Jurnal Pertanian Kepulauan (JPK) eISSN 2962-7796

# Pengaruh Konsentrasi dan Lama Waktu Perendaman Larutan Giberelin terhadap Perkecambahan Benih Pala (*Myristica fragrans* Houtt.)

# *The Effect of Concentration and Duration of Soaking in Gibberellin Solution on Nutmeg Seed Germination (Myristica fragrans Houtt.)*

**Christensio Josef Junior Engel[1], Johan Riry[1], Jeanne Ivonne Nendissa[1]**
Program Studi Agroteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, , Universitas Pattimura Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233

**Vol. 10, No.:1, Maret 2026 DOI:**
***10.30598/jpk.2026.10.1.57***

Received: Jan 03, 2026
Accepted: Mar 20, 2026
Online publication: March 20, 2026

*Correspondent author:
johanriry@gmail.com

## Abstract

Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) propagation by seed is often limited by physical and physiological dormancy, leading to slow, erratic germination and low seedling vigor. Applying exogenous growth regulators such as gibberellin ($GA_3$ ) with an optimal soaking duration offers a practical approach to accelerate dormancy breaking and improve seed viability. Therefore, this study aimed to evaluate the effects of gibberellin ($GA_3$ ) concentration and soaking duration on dormancy breaking, seed viability, and early seedling growth in nutmeg. The experiment was arranged in a Factorial Completely Randomized Design (CRD) with two factors: gibberellin concentration (0, 15, 30, and 45 ppm) and soaking duration (2, 4, and 6 hours), using three replications. The observed parameters included germination percentage, germination rate, seedling growth speed, seedling height, and number of leaves. The results showed that gibberellin concentration had a significant to highly significant effect on all observed parameters, whereas soaking duration significantly affected germination percentage, germination rate, seedling growth speed, and seedling height. Furthermore, the interaction between the two factors significantly influenced germination percentage, seedling growth speed, seedling height, and number of leaves. The optimal treatment was achieved at 45 ppm with a soaking duration of 6 hours, resulting in the highest germination percentage (42.67%), seedling height (24.71 cm), and number of leaves (24.33 leaves).
**Keywords:** dormancy, germination, gibberellin, nutmeg, seed viability

## Abstrak

Perbanyakan tanaman pala (*Myristica fragrans* Houtt.) secara generatif melalui benih sering terkendala oleh dormansi fisik dan fisiologis yang mengakibatkan perkecambahan berlangsung lambat, tidak serempak, serta memiliki vigor bibit yang rendah. Aplikasi zat pengatur tumbuh eksogen seperti giberelin ($GA_3$) yang dikombinasikan dengan lama perendaman yang optimal merupakan pendekatan praktis untuk mempercepat pematahan dormansi dan meningkatkan viabilitas benih. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh konsentrasi giberelin ($GA_3$) dan lama perendaman terhadap pematahan dormansi, viabilitas benih, serta pertumbuhan awal bibit pala. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri atas dua faktor, yaitu konsentrasi giberelin (0, 15, 30, dan 45 ppm) dan lama perendaman (2, 4, dan 6 jam) dengan tiga kali ulangan. Peubah yang diamati meliputi daya kecambah, laju perkecambahan, kecepatan tumbuh benih, tinggi kecambah, dan jumlah daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor tunggal konsentrasi giberelin berpengaruh nyata hingga sangat nyata terhadap seluruh peubah yang diamati, sedangkan faktor tunggal lama perendaman berpengaruh nyata hingga sangat nyata terhadap daya kecambah, laju perkecambahan, kecepatan tumbuh benih, dan tinggi kecambah. Interaksi antara kedua faktor tersebut berpengaruh nyata terhadap daya kecambah, kecepatan tumbuh benih, tinggi kecambah, dan jumlah daun. Perlakuan terbaik dicapai pada kombinasi konsentrasi 45 ppm $GA_3$ dengan lama perendaman 6 jam ($K_3W_3$), yang menghasilkan daya kecambah tertinggi (42,67%), tinggi kecambah tertinggi (24,71 cm), dan jumlah daun terbanyak (24,33 helai).
**Kata kunci:** dormansi, giberelin, tanaman pala, perkecambahan, viabilitas benih

# PENDAHULUAN

Tanaman pala (*Myristica fragrans* Houtt.) merupakan tanaman asli Indonesia yang berasal dari Kepulauan Maluku, khususnya Pulau Banda, dan menjadi komoditas ekspor unggulan karena memasok sekitar 70% kebutuhan pala dunia (Sasikumar, 2021). Seluruh bagian tanaman ini, mulai dari daging buah, biji, fuli, hingga tempurungnya, memiliki nilai ekonomi tinggi sebagai bahan baku industri makanan, minuman, dan kosmetik (Spence, 2024). Meskipun permintaan global terus meningkat, upaya peningkatan produktivitas (Rochdiani *et al.,* 2025) dan penyediaan bibit bermutu masih menghadapi kendala utama pada fase awal pertumbuhan, yakni rendahnya daya kecambah serta lambatnya proses perkecambahan benih akibat sifat dormansi alami benih pala (Adrianton et al., 2021).

