



DOI:10.38035/jgpp.v4i2.641

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Pengaruh Waktu Petik dan Pemeraman Bunga Jantan Terhadap Produksi Benih Hibrida Semangka Tipe Dragon

Rose Kharisma Septiani<sup>1</sup>, Annisa Khoiriyah<sup>2</sup>, Elea Nur Aziza<sup>3</sup>, Krisna Hamid<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Agriculture Departement, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Magelang, Indonesia, rosekharisma12@gmail.com.

<sup>2</sup> Agriculture Departement, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Magelang, Indonesia, niisaakhoir@gmail.com.

<sup>3</sup> Agriculture Departement, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Magelang, Indonesia, eleanuraziza@gmail.com.

<sup>4</sup>PT Tani Murni Indonesia, Indonesia, krisnahamid01@gmail.com.

Corresponding Author: niisaakhoir@gmail.com<sup>1</sup>

### **Abstract:**

*Watermelon (*Citrullus lanatus* L.) is a horticultural commodity with high economic value, however, the availability of superior hybrid seeds remains limited. This study aimed to determine the effect of male flower picking time and incubation duration on pollen viability, pollination success, and hybrid seed production of Dragon-type watermelon. The research was conducted at PT Tani Murni Indonesia, Sleman, Yogyakarta, using a factorial Randomized Complete Block Design with two factors: male flower picking time at 02.00 p.m., 03.00 p.m., and 04.00 p.m., and incubation duration of 16, 17, and 18 hours. The observed parameters included pollen viability, pollination success percentage, fruit weight, seed number per fruit, seed weight per fruit, and germination percentage. The results showed that male flower picking time significantly affected pollen viability, with the highest viability obtained from flowers picked at 02.00 p.m. (98.82%) and 03.00 p.m. (98,08%). An interaction between picking time and incubation duration significantly affected pollination success and seed germination. The combination of flower picking at 02.00 p.m. with 16 hours of incubation produced the highest pollination success (96.46%), while picking at 03.00 p.m. with 17 hours of incubation resulted in the highest germination percentage (100%). However, the treatments did not significantly affect fruit weight, seed number, or seed weight per fruit. These findings indicate that proper synchronization of male flower picking and incubation duration can improve pollination effectiveness and seed quality in hybrid watermelon seed production.*

**Keyword:** *Polen, male anthesis, pollination, seed quality, watermelon*

**Abstrak:**

Semangka (*Citrullus lanatus* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi, namun ketersediaan benih hibrida unggul masih menjadi kendala dalam peningkatan produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu petik bunga jantan dan lama pemeraman terhadap viabilitas polen, keberhasilan polinasi, dan hasil produksi benih hibrida semangka tipe Dragon. Penelitian dilaksanakan di PT Tani Murni Indonesia, Sleman, Yogyakarta menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dengan dua faktor, yaitu waktu petik bunga jantan pada pukul 14.00 WIB, 15.00 WIB, dan 16.00 WIB serta lama pemeraman selama 16, 17, dan 18 jam. Parameter yang diamati meliputi viabilitas polen, persentase keberhasilan polinasi, berat buah, jumlah biji per buah, berat biji per buah, dan daya berkecambah benih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu petik bunga jantan berpengaruh nyata terhadap viabilitas polen, dimana viabilitas tertinggi diperoleh pada pemetikan pukul 14.00 WIB sebesar 98,82% dan pukul 15.00 sebesar 98,08%. Interaksi antara waktu petik dan lama pemeraman berpengaruh nyata terhadap keberhasilan polinasi dan daya berkecambah benih. Kombinasi pemetikan pukul 14.00 WIB dengan pemeraman 16 jam menghasilkan keberhasilan polinasi tertinggi sebesar 96,46%, sedangkan kombinasi pemetikan pukul 15.00 WIB dengan pemeraman 17 jam menghasilkan daya berkecambah tertinggi sebesar 100%. Perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat buah, jumlah biji per buah, dan berat biji per buah. Penelitian ini menunjukkan bahwa sinkronisasi waktu pemetikan bunga jantan dan lama pemeraman yang tepat dapat meningkatkan efektivitas polinasi serta kualitas benih pada produksi benih hibrida semangka.

