



Uji Mutu Perkecambahan Benih Gandum (*Triticum aestivum* L.) Beberapa Genotipe

^{1*}Alexandre Meziwasokhi Hondro, ²Dina Rotua Valentina Banjarnahor, ³Theresa Dwi Kurnia, ⁴Yuniel Melvanolo Zendrato

^{1,2,3,4}Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: 512019049@stundet.uksw.edu

Received: November 2025; Revised: November 2025; Accepted: December 2025; Published: December 2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan mutu perkecambahan benih gandum (*Triticum aestivum* L.) dari beberapa genotipe guna mengidentifikasi genotipe dengan daya kecambah dan vigor terbaik. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Benih Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Data yang tidak memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas dianalisis menggunakan uji non-parametrik Kruskal–Wallis dan dilanjutkan dengan uji Dunn–Bonferroni pada taraf 5%. Parameter pengamatan dikelompokkan ke dalam parameter daya kecambah (daya berkecambah dan keserempakan tumbuh), parameter vigor (kecepatan tumbuh serta bobot basah dan kering kecambah), dan parameter pertumbuhan awal kecambah (panjang pucuk dan akar serta jumlah daun dan akar). Hasil penelitian menunjukkan bahwa genotipe berpengaruh nyata terhadap mutu fisiologis benih gandum, di mana genotipe Guri 2 menunjukkan performa terbaik dengan daya kecambah dan vigor tinggi serta pertumbuhan akar yang lebih baik dibandingkan genotipe lainnya, sedangkan genotipe Nias juga memperlihatkan vigor kuat dan mutu kecambah yang baik, sementara genotipe Guri 4 memiliki mutu fisiologis benih terendah dengan daya kecambah dan vigor yang rendah. Temuan ini menegaskan pentingnya peran variasi genetik dalam menentukan kualitas fisiologis benih gandum, sehingga genotipe Guri 2 dan Nias berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber genetik unggul dalam program pemuliaan gandum serta sebagai dasar pengembangan dan produksi benih bermutu guna mendukung peningkatan adaptasi dan produktivitas gandum di Indonesia.

Kata Kunci: Benih gandum; genotipe; perkecambahan; vigor benih; biomassa kecambah

Abstract: This study aims to evaluate and compare the germination quality of wheat seeds (*Triticum aestivum* L.) from several genotypes in order to identify the genotype with the best germination power and vigor. The research was carried out at the Seed Technology Laboratory, Faculty of Agriculture and Business, Satya Wacana Christian University using a Group Random Design (RAK) with three replicates. Data that did not meet the assumptions of normality and homogeneity were analyzed using the non-parametric Kruskal–Wallis test and followed by the Dunn–Bonferroni test at the level of 5%. The observation parameters were grouped into germination power parameters (germination power and growth sufficiency), vigor parameters (growth speed and wet and dry weight of sprouts), and early germination growth parameters (shoot and root length and number of leaves and roots). The results showed that the genotype had a real effect on the physiological quality of wheat seeds, where the Guri 2 genotype showed the best performance with high germination power and vigor and better root growth compared to other genotypes, while the Nias genotype also showed strong vigor and good germination quality, while the Guri 4 genotype had the lowest physiological quality of seeds with low germination power and vigor. These findings confirm the importance of the role of genetic variation in determining the physiological quality of wheat seeds, so that the Guri 2 and Nias genotypes have the potential to be used as superior genetic sources in wheat breeding programs as well as as the basis for the development and production of quality seeds to support the improvement of wheat adaptation and productivity in Indonesia.

Keywords: Wheat seeds; genotype; germination; vigor seeds; Sprout biomass

How to Cite: Hondro, A. M., Banjarnahor, D. R. V., Kurnia, T. D., & Zendrato, Y. M. (2025). Uji Mutu Perkecambahan Benih Gandum (*Triticum aestivum* L.) Beberapa Genotipe. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(4), 2824–2835. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i4.18546>



<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i4.18546>

Copyright© 2025, Hondro et al

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Gandum (*Triticum aestivum* L.) merupakan tanaman sereal yang berperan penting sebagai sumber karbohidrat utama dan bahan baku berbagai produk pangan, seperti roti, mie, dan kue. Kebutuhan gandum di Indonesia terus meningkat seiring

berkembangnya industri pangan modern dan perubahan pola konsumsi masyarakat (Putra & Kurnia, 2019), meskipun tanaman ini belum menjadi pangan pokok seperti padi dan jagung. Peningkatan ketersediaan benih gandum bermutu menjadi sangat penting, baik melalui produksi dalam negeri maupun melalui penelitian yang mengevaluasi adaptasi berbagai genotipe terhadap kondisi agroklimat Indonesia (Shahbazi, 2021).

Mutu benih merupakan faktor awal yang menentukan keberhasilan suatu budidaya tanaman. Benih bermutu tinggi memiliki daya berkecambah yang baik, vigor tinggi, serta mampu menghasilkan pertumbuhan tanaman yang seragam dan produktif. Sebaliknya, benih dengan mutu rendah akan menghasilkan pertumbuhan yang tidak seragam, tanaman lemah, dan hasil panen yang tidak optimal (Waseem Abbas, 2018). Dalam produksi gandum, mutu benih menjadi sangat penting karena tanaman ini memiliki kebutuhan lingkungan yang cukup spesifik terhadap suhu, kelembapan, dan media tanam, pengujian mutu benih perlu dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa benih yang akan ditanam memiliki kemampuan tumbuh yang optimal di lapangan (Collins *et al.*, 2021).