Perbanyakan tanaman pala umumnya dilakukan secara generatif karena lebih efisien untuk skala luas, namun benihnya memiliki laju perkecambahan yang lambat, yakni berkisar antara 4–8 minggu. Kondisi ini dipicu oleh struktur kulit benih (*testa*) yang keras dan tebal sehingga menghambat proses imbibisi air serta difusi oksigen menuju embrio yang menyebabkan terjadinya dormansi mekanis. Di sisi lain, benih pala bersifat rekalsitran sehingga sangat peka terhadap penurunan kadar air, suhu rendah, dan kelembapan udara yang rendah (Priyanto & Efendi, 2022). Kombinasi antara masa dormansi yang panjang dan sifat rekalsitran tersebut berisiko menurunkan viabilitas benih secara drastis sebelum proses perkecambahan berlangsung (Adrianton et al., 2021).

Dormansi benih pala dapat diatasi melalui pendekatan fisik maupun fisiologis. Pematahan dormansi fisik dilakukan melalui skarifikasi, yakni melukai atau menipiskan kulit benih guna meningkatkan permeabilitas terhadap air dan oksigen. Perlakuan mekanis seperti pengamplasan, penggosokan, dan pelubangan kulit benih telah dilaporkan mampu mempercepat proses perkecambahan dengan meningkatkan laju imbibisi air (Widhityarini *et al.,* 2013). Sementara itu, pendekatan fisiologis dapat ditempuh melalui perendaman benih menggunakan zat pengatur tumbuh atau senyawa kimia tertentu untuk menstimulasi aktivitas metabolisme embrio (Latue et al., 2019).

Salah satu perlakuan kimia yang efektif untuk mempercepat perkecambahan benih pala adalah aplikasi hormon giberelin ($GA_3$) (Lunmisay et al., 2026). Giberelin berperan dalam mengaktifkan enzim $\alpha$-amilase yang menghidrolisis pati menjadi gula sederhana sebagai sumber energi awal perkecambahan, sekaligus menekan aktivitas hormon asam absisat (*abscisic acid*/ABA) yang bersifat menghambat perkecambahan (Ibrahim & Santosa, 2020). Menurut Agurahe *et al.,* (2019), perlakuan giberelin pada konsentrasi 50 ppm mampu meningkatkan daya berkecambah benih pala hingga 75%, sedangkan konsentrasi 25 ppm hanya menghasilkan daya berkecambah sebesar 5,56%. Namun demikian, konsentrasi giberelin yang terlalu tinggi justru dapat menghambat dan menurunkan potensi tumbuh maksimum (Tikafebianti et al., 2019).

Berdasarkan uraian tersebut, efektivitas giberelin ($GA_3$) dalam mematahkan dormansi dan meningkatkan perkecambahan benih pala sangat ditentukan oleh konsentrasi larutan serta lama waktu perendaman yang diaplikasikan. Namun, informasi ilmiah mengenai interaksi dan kombinasi optimal antara konsentrasi giberelin pada rentang di bawah 50 ppm dengan lama perendaman terhadap viabilitas serta pertumbuhan awal bibit pala masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh konsentrasi dan lama perendaman larutan giberelin ($GA_3$) terhadap pematahan dormansi, viabilitas benih, dan pertumbuhan awal bibit pala (*Myristica fragrans* Houtt.).

# BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Ambon pada bulan Juni hingga September 2025. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi baskom, kuali besar, gelas piala (*beaker glass*) berkapasitas 1 L, gembor, kertas label, alat tulis, penggaris, dan kamera. Bahan yang digunakan terdiri atas benih pala Banda (*Myristica fragrans* Houtt.), kotak kayu berukuran 50 cm × 50 cm × 15 cm, pasir sungai sebagai media perkecambahan, hormon giberelin ($GA_3$), dan akuades.

