

## EFEKTIVITAS FORMULASI *Seed Coating* UMBI BAWANG MERAH TAHAP *Seedling* DALAM MEMACU PERTUMBUHAN BAWANG MERAH (*Allium Cepa L.*)

Nur Afni<sup>1</sup>, Suharman<sup>2\*</sup>, Hikmahwati<sup>3</sup>, Cennawati<sup>4</sup>, Erwin Djamaluddin<sup>5</sup>

Correspondensi e-mail\*: [suharmansyam01@gmail.com](mailto:suharmansyam01@gmail.com)

<sup>1,2,4,5</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Enrekang

<sup>3</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Ilmu Pertanian, Universitas Al Syariah Mandar

### ABSTRACT

Shallot (*Allium cepa L.*) is an important horticultural commodity whose productivity is strongly influenced by seed quality and early plant growth. One approach to improving seed quality and early growth performance is the application of seed coating technology using adhesive materials and biological agents. This study aimed to evaluate the effects of seed coating treatments based on carboxymethyl cellulose (CMC) combined with lime, *Trichoderma*, *Bacillus*, and mycorrhiza on germination, growth rate, and growth performance of shallot. The experiment was arranged in a completely randomized design with several seed coating treatments and a control, each replicated three times. Observed parameters included germination percentage, growth rate, root length, number of leaves, number of tillers, fresh weight, and dry weight of plants. The results showed that seed coating treatments significantly affected germination and growth rate at 3 and 5 days after sowing, as well as fresh and dry weights of shallot plants. The CMC + lime treatment produced the highest germination, growth rate, fresh weight, and dry weight, while treatments containing biological agents tended to enhance vegetative growth. In conclusion, seed coating technology using CMC combined with lime and beneficial microorganisms has the potential to improve seed quality and early growth of shallot.

### ABSTRAK

Bawang merah (*Allium cepa L.*) merupakan komoditas hortikultura penting yang produktivitasnya sangat dipengaruhi oleh kualitas benih dan pertumbuhan awal tanaman. Salah satu upaya untuk meningkatkan mutu benih dan pertumbuhan awal tanaman adalah melalui teknologi *seed coating* menggunakan bahan perekat dan agen hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai perlakuan *seed coating* berbasis *carboxymethyl cellulose* (CMC) yang dikombinasikan dengan

### ARTICLE INFO

Submitted: 6 Maret 2026

Revised: 9 Maret 2026

Accepted: 14 Maret 2026

### Keywords:

shallot; seed coating; CMC; biological agents

### DOI:

[10.55080/agronimal.v4i1.1925](https://doi.org/10.55080/agronimal.v4i1.1925)

kapur, *Trichoderma*, *Bacillus*, dan *mikoriza* terhadap daya berkecambah, kecepatan tumbuh, dan pertumbuhan bawang merah. Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan beberapa perlakuan *seed coating* dan kontrol, serta diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diamati meliputi daya berkecambah, kecepatan tumbuh, panjang akar, jumlah daun, jumlah anakan, bobot basah, dan bobot kering tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *seed coating* berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah dan kecepatan tumbuh pada umur 3 dan 5 HST, serta terhadap bobot basah dan bobot kering tanaman. Perlakuan CMC + kapur memberikan hasil terbaik pada daya berkecambah, kecepatan tumbuh, bobot basah, dan bobot kering tanaman, sedangkan perlakuan yang mengandung mikroorganisme menunjukkan kecenderungan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Dengan demikian, teknologi *seed coating* menggunakan CMC yang dikombinasikan dengan kapur dan agen hayati berpotensi meningkatkan mutu benih dan pertumbuhan awal bawang merah.

---

**Kata kunci:**

bawang merah; *seed coating*; CMC; agen hayati

---

## PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan komoditas hortikultura penting yang banyak digunakan sebagai bumbu masakan dan bahan obat tradisional. Kandungan senyawa sulfur di dalamnya memiliki manfaat sebagai antibakteri, antioksidan, dan antiinflamasi (Aryanta, 2019). Tingginya kebutuhan konsumsi membuat bawang merah memiliki nilai ekonomi yang besar dan terus dikembangkan di berbagai daerah, termasuk Kabupaten Enrekang. Badan Pusat Statistik (2025) menunjukkan bahwa produksi bawang merah di Kabupaten Enrekang meningkat dari 4.145,56 ton pada tahun 2023 menjadi 21.999,34 ton pada tahun 2024. Meskipun demikian, peningkatan produksi masih menghadapi kendala, terutama pada ketersediaan dan mutu bahan tanam.

Salah satu permasalahan utama dalam budidaya bawang merah adalah tingginya biaya pengadaan bibit serta kualitas bahan tanam yang tidak selalu stabil. Petani umumnya menggunakan benih berupa umbi yang membutuhkan jumlah besar sehingga meningkatkan biaya produksi dan berpotensi membawa patogen tular benih (Rosliani et al., 2022). Selain itu, benih bawang merah, khususnya *true shallot seed* (TSS), mudah mengalami penurunan mutu akibat penyimpanan yang kurang baik, sehingga daya tumbuh dan keseragaman tanaman menjadi rendah (Kamanga et al., 2021). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan mutu benih, khususnya pada fase awal pertumbuhan, menjadi faktor penting dalam menunjang keberhasilan budidaya bawang merah.

Di Provinsi Sulawesi Selatan ketersediaan benih bermutu sering kali tidak mencukupi saat musim tanam, sehingga menghambat pencapaian swasembada. Untuk mengatasi kendala tersebut, diperlukan sistem produksi benih yang terorganisir dengan mengedepankan prinsip “tujuh tepat” (tepat varietas, jumlah, mutu, tempat, waktu, harga, dan teknologi). Benih varietas unggul yang bermutu memiliki peranan penting dalam peningkatan produktivitas pertanian, baik skala kecil maupun besar. Sekitar 60–65% peningkatan hasil pertanian bergantung pada penggunaan benih bermutu, yang dipengaruhi oleh faktor genetik dan teknologi pengolahan benih. Dengan kata lain, tidak semua benih unggul memiliki kualitas yang baik, tetapi benih yang bermutu sudah pasti memiliki sifat unggul secara genetik. Dalam konteks ini, penggunaan biji sebagai bahan tanam bawang merah telah terbukti mampu meningkatkan hasil hingga 60% serta mengurangi biaya produksi hingga 30% dibandingkan penggunaan umbi (Ulfa et al., 2023).