Salah satu parameter utama dalam penentuan mutu benih adalah uji daya berkecambah. Uji ini bertujuan untuk mengetahui persentase benih yang mampu berkecambah dengan baik di bawah kondisi tertentu dalam waktu yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan memperhatikan beberapa aspek seperti jumlah kecambah normal, kecepatan tumbuh, serta keseragaman perkecambahan (Haq, 2024). Selain itu, uji vigor juga sering dilakukan untuk menilai ketahanan benih terhadap kondisi lingkungan yang kurang ideal. Uji vigor memberikan gambaran lebih dalam mengenai kemampuan benih untuk tumbuh cepat dan kuat, terutama saat menghadapi stres lingkungan seperti kekeringan atau suhu rendah. Hasil dari kedua jenis uji tersebut memberikan informasi penting bagi peneliti maupun produsen benih dalam menentukan kualitas fisiologis suatu lot benih (Javid *et al.*, 2025).

Faktor genetik atau genotipe memiliki pengaruh besar terhadap mutu fisiologis benih gandum. Setiap genotipe memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari segi ukuran biji, ketebalan kulit, kandungan cadangan makanan, maupun respons fisiologis terhadap perlakuan penyimpanan dan lingkungan perkecambahan. Variasi genetik ini menyebabkan perbedaan dalam daya berkecambah, kecepatan tumbuh, serta kemampuan benih untuk beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang beragam (Fu *et al.*, 2024). Pengujian mutu benih antar genotipe menjadi langkah penting untuk mengetahui galur mana yang memiliki mutu fisiologis lebih baik dan sesuai dengan kondisi agroekologi tertentu.

Perbedaan genotipe merupakan salah satu faktor utama yang menentukan mutu fisiologis benih, karena setiap genotipe membawa sifat biologis yang memengaruhi kemampuan benih dalam mempertahankan viabilitas dan mendukung proses perkecambahan. Karakter inheren seperti komposisi cadangan makanan, ketebalan kulit benih, serta mekanisme regulasi metabolisme awal menyebabkan performa benih berbeda antar genotipe, baik dalam hal daya simpan, vigor, maupun kecepatan tumbuh (Laurençon *et al.*, 2024). Oleh karena itu, mutu benih tidak hanya bergantung pada proses produksi, tetapi juga sangat ditentukan oleh variasi genetik yang diwariskan. Pengujian mutu benih dilakukan melalui uji perkecambahan dan vigor yang mengikuti standar internasional, sehingga hasil evaluasi antar genotipe dapat dinilai secara objektif dan konsisten.

Uji perkecambahan menjadi metode kunci untuk mengevaluasi bagaimana perbedaan genotipe mewujudkan dalam performa awal tanaman. Melalui uji ini, peneliti dapat mengidentifikasi variasi daya berkecambah, keserempakan pertumbuhan, dan

vigor benih antar genotipe, yang merupakan komponen penting dalam pemuliaan tanaman maupun seleksi materi genetik unggul. Perbedaan respons tersebut umumnya berkaitan dengan karakter struktural dan fisiologis benih, termasuk efisiensi penggunaan cadangan makanan dan aktivitas enzimatis selama tahap awal perkecambahan. Uji perkecambahan tidak hanya menggambarkan mutu fisiologis benih, tetapi juga membantu menentukan genotipe yang memiliki potensi terbaik untuk dikembangkan lebih lanjut dalam program penelitian dan produksi benih (Sharma & Majee, 2023)

Pentingnya penelitian tentang uji mutu perkecambahan benih gandum antar genotipe juga berkaitan erat dengan ketahanan pangan nasional. Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim, ketersediaan varietas gandum yang mampu tumbuh pada kondisi ekstrem seperti suhu tinggi atau tanah marginal sangat dibutuhkan. Penelitian terhadap mutu benih dapat membantu mengidentifikasi genotipe yang tahan terhadap kondisi stres sejak tahap perkecambahan. Namun, informasi mengenai perbandingan mutu perkecambahan benih gandum antar genotipe yang diuji masih terbatas, khususnya dalam konteks kondisi agroklimat Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan mutu perkecambahan benih gandum (*Triticum aestivum* L.) dari beberapa genotipe yang berbeda guna mengidentifikasi genotipe dengan daya berkecambah dan vigor terbaik. Melalui pengujian ini, diharapkan dapat diperoleh informasi ilmiah mengenai pengaruh faktor genetik terhadap viabilitas dan kecepatan tumbuh benih, yang selanjutnya dapat menjadi dasar dalam pemilihan varietas unggul serta penyusunan strategi peningkatan mutu benih gandum yang adaptif terhadap kondisi lingkungan lokal. Hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan kontribusi praktis sebagai referensi awal dalam pengembangan benih gandum unggul yang sesuai dengan agroklimat Indonesia.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan September - Oktober 2025 di Laboratorium Teknologi Benih Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW), Salatiga yang berada pada 500 mdpl. Terdapat 6 genotipe gandum yang terdiri dari Guri 1, Guri 2, Guri 3, Guri 4, Guri 8 dan Nias diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan kemudian dikecambahkan. Proses perkecambahan dilakukan menggunakan Uji Keras Digulung Didirikan dalam Plastik (UKDDP), dengan setiap unit percobaan berupa satu gulungan UKDDP yang berisi 20 butir benih.