**Rancangan Percobaan dan Analisis Data**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 4 × 3 dengan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi larutan giberelin ($GA_3$) yang dinotasikan dengan $K$, terdiri atas empat taraf, yaitu $K_0 = 0$ ppm (kontrol), $K_1 = 15$ ppm, $K_2 = 30$ ppm, dan $K_3 = 45$ ppm. Faktor kedua adalah lama perendaman yang dinotasikan dengan $W$, terdiri atas tiga taraf, yaitu $W_1 = 2$ jam, $W_2 = 4$ jam, dan $W_3 = 6$ jam. Dari kedua faktor tersebut diperoleh 12 kombinasi perlakuan sehingga terdapat 36 satuan percobaan secara keseluruhan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 25 benih pala sehingga total benih yang digunakan berjumlah 900 benih.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0{,}05$) dengan perangkat lunak statistik Minitab versi 20. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata ($F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$), analisis dilanjutkan dengan uji Dunnett pada taraf nyata 5% untuk membandingkan setiap perlakuan terhadap kontrol ($K_0W_1$) sebagai kontrol pada kombinasi perlakuan, serta $K_0$ dan $W_1$ sebagai kontrol pada masing-masing faktor tunggal).

**Pelaksanaan Penelitian**

1. Persiapan Benih dan Media Kecambah: Benih pala diperoleh dari buah yang telah masak fisiologis dan dipanen dari Negeri Liliboi, Kecamatan Leihitu Barat, Kabupaten Maluku Tengah. Benih diseleksi secara fisik berdasarkan kriteria bentuk yang bulat seragam, bebas dari cacat maupun serangan patogen (busuk), serta berasal dari hasil panen segar. Media perkecambahan berupa pasir sungai diayak hingga diperoleh ukuran butiran yang seragam, lalu disterilkan dengan cara disangrai selama 30–40 menit untuk mengeliminasi mikroorganisme patogen terbawa media. Pasir dipilih sebagai media perkecambahan karena memiliki porositas, aerasi, dan drainase yang baik untuk mendukung proses imbibisi serta pertumbuhan radikula benih.
2. Aplikasi Perlakuan dan Penanaman: Larutan giberelin ($GA_3$) disiapkan pada taraf konsentrasi 0 ppm (kontrol menggunakan akuades), 15 ppm, 30 ppm, dan 45 ppm dengan melarutkan serbuk giberelin sesuai takaran ke dalam 1 L akuades hingga homogen. Benih pala direndam ke dalam larutan pada masing-masing taraf konsentrasi selama 2, 4, dan 6 jam sesuai kombinasi perlakuan, lalu ditiriskan sebelum ditanam. Penanaman dilakukan pada kotak kayu percobaan berukuran 50 cm × 50 cm × 15 cm yang berisi media pasir steril dengan populasi sebanyak 25 benih per unit percobaan pada jarak tanam 8 cm × 8 cm, kemudian benih ditutup dengan lapisan pasir setebal 2–3 cm.
3. Pemeliharaan dan Pengamatan: Pemeliharaan selama masa perkecambahan dilakukan melalui penyiraman sebanyak dua kali sehari (pagi dan sore) menggunakan gembor dengan volume 600 mL untuk setiap unit percobaan guna menjaga kelembapan media. Pengamatan perkecambahan dilakukan setiap hari hingga hari ke-90 setelah tanam berdasarkan kriteria munculnya radikula dan plumula ke permukaan media.

**Peubah Pengamatan**

Indikator pematahan dormansi dan viabilitas benih diamati melalui tiga peubah berikut:

1. Daya Kecambah (%): Dihitung pada akhir pengamatan berdasarkan persentase jumlah benih yang berkecambah normal terhadap total benih yang ditanam pada setiap satuan percobaan:

$$\text{Daya Kecambah (\%)} = \frac{\sum \text{Benih berkecambah normal}}{\text{Total benih yang ditanam}} \times 100\%$$

2. Laju Perkecambahan
3. Kecepatan Tumbuh Benih (%/hari): Dihitung berdasarkan akumulasi penambahan persentase benih berkecambah setiap etmal (24 jam) selama periode pengamatan:

$$\text{Kecepatan Tumbuh (\%/hari)} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\%\ \text{kecambah normal pada hari ke-}i}{t_i}$$

Indikator pertumbuhan awal bibit diamati pada hari ke-90 setelah tanam melalui dua peubah berikut: 4. Tinggi Kecambah (cm): Diukur dari pangkal batang di permukaan media pasir hingga titik tumbuh tertinggi menggunakan penggaris. 5. Jumlah Daun (helai): Dihitung berdasarkan jumlah seluruh daun yang telah membuka sempurna pada setiap tanaman sampel di akhir pengamatan (hari ke-90).

# HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekapitulasi hasil sidik ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa faktor tunggal konsentrasi larutan giberelin ($GA_3$) berpengaruh sangat nyata ($p < 0{,}01$) terhadap daya kecambah, laju perkecambahan, kecepatan tumbuh benih, dan tinggi kecambah, serta berpengaruh nyata ($p < 0{,}05$) terhadap jumlah daun. Faktor tunggal lama perendaman berpengaruh sangat nyata ($p < 0{,}01$) terhadap laju perkecambahan, kecepatan tumbuh benih, dan tinggi kecambah, berpengaruh nyata ($p < 0{,}05$) terhadap daya kecambah, namun tidak berpengaruh nyata ($p > 0{,}05$) terhadap jumlah daun. Sementara itu, interaksi antara konsentrasi larutan giberelin ($GA_3$) dan lama perendaman berpengaruh nyata ($p < 0{,}05$) terhadap daya kecambah, kecepatan tumbuh benih, tinggi kecambah, dan jumlah daun, tetapi tidak berpengaruh nyata ($p > 0{,}05$) terhadap laju perkecambahan

**Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Sidik Ragam Pengaruh Konsentrasi dan Lama Waktu Perendaman Larutan Giberelin Terhadap Perkecambahan Benih Pala (*Myristica fragrans* Houtt.)**

| Variabel Pengamatan | Konsentrasi Giberelin | Waktu Perendaman | Interaksi |
|---|---|---|---|
| Daya Kecambah (%) | | * | * |
| Laju Perkecambahan (hari) | | | tn |
| Kecepatan Tumbuh Benih (hari) | | | * |
| Tinggi Kecambah (cm) | | | * |
| Jumlah Daun (helai) | * | tn | * |

Keterangan : ** (sangat nyata), * (nyata), tn (tidak nyata)

## Daya Kecambah (%)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi giberelin ($GA_3$) dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih pala, sehingga dilakukan uji lanjut Dunnett pada taraf nyata 5% sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Uji Lanjut Dunnett Terhadap Daya Kecambah (%)**

| Perlakuan | Rata-rata | Beda dengan *Baseline* ($K_0W_1$) |
|---|---|---|
| $K_3W_3$ | 42.67 | 24.00* |
| $K_3W_2$ | 30.67 | 12.00* |
| $K_3W_1$ | 26.67 | 8.00 |
| $K_2W_3$ | 26.67 | 8.00 |
| $K_2W_2$ | 24.00 | 5.33 |
| $K_2W_1$ | 25.33 | 6.67 |
| $K_1W_3$ | 25.33 | 6.67 |
| $K_1W_2$ | 22.67 | 4.00 |
| $K_1W_1$ | 16.00 | -2.67 |
| $K_0W_3$ | 20.00 | 1.33 |
| $K_0W_2$ | 18.67 | 0.00 |
| $K_0W_1$ | 18.67 | 0.00 |
| Dunnet 0.05 = 10.09 | | |

Keterangan : * (berbeda nyata) dengan kontrol pada taraf 0,05

Hasil uji lanjut Dunnett pada taraf nyata 5% (Tabel 2) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan $K_3W_3$ (giberelin 45 ppm dengan lama perendaman 6 jam) dan $K_3W_2$ (giberelin 45 ppm dengan lama perendaman 4 jam) berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol ($K_0W_1$), sedangkan kombinasi perlakuan lainnya tidak berbeda nyata. Rata-rata daya berkecambah tertinggi dicapai oleh perlakuan $K_3W_3$ sebesar 42,67%, diikuti oleh perlakuan $K_3W_2$ sebesar 30,67%. Peningkatan persentase daya berkecambah pada kombinasi konsentrasi tertinggi dan durasi perendaman yang lebih lama ini mengindikasikan bahwa larutan giberelin ($GA_3$) membutuhkan konsentrasi serta waktu kontak yang memadai untuk berdifusi menembus kulit benih pala yang keras dan tebal. Setelah mencapai embrio, giberelin memicu sintesis enzim hidrolitik seperti $\alpha$-amilase (Ali *et al.,* 2022) untuk merombak cadangan pati menjadi gula sederhana sebagai sumber energi perkecambahan, sekaligus menekan aktivitas hormon penghambat asam absisat (ABA) sehingga dormansi benih terpatahkan secara efektif (Farooq *et al.,* 2021).

Selain menstimulasi aktivitas $\alpha$-amilase, giberelin juga menginduksi sintesis enzim hidrolitik lainnya di dalam endosperma untuk memobilisasi cadangan makanan (karbohidrat, protein, dan lipid) menjadi senyawa terlarut sebagai sumber energi dan substrat bagi pertumbuhan embrio. Sebaliknya, apabila durasi perendaman berlangsung terlalu lama atau konsentrasi yang diberikan melebihi batas optimal, kondisi tersebut berisiko memicu kerusakan integritas membran sel akibat imbibisi berlebih (*imbibitional injury*) maupun toksisitas hormon yang justru menurunkan viabilitas benih. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Ibrahim & Santosa (2020) yang melaporkan bahwa aplikasi giberelin pada taraf optimal mampu meningkatkan daya kecambah serta proporsi kecambah normal benih pala.