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk meningkatkan mutu benih adalah *seed coating* atau pelapisan benih. Teknologi ini berfungsi melindungi benih, memperbaiki ukuran dan bentuknya, serta menjadi media pembawa bahan tambahan seperti perekat, nutrisi, maupun mikroorganisme yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pelapisan benih dapat meningkatkan performa benih pada fase awal pertumbuhan. Rajagukguk et al. (2023) melaporkan bahwa pelapisan benih tidak menghambat perkecambahan dan bahkan dapat mempercepat pertumbuhan awal. Bahan seperti CMC digunakan sebagai perekat (Kurniawan & Lestari, 2020), sedangkan gipsum dan kapur membantu memperbaiki kondisi lingkungan sekitar benih. Namun, penelitian mengenai penggunaan formulasi *seed coating* pada benih umbi bawang merah, khususnya pada tahap seedling, masih terbatas.

Dengan demikian, *Seed Coating* memiliki peran strategis dalam mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Penambahan mikroba bermanfaat pada pelapisan benih tidak hanya memberikan perlindungan terhadap penyakit, tetapi juga meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia. Penelitian Musa et al. (2021) bahkan menunjukkan bahwa pelapisan benih dengan biofertilizer mampu memperbaiki pertumbuhan tanaman sekaligus menjaga kesuburan tanah. Oleh karena itu, penerapan *Seed Coating* dapat menjadi salah satu inovasi penting dalam upaya meningkatkan produktivitas bawang merah sekaligus menjaga kelestarian lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas formulasi *seed coating* pada benih umbi bawang merah dalam meningkatkan pertumbuhan awal tanaman. Kebaruan penelitian ini terletak pada fokus pengujian formulasi pelapis pada benih umbi bawang merah pada fase seedling untuk meningkatkan vigor dan keseragaman pertumbuhan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi alternatif teknologi yang lebih efisien dan mendukung budidaya bawang merah secara berkelanjutan.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan analitik, alat tulis, pengaduk, Mortar, Wadah, Kaki tiga, Kawat kasa, Oven, penggaris, Bunsen, Batang pengaduk (*stirring Rod*), Korek api, Kamera Samsung A23, Gelas ukur, Nampan, dan Pinset. Sedangkan bahan yang akan digunakan yaitu CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*), *Bacillus sp*, *Trichoderma sp*, Bentonit, *Mikoriza sp*, Benih bawang merah varietas Tajuk, Tanah, Gypsum, Kapur, Alkohol dan Air.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tujuh perlakuan dan tiga ulangan sehingga diperoleh 21 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri atas 10 benih bawang merah, sehingga total benih yang digunakan sebanyak 210 benih. Perlakuan yang diuji meliputi P0 (kontrol/tanpa perlakuan), P1 (CMC + gipsum), P2 (CMC + kapur + *Trichoderma*), P3 (CMC + *mikoriza*), P4 (CMC + *Bacillus*), P5 (CMC + *Bacillus* + *Trichoderma*), dan P6 (CMC + kapur).

Pembuatan formulasi diawali dengan penimbangan bahan sesuai dosis perlakuan, yaitu gipsum 20 g, kapur 20 g, *Trichoderma* 20 g, *mikoriza* 20 g, dan *Bacillus* 5 ml. Larutan perekat dibuat dengan melarutkan 20 g *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) ke dalam 250 ml air, kemudian dipanaskan pada suhu 60–70°C selama 5–10 menit hingga larut dan homogen. Pelapisan benih dilakukan dengan mencelupkan benih bawang merah ke dalam larutan CMC hingga seluruh permukaan terlapisi secara merata. Benih kemudian digulingkan pada bahan pelapis sesuai perlakuan hingga tertutup sempurna. Selanjutnya benih dikeringkan selama 24 jam di tempat sejuk dan kering untuk menurunkan kadar kelembapan. Penanaman dilakukan pada net pot berisi media tanah dengan 10 lubang tanam sedalam 2–3 cm. Setiap lubang ditanami satu benih. Setelah

tanam, benih disiram secukupnya. Pemeliharaan dilakukan di greenhouse dengan menjaga kelembapan media melalui penyiraman teratur tanpa menimbulkan genangan serta pembersihan gulma secara berkala. Parameter yang diamati meliputi:

1. Tinggi Tanaman
2. Jumlah Daun
3. Jumlah Anakan
4. Panjang Akar
5. Daya Berkecambah
6. Kecepatan Tumbuh
7. Bobot Basah
8. Bobot Kering

Pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan dilakukan setiap 7 hari mulai 7 hingga 35 hari setelah tanam. Panjang akar diukur pada hari ke-35 dengan mencabut tanaman secara hati-hati, membersihkan akar dari tanah, dan mengukur akar terpanjang menggunakan penggaris dalam satuan centimeter.

### Analisis Data

Data hasil pengamatan lapangan dianalisis secara statistik menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor. Setiap perlakuan dalam penelitian ini dilakukan sebanyak tiga ulangan. Pengujian dilakukan melalui Analisis Sidik Ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui adanya perbedaan nyata antarperlakuan. Apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh yang signifikan, maka pengujian dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) guna menentukan perlakuan-perlakuan yang berbeda secara nyata.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengamatan Tinggi Tanaman

Hasil pengamatan tinggi tanaman bawang merah setelah dilakukan analisis ragam (Anova) pada Lampiran 1a menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Berdasarkan hasil analisis statistik selama periode pengamatan hingga 35 HST, pengaruh nyata terlihat pada umur 7, 14, dan 21 HST, sedangkan pada umur 28 dan 35 HST perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Rata-rata tinggi tanaman bawang merah selama 35 HST yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan selanjutnya disajikan pada Tabel 1.

| Perlakuan | Parameter Tinggi Tanaman (Cm) |                     |                      |        |        |
|-----------|-------------------------------|---------------------|----------------------|--------|--------|
|           | 7 HST                         | 14 HST              | 21 HST               | 28 HST | 35 HST |
| (P0)      | 3,37 <sup>ab</sup>            | 7,70 <sup>a</sup>   | 14,03 <sup>a</sup>   | 19,73  | 21,13  |
| (P1)      | 4,37 <sup>abc</sup>           | 10,70 <sup>ab</sup> | 16,97 <sup>abc</sup> | 21,5   | 24,5   |
| (P2)      | 10,07 <sup>cd</sup>           | 19,93 <sup>bc</sup> | 24,77 <sup>cd</sup>  | 25,17  | 26,87  |
| (P3)      | 9,47 <sup>bcd</sup>           | 19,23 <sup>bc</sup> | 23,43 <sup>bcd</sup> | 25,8   | 28,2   |
| (P4)      | 10,07 <sup>bcd</sup>          | 18,07 <sup>bc</sup> | 23,57 <sup>bcd</sup> | 25,93  | 27,8   |
| (P5)      | 2,40 <sup>a</sup>             | 10,50 <sup>ab</sup> | 16,20 <sup>ab</sup>  | 19,5   | 22,5   |
| (P6)      | 14,00 <sup>d</sup>            | 24,50 <sup>c</sup>  | 26,50 <sup>d</sup>   | 28,00  | 29,1   |