Data dianalisis menggunakan uji non-parametrik Kruskal–Wallis karena tidak memenuhi asumsi ANOVA, dan dilanjutkan dengan uji Dunn–Bonferroni pada taraf 5% untuk membandingkan perbedaan antar genotipe. Parameter pengamatan dalam penelitian ini meliputi daya berkecambah (DB), keserempakan tumbuh (KST), kecepatan tumbuh (KCT), panjang pucuk kecambah normal, Panjang akar kecambah normal, jumlah daun kecambah normal, jumlah akar kecambah normal, bobot basah dan bobot kering kecambah normal dan abnormal. Metode pengukuran adalah sebagai Berikut:

a. Daya Berkecambah (DB %)

Daya berkecambah adalah persentase jumlah benih yang mampu berkecambah normal. Pengamatan dilakukan pada hari ke 10 Hari Setelah Tanam (HST). Daya berkecambah benih dihitung dengan rumus:

$$DB = \frac{\sum KNAPP}{\sum \text{benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

b. Keserampakan Tumbuh (KST) (%)

Keserampakan tumbuh merupakan keseragaman benih dalam berkecambah pada waktu tertentu. Biasanya dihitung dan persentase benih gandum yang berkecambah pada periode awal hari 4 Hari Setelah Tanam (HST). Keserampakan tumbuh dihitung dengan rumus:

$$KST = \frac{\sum KNH1 (kuat)}{\sum \text{benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

c. Kecepatan Tumbuh

Kecepatan tumbuh adalah kemampuan benih berkecambah lebih awal dan cepat dibandingkan benih lainnya. Pengamatan dilakukan setiap hari dari hari 1 sampai 10 Hari Setelah Tanam (HST). Kecepatan tumbuh dihitung dengan rumus:

$$KCT (\%etmal) = \sum_0^{tn} \frac{n}{t} = \frac{\%Kecambah Normal (KN)}{1} + \frac{\%KN}{2} + \frac{\%KN}{3} + \dots \frac{\%KN}{tn}$$

d. Panjang akar (cm)

Panjang akar diukur dari pangkal benih (radikula hingga ujung akar terpanjang pada kecambah normal. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan penggaris pada kecambah yang dipilih secara acak dan tiap ulangan.

e. Panjang pucuk (cm)

Panjang pucuk (plumula) diukur dari pangkal batang (di atas kotiledon) sampai ujung daun terpanjang pada kecambah normal.

f. Jumlah akar dan daun

Jumlah akar dan daun yang tumbuh pada setiap kecambah normal pada akhir masa pengamatan. Pengamatan dilakukan terhadap seluruh kecambah pada setiap ulangan, kemudian hasilnya dinyatakan sebagai rata-rata jumlah akar dan jumlah daun per kecambah normal.

g. Bobot basah (g)

Menimbang seluruh kecambah, dengan membedakan antara kecambah normal (benih yang tumbuh sehat dan sempurna) dan kecambah abnormal (benih yang tumbuh cacat, terhambat, atau tidak sempurna) dalam keadaan basah setelah masa perkecambahan selesai hari ke 10 Hari Setelah Tanam (HST)

h. Bobot kering (g)

Menimbang kecambah normal dan abnormal pada hari 10 Hari Setelah Tanam (HST) yang telah dikeringkan didalam oven bersuhu 80 °C selama 24 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji non-parametrik Kruskal–Wallis menunjukkan bahwa perbedaan genotipe memberikan pengaruh nyata terhadap daya berkecambah ($\chi^2 = 12,805$; $p = 0,025$), keserampakan tumbuh ($\chi^2 = 12,715$; $p = 0,026$), dan kecepatan tumbuh ($\chi^2 = 14,802$; $p = 0,011$). Temuan ini menegaskan bahwa faktor genetik berperan kuat dalam menentukan mutu fisiologis benih gandum. Analisis kemudian dilanjutkan dengan uji Dunn–Bonferroni, yang memperlihatkan bahwa genotipe dengan huruf berbeda pada kolom yang sama memiliki perbedaan nyata antar perlakuan, sedangkan huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

Tabel 1. Hasil Daya berkecambah (%), Kecerempakan tumbuh (%), dan Kecepatan tumbuh satu hari penuh (%/etmal)

Genotip Gandum	Daya Berkecambah (%)	KecerempakanTumbuh (%)	Kecepatan Tumbuh (%/etmal)
Guri 1	83,3 ± 5,8ab	60 ± 18ab	6,1 ± 0,5ab
Guri 2	90 ± 5a	73,3 ± 7,6a	6,7 ± 0,2a
Guri 3	51,7 ± 17,6bc	38,3 ± 15,3bc	3,7 ± 1,4bc
Guri 4	36,7 ± 10,4c	30 ± 8,7c	2 ± 1,1c
Guri 8	85 ± 5ab	53,3 ± 5,8abc	5,7 ± 0,3abc
Nias	83,3 ± 7,6ab	66,7 ± 5,8ab	6,1 ± 0,4ab
χ^2	12,805	12,715	14,802
p-value	0,025	0,026	0,011

Berdasarkan data hasil uji non-parametrik Kruskal–Wallis di Tabel 1, diperoleh bahwa perlakuan genotipe gandum berpengaruh nyata terhadap parameter daya berkecambah, keserempakan tumbuh, dan kecepatan tumbuh ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Dunn dengan koreksi Bonferroni menunjukkan bahwa nilai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan, sedangkan huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata antar genotipe.

Secara umum, genotipe Guri 2 menunjukkan mutu fisiologis tertinggi, diikuti oleh Guri 1, Guri 8, dan Nias, sedangkan Guri 3 dan Guri 4 memiliki performa lebih rendah (Tabel 1). Pola perbedaan ini mencerminkan variasi fisiologis antar genotipe, di mana genotipe dengan daya berkecambah dan keserempakan tinggi, seperti Guri 2 dan Nias, menunjukkan aktivitas metabolisme awal yang lebih efisien. Hal ini mendukung keberhasilan perkecambahan dengan pemanfaatan cadangan makanan yang optimal, sejalan dengan laporan Ramappa *et al.* (2023) bahwa ekspresi gen metabolik awal memengaruhi germinasi, serta Yue *et al.* (2024) yang menegaskan peran hormon dan metabolisme pati dalam menentukan vigor awal. Temuan ini menunjukkan bahwa perbedaan genetik tidak hanya memengaruhi tingkat perkecambahan, tetapi juga efektivitas pertumbuhan awal kecambah yang menjadi dasar bagi seleksi genotipe unggul untuk produksi benih bermutu.