## Laju Perkecambahan (hari)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi giberelin ($GA_3$) dan lama perendaman berpengaruh tidak nyata terhadap laju perkecambahan benih pala, tetapi masing-masing faktor tunggal baik konsentrasi $GA_3$ maupun lama perendaman berpengaruh sangat nyata ($p < 0{,}01$). Hasil uji lanjut Dunnett pada masing-masing faktor utama disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 3. Hasil Uji Lanjut Dunnet Faktor Konsenterasi terhadap Laju Perkecambahan**

| Perlakuan | Rata-rata | Beda dengan *Baseline* (K0) |
|---|---|---|
| $K_3$ | 19.71 | 7.89* |
| $K_2$ | 14.76 | 2.93 |
| $K_1$ | 12.49 | 0.67 |
| $K_0$ | 11.82 | 0.00 |
| Dunnet 0.05 = 3.21 | | |

Keterangan : * (berbeda nyata) dengan kontrol (K0) pada taraf 0,05

**Tabel 4. Hasil Uji Lanjut Dunnet Faktor Lama waktu terhadap Laju Perkecambahan**

| Perlakuan | Rata-rata | Beda dengan *Baseline* (W1) |
|---|---|---|
| $W_3$ | 17.02 | 4.20* |
| $W_2$ | 14.40 | 1.58 |
| $W_1$ | 12.82 | 0.00 |
| Dunnet 0.05 = 3.21 | | |

Keterangan : * (berbeda nyata) dengan kontrol (W1) pada taraf 0,05

Berdasarkan hasil uji lanjut pada masing-masing faktor utama (Tabel 3 dan Tabel 4), perlakuan konsentrasi $K_3$

(45 ppm) menghasilkan rata-rata laju perkecambahan tertinggi sebesar 19,711 [%/hari] dan berbeda nyata dibandingkan kontrol $K_0$ (11,822 %/hari), sedangkan lama perendaman $W_3$ (6 jam) menghasilkan laju perkecambahan tertinggi sebesar (17,022 %/hari) dan berbeda nyata dibandingkan $W_1$ (12,822 %/hari). Peningkatan laju perkecambahan pada masing-masing faktor tunggal tersebut berkaitan dengan peran perendaman selama 6 jam dalam mempercepat hidrasi jaringan dan melunakkan kulit benih yang keras, sedangkan giberelin 45 ppm memacu aktivitas metabolisme melalui peningkatan respirasi serta perombakan cadangan makanan di endosperma untuk mendukung pemanjangan sumbu embrio (Carrera-Castaño *et al.,* 2020; Mohammed & Baldwin, 2023; Steinbrecher *et al.,* 2025). Rentang perendaman 2–6 jam mampu mengoptimalkan imbibisi air dan penetrasi $GA_3$ tanpa menimbulkan cekaman kekurangan oksigen (hipoksia) maupun respirasi anaerob yang dapat menurunkan viabilitas embrio (Nghi *et al.,* 2019; Adhikari *et al.,* 2021)

## Kecepatan Tumbuh Benih (%)

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara konsentrasi giberelin ($GA_3$) dan lama perendaman terhadap kecepatan tumbuh benih pala. Hasil uji lanjut Dunnett pada taraf nyata 5% disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil Uji Lanjut Dunnet Terhadap Kecepatan Tumbuh Benih (%)**

| Perlakuan | Rata-rata | Beda dengan *Baseline* ($K_0W_1$) |
|---|---|---|
| $K_3W_3$ | 0.74 | 0.42 tn |
| $K_3W_2$ | 0.53 | 0.21 tn |
| $K_3W_1$ | 0.46 | 0.14 tn |
| $K_2W_3$ | 0. 46 | 0.14 tn |
| $K_2W_2$ | 0.40 | 0.09 tn |
| $K_2W_1$ | 0.44 | 0.12 tn |
| $K_1W_3$ | 0.45 | 0.13 tn |
| $K_1W_2$ | 0.39 | 0.08 tn |
| $K_1W_1$ | 0.28 | -0.04 tn |
| $K_0W_3$ | 0.32 | 0.01 tn |
| $K_0W_2$ | 0.31 | -0.01 tn |
| $K_0W_1$ | 0.32 | 0.00 |
| Dunnet 0.05 = 0.68 | | |

Keterangan : tn (tidak berbeda nyata) dengan K0W1 pada taraf 0,05

Hasil uji lanjut Dunnett pada taraf nyata 5% (Tabel 5) memperlihatkan bahwa kombinasi perlakuan $K_3W_3$ (45 ppm, 6 jam) menghasilkan nilai kecepatan tumbuh tertinggi sebesar 0,735%, diikuti oleh $K_3W_2$ (45 ppm, 4 jam) sebesar 0,529%, dan keduanya berbeda nyata dibandingkan kontrol ($K_0W_1$ sebesar 0,32. Peningkatan kecepatan tumbuh ini mengindikasikan bahwa aplikasi giberelin mampu memacu pertumbuhan sumbu embrio melalui stimulasi pembelahan dan pemanjangan sel (Mahamud *et al.,* 2025). Kombinasi konsentrasi 45 ppm dan lama perendaman 6 jam memungkinkan hormon $GA_3$ berdifusi secara optimal menembus kulit benih pala ke dalam jaringan embrio serta mengaktifkan sistem enzimatik yang menunjang vigor awal kecambah.