**Kata Kunci:** Polen, anthesis jantan, polinasi, mutu benih, semangka

**PENDAHULUAN**

Semangka (*Citrullus lanatus* L.) merupakan komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Berdasarkan data BPS 2023, konsumsi semangka per kapita menunjukkan tren peningkatan yang signifikan dari tahun 2019 hingga 2022, sebelum mengalami sedikit penurunan pada tahun 2023 dengan konsumsi mencapai 2,777 kg/kapita/tahun (Kementerian Pertanian, 2023). Peningkatan permintaan komoditas semangka masih belum diimbangi dengan stabilitas produksi nasional. Direktorat Jendral Hortikultura Kementerian Pertanian (2025) mencatat adanya fluktuasi produksi semangka pada periode 2020-2024 dari 5.603.172 kuintal (2020) turun menjadi 3.678.165 kuintal (2022), lalu kembali meningkat menjadi 4.210.088 kuintal pada 2024. Ketidakstabilan ini berdampak pada kerugian petani dan ketidakpastian pasokan. Salah satu faktor yang membatasi peningkatan produksi yaitu keterbatasan akses petani terhadap benih unggul (Wahyudi *et al.*, 2024).

Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas semangka adalah menggunakan benih hibrida. PT Tani Murni Indonesia dalam upaya mendukung peningkatan produksi semangka menghadirkan semangka jenis hibrida baru pada semangka tipe Dragon yang memiliki keunggulan potensi hasil tinggi, pertumbuhan tanaman yang vigor, keseragaman bentuk dan ukuran buah, daging buah berwarna merah cerah dengan tekstur renyah, kulit buah tebal, serta memiliki daya simpan yang lama. Keunggulan tersebut menjadikan varietas ini prospektif untuk dikembangkan dalam sistem produksi benih maupun produksi buah konsumsi. Wahyudi *et al.*, (2022) menyebutkan bahwa hibrida memiliki kelebihan karena efek heterosis yang terjadi. Hal tersebut ditunjukkan dengan peningkatan hasil dan ukuran buah yang lebih besar. Optimasi produksi benih hibrida perlu dilakukan untuk menjamin keberlanjutan pasokan semangka di pasar domestik maupun internasional. Peningkatan kualitas benih hibrida sangat bergantung pada keberhasilan proses polinasi atau penyerbukan

silang. Polinasi yang berhasil akan menghasilkan buah dengan biji yang berkualitas, daya kecambah tinggi, dan pertumbuhan bibit yang vigor.

Keberhasilan polinasi dipengaruhi oleh viabilitas polen dari bunga jantan. Viabilitas polen adalah kemampuan polen untuk berkecambah dan membuahi bunga betina. Polen yang memiliki viabilitas tinggi akan meningkatkan peluang keberhasilan polinasi dan pada akhirnya menghasilkan produksi benih yang optimal. Viabilitas polen tidak selalu konstan, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah waktu pemetikan bunga jantan dan lama pemeraman polen. Bunga yang dipetik pada waktu yang tidak tepat dapat menyebabkan penurunan viabilitas polen, bahkan sebelum proses penyerbukan dilakukan. Bunga jantan yang dipetik pagi hari saat polen baru mekar dan belum terpapar suhu tinggi atau kelembapan ekstrem cenderung mampu mempertahankan viabilitasnya lebih lama (Hayati *et al.*, 2022).

Nepi & Pacini (1993) menunjukkan viabilitas polen bunga jantan *Cucurbita pepo* yang masih kuncup sebesar 75%, pada saat bunga mekar meningkat sebesar 92%, kemudian viabilitasnya terus menurun setelah bunga anthesis, dan hanya tinggal sebesar 10% pada satu hari setelah anthesis. Zaman (2006) menyatakan bahwa viabilitas polen mentimun dari bunga segar berkisar antara 96.2 – 97.8%, melon 88.2 – 97.7%, dan semangka 94.7 – 95%. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh PT Tani Murni Indonesia menggunakan *flow cytometer*, bunga jantan yang dipetik sore hari mendapati viabilitas polen sebesar 96% sehingga perusahaan menerapkan waktu pemetikan bunga jantan pada pukul 14.00 WIB dan lama pemeraman selama 17 jam. Kiill *et al.*, (2014) melaporkan bahwa bunga jantan dan hemafrodit melon mulai mekar sekitar pukul 05.00 dan mengalami *senesens* pada sore hari, sehingga umur bunga efektif hanya sekitar 12 jam.