Perbandingan seluruh parameter menunjukkan adanya variasi fisiologis yang jelas antar genotipe. Genotipe unggul seperti Guri 2, Nias, dan Guri 1 memiliki bobot kecambah tinggi, daya berkecambah, keserempakan, dan kecepatan tumbuh yang lebih tinggi, mencerminkan aktivitas imbibisi, respirasi, dan mobilisasi cadangan makanan yang efisien. Genotipe menengah seperti Guri 8 menunjukkan performa sedang pada sebagian besar parameter, sedangkan Guri 3 dan Guri 4 memiliki nilai terendah, mengindikasikan lemahnya vigor dan adaptasi fisiologis. Temuan ini sejalan dengan laporan sebelumnya bahwa bobot kecambah tinggi berkorelasi dengan cadangan makanan yang optimal dan vigor awal, serta memengaruhi pertumbuhan awal kecambah, yang penting untuk seleksi genotipe unggul dalam program pemuliaan gandum (Shahbazi, 2021; Zanjan & Asli, 2012; Majeed *et al.*, 2023).

Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan bahwa bobot basah kecambah normal berbeda nyata antar genotipe ($\chi^2 = 12,509$; $p = 0,028$), sedangkan bobot basah kecambah abnormal tidak menunjukkan perbedaan signifikan ($\chi^2 = 5,749$; $p = 0,331$). Pada parameter bobot kering kecambah normal juga terdapat perbedaan nyata antar genotipe ($\chi^2 = 11,785$; $p = 0,038$), sementara bobot kering kecambah abnormal tidak berbeda nyata ($\chi^2 = 6,429$; $p = 0,267$). Uji lanjut Dunn–Bonferroni menunjukkan bahwa genotipe dengan huruf berbeda memiliki perbedaan signifikan pada masing-masing parameter biomassa.

Tabel 2. Bobot basah dan bobot kering kecambah enam genotip gandum

Genotip Gandum	Bobot Basah (g)		Bobot Kering (g)	
	KN	KAbn	KN	KAbn
Guri 1	3,363 ± 0,962ab	0,613 ± 0,406	0,443 ± 0,145ab	0,097 ± 0,050
Guri 2	3,543 ± 0,353ab	0,370 ± 0,144	0,517 ± 0,084a	0,110 ± 0,036
Guri 3	1,903 ± 0,381ac	0,547 ± 0,268	0,243 ± 0,025bc	0,077 ± 0,029
Guri 4	1,117 ± 0,381c	0,833 ± 0,212	0,203 ± 0,046c	0,147 ± 0,012
Guri 8	3,327 ± 0,772ab	0,303 ± 0,108	0,507 ± 0,012a	0,120 ± 0,000
Nias	3,697 ± 0,281b	0,523 ± 0,395	0,520 ± 0,144ab	0,12 ± 0,040
X²	12,509	5,749	11,785	6,429
p-value	0,028	0,331	0,038	0,267

Berdasarkan data hasil uji Kruskal–Wallis di Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antar genotipe terhadap bobot basah dan bobot kering kecambah normal ($p < 0,05$), sedangkan bobot kecambah abnormal tidak menunjukkan perbedaan signifikan ($p > 0,05$). Uji lanjut Dunn dengan koreksi Bonferroni memperlihatkan nilai huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata antar perlakuan, sedangkan huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata antar genotipe.

Data pada Tabel 2, diperoleh informasi bahwa genotipe Nias dan Guri 2 merupakan yang memiliki biomassa terbesar, dengan bobot basah kecambah normal masing-masing 3,697 g dan 3,543 g, serta bobot kering 0,520 g dan 0,517 g. Guri 8 dan Guri 1 juga memiliki nilai relatif tinggi, menunjukkan efisiensi metabolik awal yang baik. Sebaliknya, Guri 4 menunjukkan nilai terendah, yaitu bobot basah 1,117 g dan bobot kering 0,203 g. Perbedaan biomassa ini menunjukkan variasi vigor antar genotipe, di mana genotipe dengan mutu fisiologis tinggi memiliki kemampuan lebih baik dalam menggunakan cadangan makanan untuk pembentukan jaringan baru.

Hubungan antara biomassa dan vigor ini sesuai dengan penjelasan Nik *et al.* (2011) bahwa bobot kecambah menunjukkan kemampuan benih dalam memanfaatkan cadangan endosperma melalui aktivitas respirasi awal yang efisien. Genotipe unggul seperti Guri 2 dan Nias memperlihatkan kecambah dengan akar dan pucuk lebih tebal, menunjukkan metabolisme awal yang aktif, sedangkan Guri 4 menghasilkan kecambah kecil dengan pucuk tipis yang menandakan rendahnya kemampuan menggunakan cadangan makanan. Selain itu, tingginya biomassa pada Guri 2, Nias, dan Guri 8 memperkuat laporan Maulana *et al.* (2021) bahwa peningkatan biomassa awal berkaitan dengan aktivasi jalur sintesis dinding sel dan elongasi jaringan selama fase perkecambahan. Nilai bobot kecambah ini selaras dengan pengamatan panjang pucuk dan akar pada Tabel 3, di mana Nias memiliki panjang pucuk tertinggi (20,80 cm) dan Guri 2 memiliki panjang akar tertinggi (18,00 cm). Hal ini mengindikasikan bahwa genotip dengan cadangan makanan tinggi mampu membentuk biomassa kecambah lebih besar dan vigor lebih baik dibandingkan genotip dengan cadangan rendah (Temizgul *et al.*, 2025).