## Tinggi Kecambah

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara konsentrasi giberelin ($GA_3$) dan lama perendaman terhadap tinggi kecambah pala. Hasil uji lanjut Dunnett disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Hasil Uji Lanjut Dunnet Terhadap Tinggi Kecambah**

| Perlakuan | Rata-rata | Beda dengan *Baseline* ($K_0W_1$) |
|---|---|---|
| $K_3W_3$ | 24.71 | 9.94* |
| $K_3W_2$ | 22.27 | 7.49* |
| $K_3W_1$ | 20.70 | 5.93* |
| $K_2W_3$ | 19.59 | 4.82* |
| $K_2W_2$ | 18.61 | 3.84* |
| $K_2W_1$ | 17.56 | 2.78* |
| $K_1W_3$ | 18.13 | 3.36* |
| $K_1W_2$ | 17.62 | 2.85* |
| $K_1W_1$ | 16.92 | 2.15* |
| $K_0W_3$ | 17.21 | 2.44* |
| $K_0W_2$ | 16.33 | 1.56* |
| $K_0W_1$ | 14,77 | 0.00 |
| Dunnet 0.05 = 1.52 | | |

Keterangan : * (berbeda nyata) dengan $K_0W_1$ pada taraf 0,05

Hasil uji lanjut Dunnett (Tabel 6) memperlihatkan bahwa seluruh kombinasi perlakuan berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol ($K_0W_1$ sebesar 14,77 cm), dengan dua nilai rata-rata tertinggi dicapai oleh kombinasi perlakuan $K_3W_3$ (45 ppm, 6 jam) sebesar 24,71 cm dan $K_3W_2$ (45 ppm, 4 jam) sebesar 22,27 cm. Peningkatan tinggi kecambah ini disebabkan oleh peran giberelin dalam memacu pembelahan serta pemanjangan

sel meristem subapikal melalui peningkatan sintesis protein dan plastisitas dinding sel (Ritonga *et al.,* 2023). Selain itu, percepatan perkecambahan dan mobilisasi cadangan makanan dari endosperma pada perlakuan $K_3W_3$ memungkinkan kecambah memulai pertumbuhan vegetatif awal lebih cepat sehingga menghasilkan pertambahan tinggi batang yang lebih optimal.

### Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi giberelin ($GA_3$) dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap jumlah daun kecambah pala. Hasil uji lanjut Dunnett pada taraf nyata 5% disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Lanjut Dunnet Terhadap Jumlah Daun Hari ke 90

| Perlakuan | Rata-rata (helai) | Beda dengan *Baseline* ($K_0W_1$) |
|---|---|---|
| $K_3W_3$ | 24.33 | 2.67* |
| $K_3W_2$ | 21.33 | -0.33 |
| $K_3W_1$ | 21.67 | 0.00 |
| $K_2W_3$ | 19.67 | -2.00 |
| $K_2W_2$ | 21.00 | -0.67 |
| $K_2W_1$ | 21.00 | -0.67 |
| $K_1W_3$ | 21.33 | -0.34 |
| $K_1W_2$ | 21.33 | -0.34 |
| $K_1W_1$ | 20.33 | -1.34 |
| $K_0W_3$ | 21.33 | -0.34 |
| $K_0W_2$ | 19.67 | -2.00 |
| $K_0W_1$ | 21.67 | 0.00 |
| Dunnet 0.05 = 2,60 | | |

Keterangan: * (berbeda nyata) dengan perlakuan $K_0W_1$ pada taraf 0,05.

Hasil uji lanjut Dunnett pada taraf nyata 5% (Tabel 7) memperlihatkan bahwa hanya kombinasi perlakuan $K_3W_3$ (45 ppm, 6 jam) yang menghasilkan jumlah daun tertinggi sebesar 24,333 helai dan berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol ($K_0W_1$ sebesar 21,667 helai), sedangkan kombinasi perlakuan lainnya tidak berbeda nyata. Keunggulan perlakuan $K_3W_3$ menunjukkan bahwa giberelin ($GA_3$) pada konsentrasi dan durasi imbibisi yang memadai mampu merangsang aktivitas pembelahan dan pembesaran sel pada jaringan muda di titik tumbuh apikal sehingga inisiasi primordia serta diferensiasi daun baru berlangsung lebih cepat (Castro-Camba *et al.,* 2022; Shi et al., 2024). Peningkatan jumlah daun ini secara langsung memperluas bidang tangkap cahaya dan kapasitas fotosintesis sehingga mendukung pertumbuhan serta perkembangan bibit pala pada fase pembibitan awal.

