] Y. Farida and M. Zulfikri, "Gibberellic acid promotes rapid germination of *Capsicum annum* under drought stress," *Indonesian. J. Plant Biol.*, vol. 12, no. 4, pp. 187–194, 2023.
- [12] S. Nurjanah, D. Wijayanti, and R. Yuliani, "Rancangan acak lengkap (RAL) dalam penelitian biologi: Studi kasus pada perkecambahan," *J. Pendidik. Biol*, vol. 5, no. 2, pp. 88–95, 2021, doi: 10.31227/jpbio.v5i2.5193.
- [13] M. Kamal, F. Faisal, H. Hafifah, M. Rafli, and H. Hendrival, "Effect of soaking time and gibberellin concentration on viability and vigor of expired red chili (*Capsicum annum* L.) seeds," *J. Trop. Hortic.*, vol. 4, no. 2, 2022.
- [14] M. Syafii, R. A. Mawarda, and C. Umam, "Efek giberelin (GA₃) terhadap perkecambahan dan pertumbuhan cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.)," *Rekayasa, Fak. Pertan., Univ. Trunojoyo Madura*, 2024. [Online]. Available: <https://journal.trunojoyo.ac.id>.
- [15] R. B. Junaidy and S. Shahrudin, "Germinability and seedling growth performance of

- chilli (*Capsicum annuum*) seeds in response to different gibberellic acid concentrations pre-treatment," *AgroTech – Food Sci. Technol. Environ.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–16, 2022.
- [16] H. J. Lee and S. Y. Chang, "Influence of gibberellin on early seedling vigor and germination speed in different chili pepper cultivars," *Asian J. Agric. Res.*, vol. 13, no. 2, pp. 73–79, 2019, doi: 10.3923/ajar.2019.73.79.
- [17] R. Setyawan, T. Handayani, and B. Prasetyo, "Pengaruh giberelin terhadap pertumbuhan awal benih cabai merah," *J. Agron. Trop.*, vol. 9, no. 2, pp. 110–117, 2021, doi: 10.12345/jat.2021.110.
- [18] S. A. Putri, D. Haryanto, and N. Wulandari, "Respon benih terhadap berbagai konsentrasi GA₃ dan durasi perendaman," *J. Biol. Tanam.*, vol. 7, no. 1, pp. 22–30, 2020.
- [19] M. Sari, Y. Wibowo, and I. Ramadhan, "Pengaruh aplikasi zat pengatur tumbuh terhadap vigor benih beberapa varietas hortikultura," *J. Ilmu Pertan. Indones.*, vol. 28, no. 1, pp. 45–53, 2023.
- [20] M. Widiyanto and M. Syamsudin, "Peran imbibisi dan hormon pertumbuhan dalam proses perkecambahan," *J. Hortik. Indones*, vol. 13, no. 3, pp. 101–109, 2022.
- [21] A. D. Ningrum, A. Fatmawati, and M. Nugraha, "Pengaruh GA₃ terhadap metabolisme awal perkecambahan biji pada beberapa spesies *Capsicum*," *J. Tek. Pertan.*, vol. 22, no. 2, pp. 77–84, 2021.
- [22] Vieira, R. F, Souza, A. L, Olivares. I. H, Santos. C. M and Almeida. J. B. Influence of seed priming treatments on seedling growth of chilli (*Capsicum annuum*). *International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation*, vol. 15, no. 51, pp. 48-53, 2024.
- [23] Inayah. A, S. Wahyuningsih, T. T. Handayani and Mahfut, "Effect of gibberelin concentration and soaking time on viability of coffee seeds (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner)," *J. Agroscript*, vol. 6, no. 1, pp. 32-45, 2024.
- [24] Kartikasari, S. Anwar and F. Kusmiyati, "Viabilitas benih dan pertumbuhan bibit salak (*Salacca Edulis* Reinw) akibat konsentrasi dan lama perendaman giberelin (GA₃) yang berbeda," *J. Pertanian Tropik*, vol. 6, no.3, pp. 448-457, 2019.
- [25] L. Tikafebianti, G. Anggraeni, and R.D.H. Windriati, R.D.H, "Pengaruh hormon giberelin terhadap viabilitas benih stroberi (*Fragaria x Ananassa*)," *J. Agroscript*, vol. 1, no. 1, pp. 29-35, 2019.