Hasil pengamatan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa panjang pucuk berbeda nyata antar genotip ($p = 0,020$), sedangkan panjang akar tidak menunjukkan perbedaan signifikan ($p = 0,053$). Genotip Nias memiliki panjang pucuk tertinggi ($20,800 \pm 0,781$ cm), sementara Guri 2 memiliki panjang akar tertinggi ($18,000 \pm 0,300$ cm). Rasio pucuk-akar bervariasi antar genotip; Guri 2 memiliki rasio 0,91 yang mendekati 1, menunjukkan pertumbuhan pucuk dan akar yang seimbang, sedangkan Nias memiliki rasio 1,34 yang menandakan pertumbuhan pucuk lebih cepat dibanding akar. Guri 8 memiliki rasio terkecil (0,73), menandakan dominasi pertumbuhan akar dibanding pucuk, sementara Guri 4 memiliki rasio 0,94 yang relatif seimbang.

Tabel 3. Hasil rasio panjang pucuk dan panjang akar

Genotip Gandum	Panjang Pucuk (cm)	Panjang Akar (cm)	Rasio
Guri 1	16,133 ± 0.306abc	17,067 ± 0.839	0,95
Guri 2	16,300 ± 0.361ab	18,000 ± 0.300	0,91
Guri 3	15,433 ± 2.747abc	15,200 ± 2.488	1,02
Guri 4	12,900 ± 1.418c	14,033 ± 0.651	0,94
Guri 8	13,233 ± 0.404ac	18,000 ± 2.163	0,73
Nias	20,800 ± 0.781b	15,46 ± 1.137	1,34
X²	13,359	10,918	
p-value	0,020	0,053	

Berdasarkan data hasil uji Kruskal–Wallis di Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan genotipe memberikan pengaruh nyata terhadap panjang pucuk ($p < 0,05$) namun tidak berbeda nyata terhadap panjang akar ($p > 0,05$). asil uji lanjut Dunn–Bonferroni memperlihatkan bahwa nilai huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata antar perlakuan, sedangkan huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar genotipe.

Rasio pucuk-akar yang dihasilkan genotip menunjukkan pertumbuhan yang berbeda. Guri 2 memiliki rasio mendekati 1 (0,91), menandakan pertumbuhan akar dan pucuk yang seimbang, sehingga energi benih tersalur secara efisien untuk membentuk struktur tanaman awal yang seimbang. Sebaliknya, Nias memiliki rasio lebih tinggi (1,34), menunjukkan pertumbuhan pucuk lebih cepat dibanding akar, yang dapat menimbulkan ketidakseimbangan antara bagian atas dan bawah tanaman. Pertumbuhan akar yang panjang pada Guri 2 mendukung ketahanan terhadap cekaman kekeringan dan efisiensi penyerapan unsur hara. Selain itu, bobot kecambah yang tinggi pada Guri 2 dan Nias juga memiliki hubungan dengan daya berkecambah, keserempakan tumbuh, dan kecepatan tumbuh yang lebih tinggi, memperkuat kualitas fisiologis benih. Sebaliknya, Guri 4 dengan bobot rendah dan rasio pucuk-akar tidak optimal menunjukkan cadangan makanan terbatas. Menurut Abbas, (2018) bahwa pertumbuhan pucuk dan akar yang lemah, serta potensi adaptasi yang lebih rendah pada fase vegetatif awal. Hal ini menegaskan pentingnya cadangan makanan dan penyaluran pertumbuhan seimbang sebagai indikator vigor dan kualitas benih gandum

Parameter morfologi kecambah pada Tabel 3 menunjukkan bahwa panjang pucuk berbeda nyata antar genotipe ($p < 0,05$), dengan nilai tertinggi pada genotipe Nias (20,8 cm) dan terendah pada Guri 4. Sebaliknya, panjang akar tidak menunjukkan perbedaan nyata ($p > 0,05$), menandakan bahwa pertumbuhan pucuk lebih sensitif terhadap variasi genetik pada fase awal dibandingkan pertumbuhan akar. Perbedaan respons pucuk dan akar ini konsisten dengan penelitian oleh Li, X *et al.*, (2024), yang menyatakan bahwa regulasi pertumbuhan pucuk lebih dipengaruhi jalur ekspresi gen elongasi dan sintesis pigmen pada tahap awal (Li, X *et al.*, 2024). Rasio pucuk akar tertinggi pada genotipe Nias (1,34) menunjukkan biomassa yang lebih besar ke bagian pucuk, karakter yang sering dikaitkan dengan vigor awal dan potensi adaptasi pertumbuhan lebih cepat.

Perbedaan panjang pucuk dan rasio pucuk-akar ini memperkuat temuan terkait jumlah akar pada tahap kecambah. Menurut Nik *et al.* (2011) serta Nabizadeh (2014), Genotip dengan panjang akar yang lebih tinggi atau rasio mendekati 1, seperti Guri 2, cenderung memiliki akar lebih banyak dan tebal, yang mencerminkan vigor kecambah tinggi. Meskipun panjang akar tidak berbeda nyata, jumlah daun dan perkembangan akar tetap menjadi parameter penting mutu fisiologis benih. Secara visual, Guri 1, Guri 2, dan Nias menunjukkan akar banyak dan tebal, sedangkan Guri 4 memiliki akar

sedikit dan lebih pendek. Parameter jumlah akar ini meskipun jarang digunakan dalam uji standar, perkembangan akar tetap penting karena genotip yang mampu membentuk sistem perakaran lebih baik memiliki potensi adaptasi tinggi di lapangan, kemampuan serapan air optimal, serta pertumbuhan awal yang lebih cepat dan stabil (Haque, 2024).