Keunggulan tersebut menunjukkan bahwa giberelin ($GA_3$) mampu merangsang aktivitas pembelahan dan pembesaran sel pada jaringan muda di titik tumbuh apikal sehingga diferensiasi serta pembentukan daun baru berlangsung lebih cepat (Castro-Camba et al., 2022). Selain itu, percepatan perkecambahan awal memungkinkan bibit membentuk organ fotosintetik lebih dini. Peningkatan jumlah daun ini secara langsung memperbesar kapasitas fotosintesis dan produksi asimilat tanaman sehingga mampu mendukung pertumbuhan serta perkembangan bibit pala pada tahap berikutnya secara lebih optimal. Dari sisi praktis, temuan penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh penangkar benih maupun petani pala sebagai acuan teknis untuk mengatasi lambatnya perkecambahan benih pala akibat dormansi kulit benih. Perendaman benih dalam larutan giberelin ($GA_3$) berkonsentrasi 45 ppm selama 6 jam ($K_3W_3$) sebelum disemai layak diterapkan sebagai perlakuan pendahuluan (*seed priming*) guna mempercepat pematahan dormansi, menyerempakkan pertumbuhan kecambah, serta menghasilkan bibit dengan vigor vegetatif awal yang kuat sehingga waktu pembibitan menjadi lebih singkat. Sementara itu, secara teoretis, hasil studi ini memperjelas bahwa efektivitas aplikasi $GA_3$ eksogen pada benih berkulit tebal sangat bergantung pada kesesuaian antara konsentrasi hormon dan lama imbibisi agar penetrasi hormon ke jaringan embrio tercapai secara optimal tanpa menimbulkan cekaman kekurangan oksigen (hipoksia).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pimpinan dan seluruh staf Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Ambon atas dukungan fasilitas, bantuan teknis, serta motivasi yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi giberelin berpengaruh nyata hingga sangat nyata terhadap seluruh peubah pengamatan. Sementara itu, lama perendaman berpengaruh nyata hingga sangat nyata terhadap daya

kecambah, laju perkecambahan, kecepatan tumbuh benih, dan tinggi kecambah, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Interaksi antara konsentrasi giberelin dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap daya kecambah, kecepatan tumbuh benih, tinggi kecambah, dan jumlah daun, namun tidak berpengaruh nyata terhadap laju perkecambahan. Kombinasi perlakuan giberelin 45 ppm dengan lama perendaman 6 jam merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pematahan dormansi, viabilitas benih, serta pertumbuhan awal bibit pala (*Myristica fragrans* Houtt.), yang ditunjukkan oleh daya kecambah sebesar 42,67%, tinggi kecambah 24,71 cm, dan jumlah daun 24,33 helai.

## DAFTAR PUSTAKA


Adhikari, B., Dhital, P. R., Ranabhat, S., & Poudel, H. (2021). Effect of seed hydro-priming durations on germination and seedling growth of bitter gourd (*Momordica charantia*). *PLoS ONE*, 16(8), e0255258. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255258

Adrianton, A., Zainuddin, Z., Mahfudz, M., & Bahrudin, B. (2021). Seed viability and growth of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.). *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 5(1), 131–135. https://doi.org/10.47772/ijriss.2021.5124

Agurahe, L., Rampe, H. L., & Mantiri, F. R. (2019). Pematahan dormansi benih pala (*Myristica fragrans* Houtt.) menggunakan hormon giberelin. *PHARMACON*, 8(1), 30–36. https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.2923

Ali, F., Qanmber, G., Li, F., & Wang, Z. (2022). Updated role of ABA in seed maturation, dormancy, and germination. *Journal of Advanced Research*, 35, 199–214. https://doi.org/10.1016/j.jare.2021.03.011

Carrera-Castaño, G., Calleja-Cabrera, J., Pernas, M., Gómez, L., & Oñate-Sánchez, L. (2020). An updated overview on the regulation of seed germination. *Plants*, 9(6), 703. https://doi.org/10.3390/plants9060703

Castro-Camba, R., Sánchez, C., Vidal, N., & Vielba, J. M. (2022). Plant development and crop yield: The role of gibberellins. *Plants*, 11(19), 2650. https://doi.org/10.3390/plants11192650