BNT 5%      3,39                      3,39                      3,39                      ns                      ns

Keterangan : Nilai angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT<sub>a=0,05</sub>

Berdasarkan rata-rata tinggi tanaman selama pengamatan, perlakuan P6 (CMC+Kapur) memberikan hasil tertinggi dengan rata-rata 24,42 cm, diikuti oleh P2 (CMC+Kapur+*Trichoderma*) sebesar 21,36 cm, P3 (CMC+*Mikoriza*) sebesar 21,22 cm, dan P4 (CMC+*Bacillus*) sebesar 21,09 cm, sedangkan P0 (kontrol) menunjukkan rata-rata terendah yaitu 13,19 cm. Uji BNT 5% menunjukkan bahwa perbedaan nyata antar perlakuan hanya terjadi pada fase awal pertumbuhan, yaitu pada 7, 14, dan 21 HST. Pada periode tersebut, P6 secara konsisten berbeda nyata dibandingkan perlakuan terendah, terutama P0 dan P5, yang memiliki pertumbuhan lebih lambat.

Pertumbuhan tinggi tanaman bawang merah menunjukkan urutan perlakuan terbaik yaitu P6 (CMC+Kapur) sebesar 24,42 cm, P2 (CMC+Kapur+*Trichoderma*) sebesar 21,36 cm dan P3 (CMC+*Bacillus*) sebesar 21,22 cm. tinggi tanaman pada perlakuan P6 menunjukkan bahwa kombinasi CMC dan kapur mampu menciptakan lingkungan tumbuh yang lebih stabil serta meningkatkan ketersediaan kalsium yang berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel tanaman bawang merah (Sharma et al., 2021). Keberadaan kapur juga berfungsi memperbaiki reaksi media tanam sehingga penyerapan unsur hara berlangsung lebih optimal dan mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Perlakuan P2 dan P3 yang menghasilkan tinggi tanaman yang terkait dengan tinggi menunjukkan bahwa peran mikroorganisme seperti *Trichoderma sp.* dan *Bacillus sp.* mampu meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman melalui peningkatan ketersediaan unsur hara dan produksi zat pengatur tumbuh. Rendahnya tinggi tanaman pada perlakuan P0 menunjukkan bahwa tanaman tanpa *seed coating* tidak memperoleh perlindungan maupun stimulasi awal sehingga pertumbuhan vegetatif berlangsung lebih lambat (Maulana et al., 2022).

### Pengamatan Jumlah Daun

Hasil pengamatan jumlah daun bawang merah setelah dilakukan analisis ragam (Anova) pada Lampiran 2a menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun di setiap pengamatan, yang ditunjukkan oleh perbedaan notasi huruf pada setiap umur pengamatan. Rata-rata jumlah daun bawang merah selama periode pengamatan hingga 35 HST selanjutnya disajikan pada Tabel 4.

| Perlakuan | Parameter Jumlah Daun (Helai) |                    |                      |                      |                      |
|-----------|-------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|           | 7 HST                         | 14 HST             | 21 HST               | 28 HST               | 35 HST               |
| (P0)      | 3,60 <sup>a</sup>             | 4,17 <sup>a</sup>  | 5,30 <sup>a</sup>    | 6,70 <sup>a</sup>    | 8,07 <sup>a</sup>    |
| (P1)      | 3,50 <sup>a</sup>             | 6,47 <sup>ab</sup> | 7,17 <sup>ab</sup>   | 9,10 <sup>ab</sup>   | 9,83 <sup>abc</sup>  |
| (P2)      | 5,00 <sup>ab</sup>            | 12,27 <sup>c</sup> | 12,47 <sup>d</sup>   | 13,60 <sup>c</sup>   | 14,33 <sup>abc</sup> |
| (P3)      | 4,00 <sup>a</sup>             | 10,40 <sup>c</sup> | 11,27 <sup>cd</sup>  | 10,73 <sup>abc</sup> | 11,50 <sup>c</sup>   |
| (P4)      | 8,90 <sup>a</sup>             | 11,27 <sup>c</sup> | 11,30 <sup>bcd</sup> | 12,80 <sup>bc</sup>  | 14,30 <sup>c</sup>   |
| (P5)      | 3,50 <sup>a</sup>             | 5,80 <sup>a</sup>  | 7,40 <sup>abc</sup>  | 8,20 <sup>a</sup>    | 9,10 <sup>ab</sup>   |
| (P6)      | 9,40 <sup>a</sup>             | 11,80 <sup>c</sup> | 12,00 <sup>d</sup>   | 12,90 <sup>bc</sup>  | 13,60 <sup>bc</sup>  |
| BNT 5%    | 3,39                          | 3,39               | 3,39                 | 3,39                 | 3,39                 |

Keterangan : Nilai angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT<sub>a=0,05</sub>

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah daun bawang merah selama 35 HST, perlakuan P2 menghasilkan jumlah daun tertinggi, yaitu 14,33 helai, diikuti oleh P4 (14,30 helai) dan P6 (13,60 helai). Sebaliknya, perlakuan P0 menunjukkan rata-rata jumlah daun terendah, yakni 8,07 helai. Hasil ini mengindikasikan bahwa perlakuan P2 merupakan perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan jumlah daun, sedangkan perlakuan P0 memberikan respon pertumbuhan paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Jumlah daun bawang merah menunjukkan urutan perlakuan terbaik yaitu P2 (CMC+Kapur+*Trichoderma*) sebesar 14,33 helai, diikuti oleh P4 (CMC+*Bacillus*) sebesar 14,30 helai dan P6 (CMC+Kapur) sebesar 13,60 helai. Tingginya jumlah daun pada perlakuan P2 Penggunaan *Trichoderma* sebagai bahan *seed coating* dinilai lebih efektif dalam meningkatkan jumlah daun karena bersifat aktif secara biologis, mampu memacu pertumbuhan vegetatif melalui produksi hormon tumbuh seperti indole acetic acid (IAA) dan giberelin (GA<sub>3</sub>), serta menekan patogen tular benih sehingga tanaman tumbuh lebih sehat sejak fase awal. Kondisi tersebut mendukung proses fotosintesis yang lebih optimal dan berkontribusi terhadap peningkatan pembentukan daun dibandingkan bahan non-hayati seperti kapur yang hanya berfungsi sebagai penetral pH tanpa peran langsung dalam stimulasi pertumbuhan tanaman (Tefa et al., 2016).