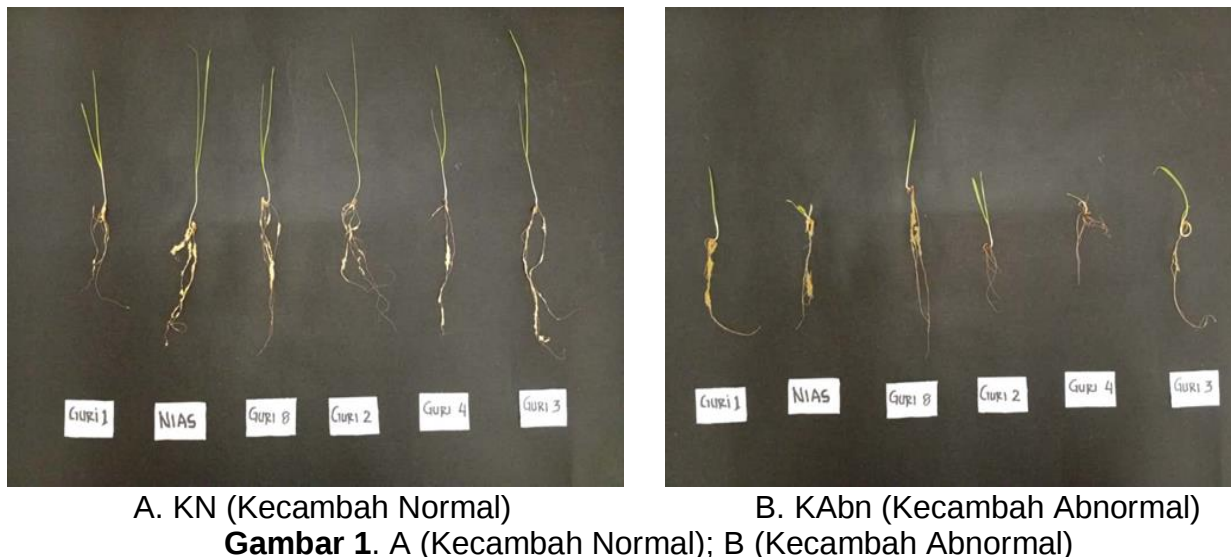
Tabel 4. Jumlah daun dan jumlah akar kecambah gandum

Genotip Gandum	Jumlah Daun	Jumlah Akar
Guri 1	2	5,333 ± 0,577a
Guri 2	2	5,333 ± 0,577a
Guri 3	2	4,333 ± 0,577ab
Guri 4	2	3,333 ± 0,577b
Guri 8	2	5,000 ± 0,000a
Nias	2	5,333 ± 0,577a
χ^2	-	12,003
p-value	-	0,035

Berdasarkan data hasil uji Kruskal–Wallis di Tabel 4 menegaskan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antar genotipe terhadap jumlah daun ($p > 0,05$), namun terdapat perbedaan signifikan terhadap jumlah akar ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Dunn–Bonferroni nilai huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata, sedangkan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan antar genotipe.

Selanjutnya, hasil pengamatan Tabel 4 menunjukkan bahwa jumlah daun tidak berbeda nyata antar genotipe ($p > 0,05$). sedangkan jumlah akar menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) parameter jumlah akar menunjukkan perbedaan signifikan ($\chi^2 = 12,003$; $p = 0,035$). Genotip Guri 1, Guri 2, dan Nias masing-masing memiliki rata-rata sekitar 5,33 akar ($\pm 0,577$) dan diberi huruf “a” yang menunjukkan tidak berbeda nyata antar ketiganya; sedangkan Guri 4 hanya memiliki sekitar 3,33 akar ($\pm 0,577$) dan diberi huruf “b” yang menandakan terdapat perbedaan nyata dengan kelompok “a”. Jumlah akar merupakan parameter penting untuk fase awal karena akar berfungsi sebagai organ utama penyerapan air dan nutrisi sebelum fotosintesis aktif terjadi. Genotipe Guri 4 memiliki jumlah akar paling sedikit, sementara Guri 1, Guri 2, Guri 8, dan Nias menunjukkan jumlah akar lebih tinggi. Hasil ini mendukung temuan dari Majeed *et al.* (2023) yang menegaskan bahwa jumlah akar merupakan indikator vigor yang lebih sensitif dibanding jumlah daun pada tahap awal perkecambahan (Majeed *et al.*, 2023)

Secara keseluruhan, hasil penelitian dari Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 menunjukkan konsistensi bahwa genotipe Guri 2 dan Nias memiliki mutu fisiologis benih terbaik, sedangkan Guri 4 merupakan genotipe dengan performa terendah pada sebagian besar parameter. Temuan ini memiliki dasar agronomis penting, terutama terkait ketahanan pertumbuhan awal, keseragaman tanaman, dan potensi produktivitas di lapangan. Studi oleh Mardi *et al.* (2022) menegaskan bahwa sifat fisiologis benih pada fase awal berkorelasi dengan kemampuan adaptasi agronomis pada tahap berikutnya, terutama dalam konteks perubahan iklim dan kebutuhan varietas unggul yang responsif lingkungan (Mardi *et al.*, 2022).