Pemeraman atau biasa disebut penyimpanan polen merupakan suatu tahapan yang bertujuan mempertahankan kemampuan viabilitas polen selama waktu tertentu sebelum digunakan. Penelitian Phuong & Sang (2021) menunjukkan bahwa polen melon jepang dapat dipertahankan viabilitasnya hingga 5–7 hari jika disimpan pada suhu 5°C menggunakan pelarut aseton, sementara penyimpanan dalam nitrogen cair (-196°C) mampu menjaga daya hidup polen hingga lebih dari seminggu tanpa penurunan signifikan. Konwar *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa viabilitas polen dari beberapa anggota *Cucurbitaceae* seperti *Lagenaria* dan *Momordica* menurun drastis setelah 3–5 hari pada suhu ruang. PT Tani Murni Indonesia dalam praktiknya menerapkan waktu penyimpanan selama 17 jam yaitu bunga jantan dipetik pada pukul 14.00 WIB dan dipolinasi pukul 07.00 WIB. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah prosedur standar yang diterapkan perusahaan sudah optimal dalam menjaga viabilitas polen dan meningkatkan keberhasilan polinasi. Penelitian ini juga bertujuan menguji efektivitas SOP perusahaan serta memberikan dasar ilmiah bagi perbaikan atau penguatan praktik budidaya yang berorientasi pada produksi benih berkualitas.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) Faktorial dengan dua faktor perlakuan yaitu waktu petik bunga jantan dan lama pemeraman bunga jantan. Penggunaan RAKL dipilih karena kondisi lahan penelitian memiliki saluran irigasi hanya tersedia pada satu sisi lahan sehingga menyebabkan perbedaan distribusi air, serta faktor pencahayaan yang tidak merata akibat posisi lahan melintang dari barat ke timur yang membuat intensitas penyinaran berbeda antar petak.

Faktor waktu petik terdiri atas tiga taraf, yaitu pukul 14.00 WIB (W0), pukul 15.00 WIB (W1), dan pukul 16.00 WIB (W2), sedangkan lama pemeraman terdiri atas tiga taraf, yaitu 17 jam (H0), 16 jam (H1), dan 18 jam (H2). Kombinasi kedua faktor menghasilkan 9 perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak tiga kali, sehingga diperoleh 27 satuan percobaan. Total populasi tanaman dalam penelitian ini sebanyak 540 tanaman semangka,

dengan setiap plot perlakuan terdiri dari 20 tanaman. Jumlah sampel yang diamati sebanyak 11 tanaman per ulangan yang ditentukan menggunakan rumus  $10 + 1\%$  dari jumlah tanaman per plot. Teknik polinasi pada setiap tanaman betina dilakukan pada bunga yang berada pada ketiak daun ke-5 hingga ke-9 dengan perbandingan bunga jantan dan bunga betina sebanyak 1:1 (1 bunga jantan untuk 1 bunga betina).

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2025 hingga April 2026 di PT Tani Murni Indonesia yang berlokasi di Sleman, D.I. Yogyakarta dengan menggunakan alat dan bahan berupa mulsa, pasak mulsa, ember, kertas koran, wadah bambu, tusuk gigi, mikroskop, benang wol, tali rafia, kertas wajik, stapler, timbangan digital, meteran, alat tulis, karung, wadah screen, cangkul, sarung tangan, tangki sprayer, benih tetua jantan dan tetua betina semangka tipe Dragon, bunga jantan, cairan polyfenol cotton blue, formulir pengamatan, label penanda, EM4, molase, pupuk kandang, kapur dolomit, pupuk NPK Mutiara (16:16:16), ultradap, pupuk S-P (ferthipos), pupuk KCl, pupuk MKP, pestisida, insektisida, fungisida, moluskisida, dan air.