### Pengamatan Jumlah Anakan

Hasil pengamatan jumlah anakan setelah dilakukan analisis ragam (Anova) pada lampiran 3a memperlihatkan adanya pengaruh nyata terhadap jumlah anakan bawang merah pada hari ke 7,14,dan 21 hst. Rata-rata jumlah anakan tanaman bawang merah pengamatan selama 35 HST setelah dilakukan analisis statistik disajikan pada tabel 5 berikut:

| Perlakuan     | Parameter Jumlah Anakan (Rumpun) |                     |                     |           |           |
|---------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|-----------|-----------|
|               | 7 HST                            | 14 HST              | 21 HST              | 28 HST    | 35 HST    |
| (P0)          | 1,23 <sup>a</sup>                | 2,70 <sup>ab</sup>  | 3,63 <sup>ab</sup>  | 4,33      | 5,17      |
| (P1)          | 1,97 <sup>ab</sup>               | 3,10 <sup>abc</sup> | 3,80 <sup>abc</sup> | 4,33      | 4,67      |
| (P2)          | 2,73 <sup>bc</sup>               | 4,37 <sup>c</sup>   | 4,97 <sup>c</sup>   | 5,5       | 5,83      |
| (P3)          | 2,00 <sup>ab</sup>               | 3,70 <sup>bc</sup>  | 4,30 <sup>bc</sup>  | 4,73      | 5,07      |
| (P4)          | 2,90 <sup>bc</sup>               | 3,63 <sup>bc</sup>  | 4,43 <sup>bc</sup>  | 5,03      | 5,8       |
| (P5)          | 1,20 <sup>a</sup>                | 2,20 <sup>a</sup>   | 2,90 <sup>a</sup>   | 3,5       | 4,1       |
| (P6)          | 3,30 <sup>c</sup>                | 4,00 <sup>bc</sup>  | 4,30 <sup>bc</sup>  | 4,50      | 5,00      |
| <b>BNT 5%</b> | <b>3,39</b>                      | <b>3,39</b>         | <b>3,39</b>         | <b>ns</b> | <b>ns</b> |

Keterangan : Nilai angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT<sub>a=0,05</sub>

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah anakan bawang merah selama 35 HST, perlakuan P2 menghasilkan rata-rata jumlah anakan tertinggi, yaitu 4,68 rumpun, diikuti oleh P4 (4,35 rumpun) dan P6 (4,22 rumpun). Sebaliknya, perlakuan P5 menunjukkan rata-rata jumlah anakan terendah yakni 2,78 rumpun. Hasil ini mengindikasikan bahwa perlakuan P2 merupakan

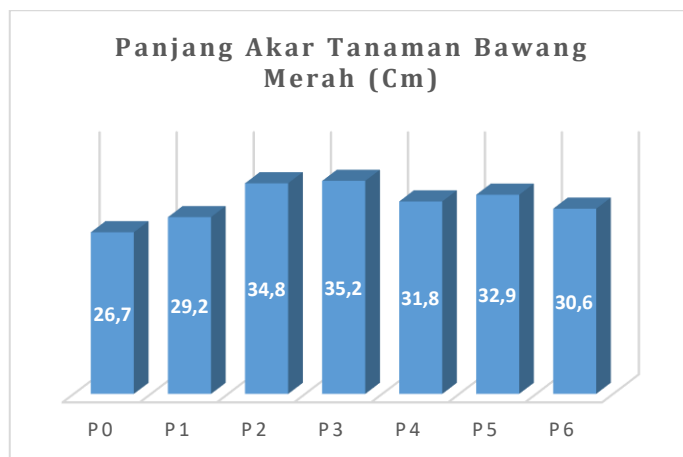


perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan anakan bawang merah sedangkan perlakuan P0 memberikan respon pertumbuhan paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Perlakuan P2 (CMC+Kapur+*Trichoderma*) menghasilkan rata-rata jumlah anakan tertinggi, yang menunjukkan bahwa kombinasi amelioran tanah dan jamur antagonis tersebut mampu meningkatkan pertumbuhan bawang merah secara optimal. *Trichoderma* dinilai lebih baik digunakan sebagai seed coating dalam meningkatkan jumlah anakan karena menurut (Rajagukguk et al., 2023) *Trichoderma* berperan sebagai mikroorganisme yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman melalui peningkatan aktivitas mikroba tanah dan perkembangan sistem perakaran. Jurnal tersebut menjelaskan bahwa *Trichoderma* berfungsi sebagai pengurai bahan organik serta membantu menciptakan lingkungan tumbuh yang lebih baik bagi benih dan kecambah, sehingga tanaman memiliki kondisi awal yang lebih sehat. Pertumbuhan perakaran yang lebih baik memungkinkan penyerapan air dan hara berlangsung lebih optimal, yang secara fisiologis berpengaruh terhadap kemampuan tanaman membentuk anakan. Dengan demikian, penggunaan *Trichoderma* sebagai bahan *seed coating* berpotensi meningkatkan jumlah anakan melalui perbaikan lingkungan tumbuh dan dukungan pertumbuhan vegetatif awal tanaman (Rajagukguk et al., 2023).

### Pengamatan Panjang Akar

Hasil pengamatan panjang akar bawang merah setelah dilakukan analisis ragam (Anova) pada lampiran 4a menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap panjang akar tanaman. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji BNT 5% yang tidak berbeda nyata (ns), sehingga tidak dilakukan uji lanjut antar perlakuan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan belum mampu menimbulkan perbedaan yang signifikan terhadap pertumbuhan panjang akar bawang merah selama periode pengamatan. Rata-rata panjang akar bawang merah dari seluruh perlakuan selanjutnya disajikan pada gambar berikut:



Keterangan : Nilai angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji  $BNT_{\alpha=0,05}$

Meskipun demikian, secara numerik terlihat adanya variasi panjang akar antar perlakuan. Perlakuan P3 (CMC+*Mikoriza*) menghasilkan panjang akar tertinggi sebesar 35,2 cm, diikuti oleh P2 (CMC+Kapur+*Trichoderma*) sebesar 34,8 cm dan P5 (CMC+*Bacillus*+*Trichoderma*) sebesar 32,9 cm. Perlakuan P4 dan P6 masing-masing menghasilkan panjang akar sebesar 31,8 cm dan 30,6 cm, sedangkan perlakuan P1 sebesar 29,2 cm. Perlakuan P0 (kontrol) menunjukkan panjang

akar terendah yaitu 26,7 cm. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan adanya kecenderungan respon tanaman terhadap perlakuan, meskipun secara statistik tidak menunjukkan pengaruh yang nyata.