Hasil visual pada Gambar 1 (A) menunjukkan bahwa kecambah normal memiliki akar yang panjang dengan pucuk hijau dan sehat, sedangkan kecambah abnormal Gambar 1 (B) pada menampakkan akar pendek, pucuk menguning, dan pertumbuhan yang tidak sempurna. Kondisi tersebut menandakan bahwa genotip dengan daya berkecambah dan kecepatan tumbuh tinggi menghasilkan kecambah yang lebih baik secara morfologis. Daya berkecambah yang tinggi menunjukkan proporsi biji yang mampu melakukan germinasi secara optimal (Duan *et al.*, 2024). Kecepatan serta keserempakan tumbuh mencerminkan keseragaman pertumbuhan tanaman yang penting untuk efisiensi penanaman dan keseragaman populasi di lapangan. Genotip Guri 2, Guri 8, Nias, dan Guri 1 menunjukkan mutu benih terbaik dari sisi perkecambahan, sedangkan Guri 3 dan Guri 4 tergolong lemah sehingga memerlukan perhatian dalam penanganan dan peningkatan mutu benih. Perbedaan morfologi ini menunjukkan variasi kualitas benih antar genotip yang sangat jelas.

Kondisi kecambah abnormal dapat dipengaruhi oleh kerusakan mekanis pada embrio, penyimpanan yang kurang baik, kadar air benih yang rendah, maupun faktor genetik, karena beberapa genotipe gandum sensitif terhadap kondisi lingkungan selama perkecambahan (Javid *et al.*, 2025). Penilaian morfologi kecambah menjadi penting karena mencerminkan integritas fisiologis yang tidak selalu terlihat dari data numerik. Hubungan antar parameter, seperti biomassa kecambah, kecepatan tumbuh, dan rasio pucuk-akar, saling terkait dalam menentukan vigor; kecambah yang sehat biasanya menunjukkan pertumbuhan pucuk dan akar seimbang, biomassa optimal, dan perkembangan cepat. Pendekatan sintesis ini memungkinkan evaluasi mutu benih secara lebih komprehensif dan memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk seleksi genotipe unggul.

Jumlah kecambah abnormal yang tinggi menunjukkan mutu benih rendah dan berpotensi menyebabkan pertumbuhan tidak seragam di lapangan, sedangkan benih dengan mutu fisiologis tinggi menghasilkan kecambah normal dengan perkembangan pucuk dan akar seimbang, biomassa optimal, dan warna jaringan hijau segar. Sintesis lintas parameter ini menunjukkan bahwa daya berkecambah, keserempakan tumbuh, kecepatan tumbuh, rasio pucuk-akar, dan biomassa kecambah saling terkait dalam menentukan vigor awal benih. Temuan ini menegaskan bahwa perbedaan genetik berperan penting dalam kualitas fisiologis benih, sehingga genotipe unggul dapat diidentifikasi untuk seleksi dalam program pemuliaan. Secara ilmiah, penelitian ini memberikan bukti hubungan antara parameter morfologis dan fisiologis benih,

sementara secara praktis, hasilnya relevan sebagai dasar pengembangan varietas gandum adaptif yang mampu tumbuh optimal di berbagai kondisi agroklimat Indonesia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa perbedaan genetik antar genotipe gandum (*Triticum aestivum* L.) berpengaruh nyata terhadap mutu fisiologis benih pada fase perkecambahan, termasuk daya berkecambah, keserempakan tumbuh, kecepatan tumbuh, biomassa kecambah, panjang pucuk dan akar, rasio pucuk-akar, serta jumlah akar. Genotipe Guri 2 dan Nias menunjukkan mutu fisiologis tertinggi, ditandai oleh vigor awal yang kuat, pertumbuhan kecambah seragam, dan perkembangan biomassa serta sistem perakaran optimal, sedangkan Guri 4 memiliki performa terendah pada sebagian besar parameter. Temuan ini menegaskan bahwa evaluasi lintas parameter dapat digunakan untuk mengidentifikasi genotipe unggul secara objektif. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan dasar ilmiah untuk seleksi benih gandum bermutu yang dapat mendukung pengembangan varietas adaptif di berbagai kondisi agroklimat Indonesia.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian mengenai mutu perkecambahan benih gandum (*Triticum aestivum* L.) enam genotipe yang diuji, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan terkait karakter fisiologis dan biokimia benih guna memperkuat pemahaman terhadap faktor *genetik* yang memengaruhi vigor benih. Selain itu, uji adaptasi lapangan pada berbagai kondisi agroklimat di Indonesia diperlukan untuk menilai kemampuan tumbuh dan hasil tanaman pada skala budidaya. Genotipe Guri 2 dan Nias direkomendasikan sebagai kandidat potensial dalam program pemuliaan atau produksi benih bermutu karena menunjukkan performa fisiologis terbaik pada tahap perkecambahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Dina Banjarnahor, S.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan selama proses penelitian berlangsung. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Theresa Dwi Kurnia, S.P., M.P. selaku Ketua Program Studi yang sekaligus telah membantu dan mendukung pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada Yuniel Melvanolo Zandrato, S.P., M.Si. yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama penelitian ini dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayisa, M., Seid, H., Esatu, A., & Debeli, G. (2023). Evaluating Seed Quality and Germination Potential of Different Bread Wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) Varieties at Kulumsa Agricultural Research Centre, Ethiopia. *Reports*, 3(3), 29–34. <https://doi.org/10.11648/j.reports.20230303.12>
- Collins, S. P., Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C. A., Miller, K. F., Kampe, C., & Butler, J. (2021). *Guidelines for the establishment and management of seed testing laboratories*.