Analisis data yang dilakukan menggunakan analisis non-parametrik kruskal wallish dan uji lanjut mann whitney pada parameter viabilitas polen. Analisis sidik ragam ANOVA untuk parameter persentase keberhasilan polinasi, berat buah, jumlah biji per buah, berat benih per buah, dan daya berkecambah. Hasil ANOVA yang menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5% untuk menentukan perlakuan terbaik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Viabilitas Polen (%)

Viabilitas polen diuji secara *in vitro* dan diamati menggunakan mikroskop. Polen yang telah disimpan dan dapat dipertahankan viabilitasnya diharapkan dapat digunakan dalam produksi benih hibrida (Samudra & Herawati, 2020). Kualitas polen ditentukan dengan melihat tingkat viabilitasnya. Hasil pengamatan viabilitas polen dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan produksi buah yang akan diperoleh (Risky Ridha, 2016).

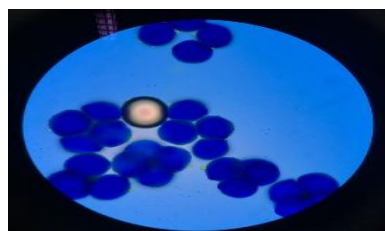
**Tabel 1. Pengaruh waktu petik dan lama pemeraman bunga jantan terhadap viabilitas polen**

Waktu Petik	Lama Pemeraman			Rerata
	H0	H1	H2	
W0	100	96,46	100	98,82a
W1	100	100	94,25	98,08a
W2	95,86	86,48	77,84	86,73b
Rerata	98,62a	94,31a	90,70a	(-)

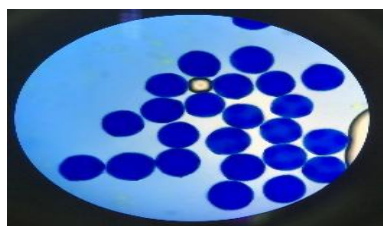
Sumber: Data Riset

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf (a) 5%; W0= 14.00 WIB, W1= 15.00 WIB, W2= 16.00 WIB, H0= 17 jam, H1= 16 jam, H2= 18 jam; (-) = tidak terjadi interaksi.

Hasil analisis data pada tabel 1 menunjukkan bahwa faktor waktu pemetikan bunga jantan berpengaruh nyata terhadap viabilitas polen semangka. Viabilitas polen tertinggi diperoleh pada pemetikan bunga jantan semangka pukul 14.00 WIB (98,82a) dan pukul 15.00 WIB (98,08a). Pemetikan bunga jantan pukul 16.00 WIB memiliki hasil yang berbeda nyata dengan W0 (pukul 14.00) dan W1 (pukul 15.00) dengan persentase viabilitas polen terendah (86,73b). Pengamatan viabilitas polen dilakukan dengan metode pewarnaan dan metode perkecambahan polen secara *in vitro*. Pewarnaan pada polen yang diuji menggunakan cairan polyfenol cotton blue sebanyak 20 µl selama 3-5 menit. Polen yang viabel akan menyerap cairan dan berwarna biru sedangkan polen yang tidak viabel tidak menyerap warna. Untuk gambaran hasil pengamatan uji viabilitas polen dapat dilihat pada gambar.



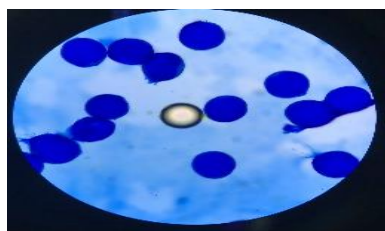
Sumber: Hasil Riset  
Gambar 1. Viabilitas polen W0H0



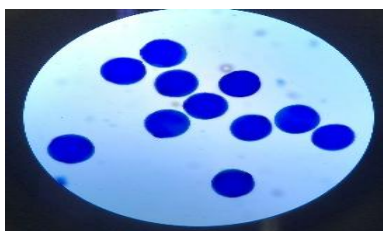
Sumber: Hasil Riset  
Gambar 2. Viabilitas polen W0H1



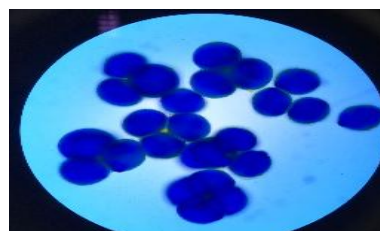
Sumber: Hasil Riset  
Gambar 3. Viabilitas polen W0H2