Perlakuan yang diberikan belum menunjukkan pengaruh nyata terhadap panjang akar bawang merah, yang mengindikasikan bahwa selama periode pengamatan pemanjangan akar lebih dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman serta kondisi lingkungan dasar, seperti tekstur tanah dan ketersediaan air, dibandingkan dengan perlakuan mikroba, terutama pada fase awal hingga pertengahan pertumbuhan bawang merah (Lestari et al., 2019). Meskipun demikian, secara numerik perlakuan P3 (CMC + mikoriza) menunjukkan nilai panjang akar tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa *mikoriza* memiliki potensi dalam mendukung perkembangan sistem perakaran melalui kemampuannya mengkolonisasi jaringan akar dan membentuk hifa eksternal yang berfungsi memperluas daerah serapan akar, sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan air dan unsur hara, khususnya fosfor, dan mendorong pertumbuhan akar yang lebih optimal (Basri, 2018).

### Pengamatan Daya Berkecambah

Hasil pengamatan daya berkecambah benih bawang merah setelah dilakukan analisis ragam (Anova) pada lampiran 5a menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata pada fase awal perkecambahan, khususnya pada umur 3 HST dan 5 HST, sedangkan pada umur 7, 9, 11, 13, dan 14 HST perlakuan tidak berpengaruh nyata (ns).

| Perlakuan | Parameter Daya Berkecambah (%) |                     |              |             |             |              |              |
|-----------|--------------------------------|---------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|           | 3HST                           | 5HST                | 7HST         | 9 HST       | 11 HST      | 13 HST       | 14 HST       |
| (P0)      | 7,70 <sup>a</sup>              | 20,00 <sup>a</sup>  | 36,67        | 66,67       | 7,70        | 56,67        | 7,70         |
| (P1)      | 10,70 <sup>ab</sup>            | 30,00 <sup>a</sup>  | 50,00        | 66,67       | 19,93       | 83,33        | 10,70        |
| (P2)      | 19,93 <sup>bc</sup>            | 40,00 <sup>ab</sup> | 63,33        | 73,33       | 19,93       | 60,00        | 19,93        |
| (P3)      | 19,23 <sup>bc</sup>            | 70,00 <sup>b</sup>  | 33,33        | 76,67       | 19,23       | 90,00        | 19,23        |
| (P4)      | 18,07 <sup>bc</sup>            | 36,67 <sup>ab</sup> | 56,67        | 63,33       | 18,08       | 86,67        | 18,07        |
| (P5)      | 10,5 <sup>ab</sup>             | 23,33 <sup>a</sup>  | 30,00        | 66,70       | 10,50       | 86,70        | 10,50        |
| (P6)      | 24,5 <sup>c</sup>              | 73,33 <sup>b</sup>  | 63,30        | 66,67       | 24,47       | 93,33        | 24,47        |
| <b>KK</b> | <b>34,28</b>                   | <b>40,34</b>        | <b>61,31</b> | <b>8,42</b> | <b>9,28</b> | <b>29,55</b> | <b>10,68</b> |

Keterangan : Nilai angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT<sub>a=0,05</sub>

Secara numerik, pada 3 HST daya berkecambah tertinggi diperoleh pada perlakuan P6 (24,5%), diikuti oleh P2 (19,93%) dan P3 (19,23%), sedangkan nilai terendah terdapat pada P0 (7,70%). Pada 5 HST, perlakuan P6 (73,33%) dan P3 (70,00%) menunjukkan daya berkecambah tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan dengan nilai rendah seperti P0 (20,00%).

Pada pengamatan selanjutnya hingga 14 HST, seluruh perlakuan menunjukkan daya berkecambah yang relatif seragam, sehingga secara statistik tidak berbeda nyata, meskipun secara numerik P6 cenderung memberikan persentase daya berkecambah tertinggi, sementara P0 menunjukkan nilai terendah. Perlakuan yang diberikan menunjukkan pengaruh nyata terhadap daya berkecambah bawang merah pada umur 3 dan 5 HST, yang mengindikasikan bahwa perlakuan berperan penting pada fase awal proses perkecambahan. Perlakuan P6 (CMC +



kapur) menghasilkan daya berkecambah tertinggi pada umur tersebut, yang diduga berkaitan dengan kemampuan kapur dalam memperbaiki kondisi kimia media tumbuh, khususnya pH, sehingga mendukung aktivitas enzim perkecambahan dan penyerapan air oleh benih. Kondisi pH yang optimal dapat mempercepat proses imbibisi serta aktivasi metabolisme benih, yang pada akhirnya mempercepat kemunculan kecambah (Bewley et al., 2013). Selain itu, perlakuan P3 (CMC + *mikoriza*) dan P2 (CMC + kapur + *Trichoderma*) juga menunjukkan daya berkecambah yang relatif tinggi pada fase awal, yang mengindikasikan peran mikroorganisme dalam meningkatkan vigor benih dan mendukung pertumbuhan awal kecambah (Begum et al., 2019).

Pada pengamatan selanjutnya (7-14 hst), seluruh perlakuan menunjukkan daya berkecambah yang relatif seragam dan tidak berbeda nyata secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh perlakuan cenderung bersifat sementara dan dominan pada fase awal perkecambahan, sedangkan pada fase lanjutan daya berkecambah lebih dipengaruhi oleh faktor genetik benih dan kondisi lingkungan yang relatif homogen. Fenomena ini sejalan dengan laporan bahwa perlakuan benih atau media tumbuh umumnya mempercepat kemunculan kecambah, namun tidak selalu meningkatkan persentase akhir perkecambahan secara signifikan (Sah et al., 2021). Rendahnya daya berkecambah pada perlakuan kontrol (P0) yang tanpa agen hayati proses perkecambahan berlangsung lebih lambat dan kurang optimal pada fase awal.

### Pengamatan Kecepatan Tumbuh

Hasil pengamatan kecepatan tumbuh benih bawang merah setelah dilakukan analisis ragam (Anova) pada lampiran 6a menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata pada fase awal pertumbuhan, yaitu pada umur 3 HST dan 5 HST, sedangkan pada umur 7, 9, 11, 13, dan 14 HST perlakuan tidak berpengaruh nyata (ns).

| Perlakuan     | Parameter Kecepatan Tumbuh (etmal/hari) |                   |           |           |           |           |           |
|---------------|-----------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | 3HST                                    | 5HST              | 7HST      | 9HST      | 11 HST    | 13 HST    | 14 HST    |
| (P0)          | 0,56 <sup>a</sup>                       | 0,40 <sup>a</sup> | 0,52      | 0,74      | 0,76      | 0,67      | 0,62      |
| (P1)          | 0,67 <sup>a</sup>                       | 0,60 <sup>a</sup> | 0,71      | 0,75      | 0,7       | 0,64      | 0,60      |
| (P2)          | 1,00 <sup>a</sup>                       | 0,80 <sup>a</sup> | 0,90      | 0,81      | 0,79      | 0,69      | 0,64      |
| (P3)          | 1,78 <sup>b</sup>                       | 1,40 <sup>b</sup> | 1,33      | 0,85      | 0,79      | 0,69      | 0,69      |
| (P4)          | 0,78 <sup>a</sup>                       | 0,73 <sup>a</sup> | 0,81      | 0,70      | 0,73      | 0,67      | 0,63      |
| (P5)          | 0,44 <sup>a</sup>                       | 0,47 <sup>a</sup> | 0,43      | 0,70      | 0,8       | 0,70      | 0,70      |
| (P6)          | 1,80 <sup>b</sup>                       | 1,47 <sup>b</sup> | 0,90      | 0,70      | 0,70      | 0,70      | 0,70      |
| <b>BNT 5%</b> | <b>3,39</b>                             | <b>3,39</b>       | <b>ns</b> | <b>ns</b> | <b>ns</b> | <b>ns</b> | <b>ns</b> |