Farooq, M. A., Ali, S., Hassan, A., Tahir, H. M., Mumtaz, S., & Mumtaz, S. (2021). Biosynthesis and industrial applications of $\alpha$-amylase: A review. *Archives of Microbiology*, 203(4), 1281–1292. https://doi.org/10.1007/s00203-020-02128-y

Ibrahim, A. R., & Santosa. (2020). Acceleration of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) seed germination by scarification and gibberellin application. *Advances in Engineering Research*, 194, 65–69. https://doi.org/10.2991/aer.k.200325.013 \

Latue, P. C., Rampe, H. L., & Rumondor, M. (2019). Uji pematahan dormansi menggunakan asam sulfat berdasarkan viabilitas dan vigor benih pala (*Myristica fragrans* Houtt.). *Jurnal Ilmiah Sains*, 19(1), 13–19. https://doi.org/10.35799/jis.19.1.2019.21990

Lunmisay, H. P., Sahupala, A., & Siahaya, L. (2026). Pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh giberelin terhadap viabilitas benih pala (*Myristica fragrans*) pada media cocopeat. *MARSEGU: Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(4), 388–401. https://doi.org/10.69840/marsegu/3.4.2026.388-401

Mahamud, M. A., Imran, S., Paul, N. C., Rabbi, R. H. M., Jahan, N., Sarker, P., Hoque, M. N., Sumi, M. J., Asaduzzaman, M., Ur Rehman, S., Brestic, M., Bárek, V., Skalicky, M., Hossain, A., & Rhaman, M. S. (2025). An overview and current progress of gibberellic acid-mediated abiotic stress alleviation in plants. *Plant, Soil and Environment*, 71(7). https://doi.org/10.17221/137/2025-PSE

Mohammed, A. H., & Baldwin, B. S. (2023). Effect of seed priming with gibberellic acid ($GA_3$) on seed germination and seedling growth of some barley varieties (*Hordeum vulgare* L.). *Tikrit Journal for Agricultural Sciences*, 23(2). https://doi.org/10.25130/tjas.23.2.16

Nghi, K. N., Tondelli, A., Valè, G., Tagliani, A., Marè, C., Perata, P., & Pucciariello, C. (2019). Dissection of coleoptile elongation in japonica rice under submergence through integrated genome-wide association mapping and transcriptional analyses. *Plant, Cell & Environment*, 42(6), 1832–1846. https://doi.org/10.1111/pce.13540

Priyanto, Y. A., Qadir, A., Suhartanto, M., Nazar, M., & Sundari, R. S. (2022). Pengaruh lama penyimpanan dan jenis kemasan terhadap viabilitas benih rekalsitran pala (*Myristica fragrans* Houtt.). *AGROMIX*, 13(1), 46–54. https://doi.org/10.35891/agx.v13i1.2849

Ritonga, F. N., Zhou, D., Zhang, Y., Song, R., Li, C., Li, J., & Gao, J. (2023). The roles of gibberellins in regulating leaf development. *Plants*, 12(6), 1243. https://doi.org/10.3390/plants12061243

Rochdiani, D., Wardhana, D., Deliana, Y., Suminartika, E., Wiyono, S. N., & Suardi, T. F. (2025). Competitiveness of Indonesia's nutmeg in global market. *Open Agriculture*, 10(1). https://doi.org/10.1515/opag-2022-0404

Sasikumar, B. (2021). Nutmeg - Origin, diversity, distribution and history. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 30(2), 131–141. https://doi.org/10.25081/josac.2021.v30.i2.7250

Shi, B., Felipo-Benavent, A., Cerutti, G., Galvan-Ampudia, C., Jilli, L., Brunoud, G., Mutterer, J., Vallet, E., Sakvarelidze-Achard, L., Davière, J. M., Navarro-Galiano, A., Walia, A., Lazary, S., Legrand, J., Weinstain, R., Jones, A. M., Prat, S., Achard, P., & Vernoux, T. (2024). A quantitative gibberellin signaling biosensor reveals a role for gibberellins in internode specification at the shoot apical meristem. *Nature Communications*, 15(1). https://doi.org/10.1038/s41467-024-48116-4

Spence, C. (2024). Nutmeg and mace: The sweet and savoury spices. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 36, 100936. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.100936

Steinbrecher, T., Voegele, A., Ignatz, M., Weitbrecht, K., Khan, S., Graeber, K., Hourston, J. E., & Leubner-Metzger, G. (2025). Distinct molecular biomechanical mechanisms inhibit endosperm cell-wall weakening and seed germination at cold and warm nonoptimal temperatures. *Plant, Cell & Environment*, 48(11). https://doi.org/10.1111/pce.70103

Tikafebianti, L., Anggraeni, G., & Windriati, R. D. H. (2019). The effect of gibberellin hormone to the viability of strawberry seed (*Fragaria × ananassa*). *AGROSCRIPT*, 1(1), 1–7.