- Duan, S., AL-Huqail, A. A., Alsudays, I. M., Younas, M., Aslam, A., Shahzad, A. N., Qayyum, M. F., Rizwan, M., Alhaj Hamoud, Y., Shaghaleh, H., & Yong, J. W. H. (2024). Effects of biochar types on seed germination, growth, chlorophyll contents, grain yield, sodium, and potassium uptake by wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress. *BMC Plant Biology*, 24(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05188-0>
- Fu, C., Zhou, Y., Liu, A., Chen, R., Yin, L., Li, C., & Mao, H. (2024). Genome-wide association study for seedling heat tolerance under two temperature conditions in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *BMC Plant Biology*, 24(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05116-2>
- Haque, M. A. (2024). Effect of Seed Priming on Germination Behavior and Emergence of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 25(2), 53–61. <https://doi.org/10.9734/jaeri/2024/v25i2584>
- Javid, S., Bihamta, M. R., Omid, M., Abbasi, A. R., Alipour, H., Ingvarsson, P. K., & Pocza, P. (2025). Genome-wide association study (GWAS) uncovers candidate genes linked to the germination performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress. *BMC Genomics*, 26(1). <https://doi.org/10.1186/s12864-024-11188-z>
- Li, X., Chen, Y., Xu, Y., Sun, H., Gao, Y., Yan, P., Song, Q., Li, S., & Zhan, A. (2024). Genotypic variability in root morphology in a diverse wheat genotypes under drought and low phosphorus stress. *Plants*, 13(23), 3361. <https://doi.org/10.3390/plants13233361>
- Laurençon, M., Legrix, J., Wagner, M. H., Demilly, D., Baron, C., Rolland, S., Ducournau, S., Laperche, A., & Nesi, N. (2024). Genomic and phenomic predictions help capture low-effect alleles promoting seed germination in oilseed rape in addition to QTL analyses. *Theoretical and Applied Genetics*, 137(7), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s00122-024-04659-0>
- Majeed, Y., Fiaz, S., Teng, W., Rasheed, A., Gillani, S. F. A., Xi, Z., Seleiman, M. F., Diatta, A. A., & Gitari, H. (2023). Evaluation of twenty genotypes of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown under heat stress during germination stage. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 51(2), 1–20. <https://doi.org/10.15835/nbha51213207>
- Maulana, F., Huang, W., Anderson, J. D., Kumssa, T. T., & Ma, X.-F. (2021). Genome-wide association mapping of seedling vigor and regrowth vigor in winter wheat. *Crops*, 1(3), 153–165. <https://doi.org/10.3390/crops1030015>
- Mardi, C. T., Trikoesoemaningtyas, & Wahyu, Y. (2022). Keragaan dan keragaman genetik genotipe-genotipe F2:3 gandum (*Triticum aestivum* L.) di dataran tinggi Indonesia. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 50(1), 33–40. <https://doi.org/10.24831/jai.v50i1.37104>
- Nabizadeh, E. (2014). Response of wheat genotypes to artificial water stress at germination and seedling growth stages. *Advances in Environmental Biology*, 8(1), 115–119.
- Nik, M. M., Babaeian, M., & Tavassoli, A. (2011). Effect of seed size and genotype on germination characteristic and seed nutrient content of wheat. *Scientific Research and Essays*, 6(9), 2019–2025. <https://doi.org/10.5897/sre11.621>
- Putra, F. O. P., & Kurnia, T. D. (2019). Pemaraman Benih Gandum (*Triticum aestivum* L.) untuk Meningkatkan Kualitas Perkecambahan pada Kondisi Cekaman Kering. *Jurnal Agric: Ilmu Pertanian*, 31(1), 89–101.
- Ramappa, S., Joshi, M. A., Krishna, H., Dunna, V., Jain, N., Sreevathsa, R., & Devate, N. B. (2023). Unravelling the genetic basis of moisture deficit stress tolerance in

- wheat for seedling vigour-related traits and root traits using genome-wide association study. *Genes*, 14(10), 1902. <https://doi.org/10.3390/genes14101902>
- Shahbazi, F. (2021). A study on the seed susceptibility of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to impact damage. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14(3), 505–512.
- Sharma. E., & Majee, M. (2023). Seed germination variability: why do genetically identical seeds not germinate at the same time? *Journal of Experimental Botany*, 74(12), 3462-3475. <https://doi.org/10.1093/jxb/erad101>
- Temizgul, R., Ciftci, B., Kardes, Y. M., Kara, R., Temizgul, S., Yilmaz, S., & Kaplan, M. (2025). Comparison of different hulled wheat genotypes in terms of yield, morphological, and nutritional properties. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 72(1), 475–482. <https://doi.org/10.1007/s10722-024-01994-5>
- Waseem Abbas, M. (2018). Germination and Seedling Growth of Wheat as Affected by Seed Priming and its Duration. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 18(3), 14–20. <https://doi.org/10.19080/artoaj.2018.18.556062>
- Yue, J., Liu, Y., Yuan, S., Sun, H., Lou, H., Li, Y., Guo, H., Liu, Z., Zhang, F., Zhai, N., Zhang, S., Bai, J., & Zhang, L. (2024). Uncovering seed vigor responsive miRNA in hybrid wheat and its parents by deep sequencing. *BMC Genomics*, 25, Article 991. <https://doi.org/10.1186/s12864-024-10878-y>
- Zanjan, M. G., & Asli, D. E. (2012). A study of seed germination and early seedling growth of wheat genotypes affected by different seed pyridoxine-priming duration. *Annals of Biological Research*, 3(12), 5687–5691.