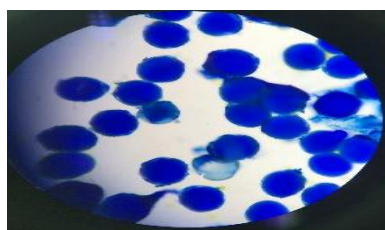
Sumber: Hasil Riset  
Gambar 4. Viabilitas polen W2H0



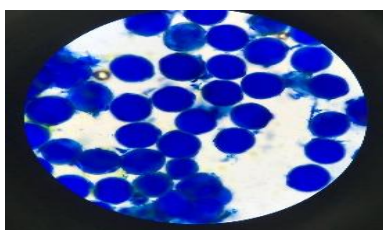
Sumber: Hasil Riset  
Gambar 5. Viabilitas polen W1H1



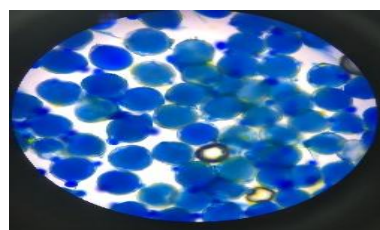
Sumber: Hasil Riset  
Gambar 6. Viabilitas polen W1H2



Sumber: Hasil Riset  
Gambar 7. Viabilitas polen W2H0



Sumber: Hasil Riset  
Gambar 8. Viabilitas polen W2H1



Sumber: Hasil Riset  
Gambar 9. Viabilitas polen W2H2

Data pada tabel 1 dan gambar hasil pengamatan viabilitas polen di atas menunjukkan bahwa semakin sore waktu pemetikan, viabilitas polen cenderung mengalami penurunan. Ningsih *et al.*, (2025) menyatakan bahwa viabilitas polen dipengaruhi oleh genotipe, umur bunga, suhu, dan kelembapan udara. Polen mengakumulasi cadangan makanan berupa pati selama perkembangan dan tahap akhir pematangan. Selama perkembangan dan pematangan polen, terjadi akumulasi cadangan makanan berupa pati yang selanjutnya dikonversi menjadi gula sederhana sebagai sumber energi untuk proses perkecambahan dan pertumbuhan tabung polen (Pacini *et al.*, 2006). Energi tersebut sangat diperlukan karena pertumbuhan tabung polen merupakan proses yang membutuhkan energi tinggi dan bergantung pada aktivitas metabolisme yang intensif (Selinski & Scheibe, 2014).

Polen yang dipanen pada fase *pra-anthesis* memberikan hasil penyerbukan lebih baik dibandingkan fase perkembangan bunga lainnya (Ihwanudin *et al.*, 2019). Bunga jantan yang dipanen pada fase *pra-anthesis* dicirikan oleh mahkota bunga yang masih tertutup rapat, berwarna kuning cerah, dan memiliki ukuran kuncup maksimum. Pada tahap ini, *antera* telah berkembang sempurna dan mengandung polen yang telah matang secara fisiologis, tetapi belum mengalami *dehiscensi* (pecahnya *antera*) sehingga polen masih terlindungi dari pengaruh lingkungan. Bunga jantan semangka (*Citrullus lanatus*), butir polen masih berada di dalam *antera* memiliki cadangan energi dan kelembapan internal yang relatif terjaga. Viabilitas polen yang tinggi umumnya berkaitan dengan perkembangan polen yang berlangsung secara optimal selama fase *pra-anthesis*. Kondisi tersebut didukung oleh aktivitas jaringan tapetum yang menyediakan nutrisi dan berbagai prekursor penting bagi perkembangan polen. Quilichini *et al.*, (2015) menyatakan bahwa jaringan tapetum memiliki

peran dalam menyediakan nutrisi dan prekursor yang diperlukan untuk perkembangan serta pembentukan dinding polen.

Tingginya viabilitas polen pada fase *pra-anthesis* diduga berkaitan dengan masih berlangsungnya proses pematangan polen di dalam *antera*, dimana jaringan tapetum masih aktif menyediakan nutrisi dan senyawa penyusun dinding polen. Pada fase ini aktivitas respirasi seluler tetap berlangsung untuk menghasilkan energi yang diperlukan selama perkembangan polen. Kondisi tersebut memungkinkan polen mencapai kualitas fisiologis yang lebih baik sehingga memiliki daya berkecambah yang lebih tinggi dibandingkan dengan fase perkembangan berikutnya (Quilichini *et al.*, 2014).