Keterangan : Nilai angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT<sub>a=0,05</sub>

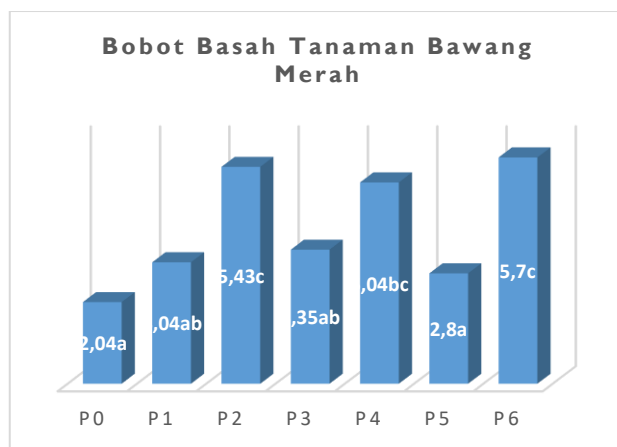
Kecepatan tumbuh tanaman yang dinyatakan dalam satuan etmal per hari menunjukkan laju pertambahan pertumbuhan harian pada setiap waktu pengamatan. Pada umur 3 HST, kecepatan tumbuh tertinggi diperoleh pada perlakuan P6 sebesar 1,80 etmal/hari dan P3 sebesar 1,78 etmal/hari, yang berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya dengan kisaran nilai 0,44–

1,00 etmal/hari. Pada pengamatan 5 HST, kecepatan tumbuh tanaman masih relatif tinggi, terutama pada perlakuan P6 (1,47 etmal/hari) dan P3 (1,40 etmal/hari), dan keduanya berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya yang memiliki kecepatan tumbuh berkisar antara 0,40–0,80 etmal/hari. Namun, pada pengamatan selanjutnya yaitu 7 hingga 14 HST, kecepatan tumbuh tanaman cenderung menurun dan relatif seragam antar perlakuan dengan nilai berkisar antara 0,43–0,90 etmal/hari, serta berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata (ns) antar perlakuan.

Perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh bawang merah pada umur 3 dan 5 HST, yang menunjukkan bahwa perlakuan berperan penting pada fase awal pertumbuhan kecambah. Perlakuan P6 (CMC + kapur) dan P3 (CMC + *mikoriza*) menghasilkan kecepatan tumbuh tertinggi pada fase tersebut. Peningkatan kecepatan tumbuh pada perlakuan kapur diduga berkaitan dengan perannya dalam memperbaiki pH media tumbuh sehingga mendukung aktivitas fisiologis tanaman dan penyerapan hara pada tahap awal pertumbuhan. Sementara itu, *mikoriza* berkontribusi dalam memperluas daerah serapan akar melalui pembentukan hifa eksternal, sehingga ketersediaan air dan unsur hara meningkat dan mendorong percepatan pertumbuhan kecambah. Kondisi lingkungan tumbuh yang lebih optimal pada fase awal memungkinkan proses pembelahan dan pemanjangan sel berlangsung lebih cepat (Begum et al., 2019).

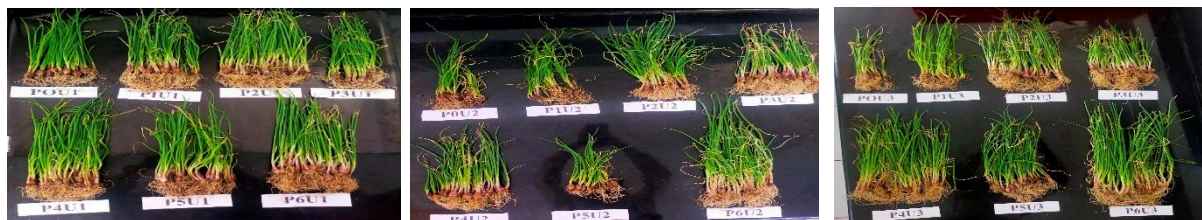
Pada pengamatan selanjutnya hingga 14 HST, seluruh perlakuan menunjukkan kecepatan tumbuh yang relatif seragam dan tidak berbeda nyata secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh perlakuan cenderung bersifat sementara dan dominan pada fase awal pertumbuhan, sedangkan pada fase lanjutan, kecepatan tumbuh lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dan keseimbangan fisiologis tanaman. Perlakuan kontrol dan CMC + *Bacillus* + *Trichoderma* menunjukkan kecepatan tumbuh terendah pada fase awal, yang mengindikasikan bahwa tanpa perbaikan kondisi tanah atau adanya interaksi mikroba yang kurang sinergis, pertumbuhan awal tanaman berlangsung lebih lambat (Compant et al., 2019). Hasil ini menegaskan bahwa penggunaan kapur atau mikoriza lebih efektif dalam mempercepat pertumbuhan awal bawang merah dibandingkan kombinasi mikroba yang tidak optimal.

### Pengamatan Bobot Basah



Keterangan : Nilai angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji  $BNT_{\alpha=0,05}$

Hasil pengamatan bobot basah bawang merah setelah dilakukan analisis ragam (Anova) pada lampiran 7a menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap bobot basah tanaman, yang ditunjukkan oleh nilai BNT 5% sebesar 3,39. Hasil pengamatan bobot basah tanaman bawang merah setelah dilakukan analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap bobot basah tanaman.



(CMC + Kapur) menghasilkan bobot basah tertinggi dengan rata-rata sebesar 5,7 g, diikuti oleh P2 (CMC + Kapur + *Trichoderma*) dengan rata-rata 5,43 g dan P4 (CMC + *Bacillus*) sebesar 5,04 g. Perlakuan P3 (CMC + *Mikoriza*) menunjukkan bobot basah sebesar 3,35 g, sedangkan P1 (CMC + Gypsum) sebesar 3,04 g. Sebaliknya, perlakuan P5 (CMC + *Bacillus* + *Trichoderma*) dan P0 (kontrol) menghasilkan bobot basah terendah masing-masing sebesar 2,80 g dan 2,04 g. Hasil ini mengindikasikan bahwa kombinasi perlakuan berbasis CMC, khususnya dengan penambahan kapur dan agen hayati tertentu, mampu meningkatkan bobot basah tanaman bawang merah secara nyata dibandingkan perlakuan kontrol.

Perlakuan yang diberikan menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot basah bawang merah. Perlakuan P6 (CMC + kapur) menghasilkan bobot basah tertinggi, diikuti oleh perlakuan P2 (CMC + kapur + *Trichoderma*) dan P4 (CMC + *Bacillus*). Peningkatan bobot basah pada perlakuan yang mengandung kapur diduga berkaitan dengan kemampuannya dalam memperbaiki pH tanah serta meningkatkan ketersediaan unsur hara makro, khususnya nitrogen dan fosfor, yang berperan penting dalam pembentukan biomassa tanaman. Kondisi tersebut mendukung proses fisiologis tanaman sehingga pertumbuhan vegetatif berlangsung lebih optimal (Fageria & Nascente, 2014). Selain itu, penggunaan CMC sebagai bahan seed coating berfungsi menjaga kelembapan benih dan mendukung pertumbuhan awal tanaman yang lebih seragam, sehingga memberikan kontribusi terhadap peningkatan akumulasi biomassa yang tercermin pada bobot basah tanaman (Kumari et al., 2020).

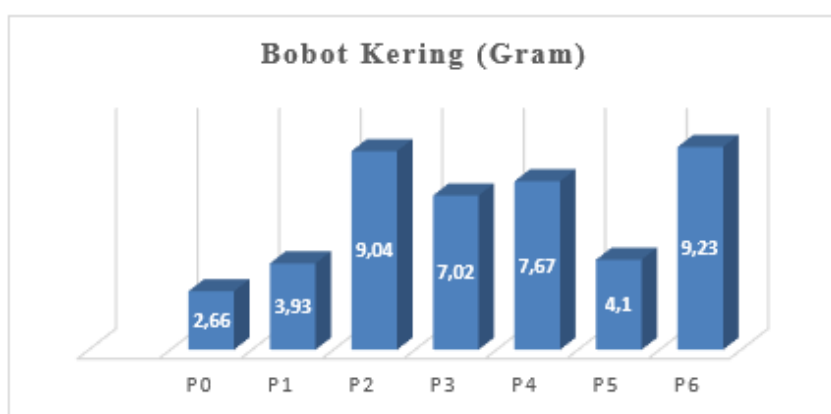
Perlakuan P2 dan P4 juga menunjukkan bobot basah yang tinggi, yang mengindikasikan peran agen hayati dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* dan *Bacillus* diketahui mampu meningkatkan penyerapan hara, menghasilkan zat pengatur tumbuh, serta memperbaiki perkembangan sistem perakaran, sehingga akumulasi biomassa tanaman meningkat. Sebaliknya, rendahnya bobot basah pada perlakuan P5 (CMC + *Bacillus* + *Trichoderma*) diduga akibat interaksi mikroba yang kurang sinergis, sementara bobot basah terendah pada kontrol (P0) menunjukkan bahwa tanpa perlakuan *seed coating* dan *amelioran*, pertumbuhan biomassa bawang merah menjadi kurang optimal (Sah et al., 2021).

Bakteri dari genus *Bacillus* yang diisolasi dari rizosfer bawang merah berperan sebagai *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR) karena mampu menghasilkan hormon tumbuh IAA, melarutkan fosfat, serta membentuk biofilm pada akar tanaman. Kemampuan tersebut mendukung kolonisasi bakteri secara stabil di daerah perakaran sehingga meningkatkan penyerapan unsur hara, pertumbuhan akar, dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Aplikasi isolat *Bacillus* juga mampu meningkatkan tinggi tanaman, bobot akar, dan bobot segar

tanaman, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai pupuk hayati dan biostimulan ramah lingkungan dalam budidaya bawang merah yang berkelanjutan (Suharman et al., 2026).

### Pengamatan Bobot Kering

Hasil pengamatan bobot kering bawang merah setelah dilakukan analisis ragam (Anova) pada lampiran 8a menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap bobot kering tanaman. Berdasarkan data yang diperoleh, perlakuan CMC + Kapur menghasilkan bobot kering tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, diikuti oleh perlakuan CMC + Kapur + *Trichoderma*, CMC + *Bacillus*, dan CMC + *Mikoriza* yang menunjukkan peningkatan bobot kering dibandingkan kontrol. Sementara itu, perlakuan CMC + Gypsum serta CMC + *Bacillus* + *Trichoderma* menghasilkan bobot kering yang relatif lebih rendah. Rata-rata bobot kering tanaman bawang merah pada masing-masing perlakuan disajikan pada diagram dibawah ini.



Keterangan : Nilai angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji  $BNT_{\alpha=0,05}$

Hasil pengamatan bobot kering bawang merah menunjukkan adanya perbedaan nilai antar perlakuan. Berdasarkan diagram, perlakuan CMC + Kapur (P6) menghasilkan bobot kering tertinggi sebesar 9,23 g, diikuti oleh perlakuan CMC + Kapur + *Trichoderma* (P2) dengan bobot kering 9,04 g. Perlakuan CMC + *Bacillus* (P4) dan CMC + *Mikoriza* (P3) juga menunjukkan nilai bobot kering yang relatif tinggi, masing-masing sebesar 7,67 g dan 7,02 g. Sebaliknya, perlakuan kontrol (P0) menunjukkan bobot kering terendah yaitu 2,66 g, diikuti oleh perlakuan CMC + Gypsum (P1) sebesar 3,93 g dan CMC + *Bacillus* + *Trichoderma* (P5) sebesar 4,10 g. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan CMC yang dikombinasikan dengan kapur dan agen hayati tertentu mampu meningkatkan akumulasi bahan kering tanaman bawang merah dibandingkan perlakuan tanpa penambahan bahan tersebut.

Perlakuan yang diberikan menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot kering bawang merah. Perlakuan P6 (CMC + kapur) menghasilkan bobot kering tertinggi, diikuti oleh P2 (CMC + kapur + *Trichoderma*), P4 (CMC + *Bacillus*), dan P3 (CMC + *mikoriza*). Peningkatan bobot kering pada perlakuan yang mengandung kapur mengindikasikan bahwa perbaikan pH tanah berperan dalam meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara serta aktivitas fotosintesis, sehingga akumulasi hasil asimilasi dalam bentuk bahan kering menjadi lebih tinggi. Kondisi tersebut mendukung pertumbuhan tanaman secara lebih optimal. Selain itu, penggunaan CMC sebagai bahan seed coating berfungsi menjaga kelembapan dan ketersediaan nutrisi di sekitar benih, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih stabil dan efisien (Kumari et al., 2020).