Faktor lama pemeraman bunga jantan selama 16-18 jam pada tabel 1 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap viabilitas polen. Hal ini menunjukkan bahwa polen semangka masih mampu mempertahankan viabilitasnya dalam rentang waktu tersebut. (Tonfack *et al.*, 2019) melaporkan bahwa polen semangka dapat bertahan selama beberapa hari bila disimpan pada kondisi optimal, terutama suhu rendah (-20 °C), meskipun terjadi penurunan viabilitas seiring bertambahnya lama penyimpanan.

Pada penelitian ini, PT Tani Murni Indonesia melakukan penyimpanan polen menggunakan koran basah yang dilapisi wadah bambu dan disimpan pada suhu ruang di dalam *greenhouse*. Metode tersebut diduga mampu mempertahankan kelembaban mikro di sekitar bunga sehingga mengurangi risiko dehidrasi polen selama pemeraman. Selain itu, penggunaan wadah bambu memungkinkan terjadinya sirkulasi udara yang cukup serta membantu mengurangi fluktuasi suhu di sekitar bunga. Kondisi tersebut diduga berkontribusi dalam mempertahankan viabilitas polen selama periode pemeraman 16-18 jam.

## 2. Persentase Keberhasilan Polinasi (%)

Polinasi pada tanaman semangka merupakan proses pemindahan polen dari bunga jantan ke stigma bunga betina untuk menghasilkan biji dan buah semangka yang berkualitas (Rachmawati *et al.*, 2024). Persentase keberhasilan polinasi dilakukan untuk memastikan bahwa polen yang viabel memiliki kemampuan membuahi ovul dan menghasilkan buah berisi dan benih berkualitas. Cahyani (2025) menyatakan bahwa keberhasilan polinasi dipengaruhi oleh waktu penyerbukan dan tingkat reseptivitas stigma. Bunga yang berhasil mengalami pembuahan biasanya ditandai dengan pembesaran bakal buah beberapa hari setelah polinasi.

**Tabel 2. Pengaruh waktu petik dan lama pemeraman bunga jantan terhadap persentase keberhasilan polinasi**

Waktu Petik	Lama Pemeraman			Rerata
	H0	H1	H2	
W0	91,92ab	96,46a	85,35b	91,24
W1	92,93ab	84,85b	82,32b	86,70
W2	85,86ab	86,36ab	88,38b	86,87
Rerata	90,23	89,23	85,35	(+)

Sumber: Data Riset

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf ( $\alpha$ ) 5%; W0= 14.00 WIB, W1= 15.00 WIB, W2= 16.00 WIB, H0= 17 jam, H1= 16 jam, H2= 18 jam; (+) = terjadi interaksi antar dua perlakuan.

Persentase keberhasilan polinasi pada tabel 2 menunjukkan adanya interaksi antara perlakuan waktu petik dan lama pemeraman bunga jantan. Kombinasi W0H1 pemetikan bunga jantan pukul 14.00 dengan lama pemeraman 16 jam menghasilkan keberhasilan polinasi tertinggi, mencapai 96,46%. Menurut Putri & Barokah (2025), perbedaan waktu polinasi memberikan pengaruh nyata terhadap pembentukan bakal buah dan karakteristik

buah yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi bunga pada waktu tertentu lebih mendukung terjadinya penyerbukan dan pembuahan yang efektif. Kombinasi waktu petik pukul 14.00 dan lama pemeraman 16 jam menghasilkan waktu polinasi pada pukul 06.00 WIB. Pada waktu tersebut, suhu dan kelembapan relatif masih stabil, kelembapan masih tinggi, serta stigma bunga betina berada pada kondisi fisiologis yang optimal untuk menerima polen.