Perlakuan yang mengandung agen hayati, seperti *Trichoderma*, *Bacillus*, dan mikoriza, juga menunjukkan bobot kering lebih tinggi dibandingkan kontrol, yang mengindikasikan peran mikroorganisme dalam meningkatkan penyerapan hara dan metabolisme tanaman. Agen hayati tersebut diketahui mampu meningkatkan ketersediaan fosfor, menghasilkan zat pengatur tumbuh, serta memperbaiki perkembangan sistem perakaran, sehingga hasil fotosintesis dapat dialokasikan secara optimal ke dalam biomassa kering tanaman. Sebaliknya, rendahnya bobot kering pada perlakuan P5 (CMC + *Bacillus* + *Trichoderma*) diduga akibat interaksi mikroba yang kurang sinergis, sementara bobot kering terendah pada kontrol (P0) menunjukkan bahwa tanpa perlakuan *seed coating* dan amelioran, akumulasi biomassa bawang merah berlangsung kurang optimal (Poveda et al., 2019).

## KESIMPULAN

Perlakuan *seed coating* terbukti memberikan pengaruh terhadap daya berkecambah, kecepatan tumbuh, serta pertumbuhan vegetatif tanaman bawang merah yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan. Selain itu, perlakuan ini juga memengaruhi bobot basah dan bobot kering tanaman, terutama pada fase awal pertumbuhan.

Perlakuan CMC + Kapur (P6) dan CMC + Kapur + *Trichoderma* (P2) menunjukkan hasil terbaik pada beberapa parameter, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, daya berkecambah awal, kecepatan tumbuh, serta bobot basah dan bobot kering tanaman. Sementara itu, *Trichoderma sp.* menjadi mikroba yang paling baik pada parameter jumlah anakan dan bobot tanaman, sedangkan *Bacillus sp.* memberikan hasil terbaik pada parameter jumlah daun dan bobot basah tanaman dibandingkan perlakuan mikroba lainnya.

Adapun saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Disarankan menggunakan *seed coating* CMC + Kapur (P6) untuk meningkatkan pertumbuhan awal dan biomassa bawang merah.
2. Penelitian selanjutnya perlu mengkaji pengaruh *seed coating* hingga fase pembentukan dan hasil umbi.
3. Perlu dilakukan pengujian lanjutan terkait dosis kapur dan sinergi antar agen hayati dalam formulasi *seed coating*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aryanta, I. W. R. (2019). Bawang Merah Dan Manfaatnya Bagi Kesehatan. *Widya Kesehatan*, 1(1). <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v1i1.280>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Enrekang. (2025). *Produksi Tanaman Sayuran*. Badan Pusat Statistik (BPS).
- Begum, N., Qin, C., Ahanger, M. A., Raza, S., Khan, M. I., Ashraf, M., Ahmed, N., & Zhang, L. (2019). Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Plant Growth Regulation: Implications in Abiotic Stress Tolerance. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 10). <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01068>



- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., & Nonogaki, H. (2013). Seeds: Physiology of development, germination and dormancy, 3rd edition. In *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy, 3rd Edition* (Vol. 9781461446934). <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>
- Compant, S., Samad, A., Faist, H., & Sessitsch, A. (2019). A review on the plant microbiome: Ecology, functions, and emerging trends in microbial application. *Journal of Advanced Research*, 19, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.03.004>
- Fageria, N. K., & Nascente, A. S. (2014). Management of soil acidity of South American soils for sustainable crop production. In *Advances in Agronomy* (Vol. 128). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802139-2.00006-8>
- Basri, A. H. H. (2018). Kajian Peranan Mikoriza Dalam Bidang Pertanian. *Agrica Ekstensia*, Vol. 12 No.
- Kamanga, B. M., Palupi, E. R., Widajati, E., & Ilyas, S. (2021). Development of Seed Vigour Testing Method Using Single Count of Radicle Emergence for True Seed of Shallot (*Allium ascalonicum* B.). *International Journal of Food Science and Agriculture*, 5(1). <https://doi.org/10.26855/ijfsa.2021.03.019>
- Kumari, S., Yadav, S., & Singh, R. (2020). Effect of polymer seed coating on germination and seedling growth. *Journal of Seed Science*, 42(1), 45–52.
- Kurniawan, R., & Lestari, S. (2020). Pemanfaatan CMC (Carboxymethyl Cellulose) sebagai perekat dalam formulasi pelapisan benih. . . *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(3), 145–152.
- Lestari, L., Sumarsono, S., & Sutarno, S. (2019). Respon pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap frekuensi dan level mikroorganisme lokal bonggol pisang. *Journal of Agro Complex*, 3(3). <https://doi.org/10.14710/joac.3.3.105-113>
- Maulana, A. R., Moeljani, I. R., & Triani, N. (2022). Pengaruh Formulasi Bahan Coating Terhadap Mutu Benih Tiga Komoditas Hortikultura. *Plumula : Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 10(2). <https://doi.org/10.33005/plumula.v10i2.95>
- Poveda, J., Hermosa, R., Monte, E., & Nicolás, C. (2019). *Trichoderma harzianum* favours the access of arbuscular mycorrhizal fungi to non-host Brassicaceae roots and increases plant productivity. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48269-z>
- Rajagukguk, S. G., Agustiansyah, A., Manik, T. K., & Ginting, Y. C. (2023). Pengaruh Bahan Pelleting terhadap Perkecambahan Benih Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *JURNAL AGROTROPIKA*, 22(1). <https://doi.org/10.23960/ja.v22i1.7105>
- Roslani, R., Waluyo, N., Yufdy, M. P., & Harmanto. (2022). Benih Biji Bawang Merah (True Seed of Shallot) di Indonesia. In *IAARD Press* (Vol. 11, Number 1). IAARD Press.
- Sah, S., Krishnani, S., & Singh, R. (2021). Seed priming and coating effects on seed germination and seedling vigor. *Agronomy*, 11(8), 1–16.
- Sharma, P., Singh, R., & Verma, A. (2021). Role of calcium in plant growth and development. *Journal of Plant Nutrition*, 44(9), 1235–1248.
- Suharman, Ulfa, F., Patandjengi, B., Mantja, K., & Syakur, A. (2026). The Potential of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) as Biostimulants and Biodegradation Agents of Chlorpyrifos in Pesticide-Contaminated Shallot Fields. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 15(2), 803–813. <https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2025.230>



Tefa, A., Widajati, E., Syukur, M., & Giyanto, D. (2016). Aplikasi Bakteri Probiotik untuk Meningkatkan Mutu Fisiologi dan Kesehatan Bibit Cabai (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 44(2). <https://doi.org/10.24831/jai.v44i2.13487>