Sumber: Hasil Riset

Gambar 10. Bunga jantan dan betina semangka

Pada tanaman semangka yang termasuk famili *Cucurbitaceae*, proses reproduksi generatif diawali dengan perpindahan polen dari bunga jantan ke stigma bunga betina melalui bantuan agen penyerbuk (*polinator*). Setelah polen menempel pada stigma yang reseptif, polen akan mengalami hidrasi dan berkecambah membentuk tabung polen yang tumbuh melalui tangkai putik menuju bakal biji di dalam ovarium. Pertumbuhan tabung polen berlangsung melalui interaksi fisiologis dan sinyal molekuler antara jaringan putik dan polen, sehingga gamet jantan dapat mencapai kantung embrio secara tepat untuk terjadinya pembuahan (Robichaux & Wallace, 2021).

Di dalam tabung polen terdapat dua inti sperma yang akan terlibat dalam proses fertilisasi ganda, yaitu satu inti sperma membuahi sel telur sehingga terbentuk zigot yang berkembang menjadi embrio, sedangkan inti sperma lainnya membuahi inti kandung lembaga sekunder membentuk endosperma yang berfungsi sebagai cadangan makanan embrio (Nagahara *et al.*, 2020). Setelah fertilisasi berhasil terjadi, ovarium akan berkembang menjadi buah semangka dan bakal biji berkembang menjadi biji. Keberhasilan proses polinasi pada semangka sangat dipengaruhi oleh viabilitas polen dan kemampuan polen menjalankan fungsinya secara normal selama proses pembuahan. Viabilitas polen yang tinggi memungkinkan terjadinya perkecambahan polen, pertumbuhan tabung polen, serta keberhasilan fertilisasi yang pada akhirnya mendukung pembentukan buah dan biji secara optimal (Dong *et al.*, 2021).

Tabel 2 menunjukkan kombinasi perlakuan waktu petik 14.00 WIB dan lama pemeraman 16 jam menghasilkan sinkronisasi waktu polinasi paling baik. Kondisi ini mengindikasikan bahwa bunga jantan dan bunga betina mencapai fase *anthesis* pada waktu yang relatif bersamaan sehingga proses penyerbukan dapat berlangsung secara optimal. Pada tanaman semangka, keberhasilan polinasi sangat dipengaruhi oleh ketersediaan polen viabel, reseptivitas bunga betina, serta sinkronisasi *anthesis* bunga jantan dan bunga betina. Sinkronisasi *anthesis* bunga jantan dan bunga betina menjadi faktor penting karena menentukan peluang *deposisi* polen pada *stigma* dan keberhasilan pembentukan buah. Arachchige *et al.* (2023) menyatakan bahwa keberhasilan polinasi semangka dipengaruhi oleh ketersediaan bunga yang reseptif dan efektivitas transfer polen ke *stigma*. Sinkronisasi pembungaan yang baik memungkinkan polen yang viabel bertemu dengan stigma yang reseptif pada waktu yang tepat sehingga meningkatkan peluang terjadinya pembuahan dan pembentukan buah. Selain itu, keberhasilan polinasi pada semangka sangat bergantung pada deposisi polen yang optimal pada stigma selama periode reseptif bunga betina, sehingga peluang terjadinya fertilisasi dan pembentukan buah dapat meningkat.

### 3. Berat Buah (Kg)

Buah merupakan hasil dari proses polinasi dan fertilisasi yang berhasil, sehingga bobot buah dapat digunakan sebagai salah satu indikator keberhasilan perkembangan buah. (Putri & Barokah, 2025) menyatakan bahwa waktu polinasi berpengaruh nyata terhadap berat buah, sehingga perbedaan waktu penyerbukan dapat memengaruhi perkembangan dan hasil buah yang terbentuk.

**Tabel 3. Pengaruh waktu petik dan lama pemeraman bunga jantan terhadap berat buah**

Waktu Petik	Lama Pemeraman			Rerata
	H0	H1	H2	
W0	3,208	3,350	2,547	3,035b
W1	3,448	4,072	2,983	3,501ab
W2	3,658	3,847	3,829	3,778a
Rerata	3,438a	3,756a	3,120a	(-)

Sumber: Data Riset

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf ( $\alpha$ ) 5%; W0= 14.00 WIB, W1= 15.00 WIB, W2= 16.00 WIB, H0= 17 jam, H1= 16 jam, H2= 18 jam; (-) = tidak terjadi interaksi.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada tabel 3, faktor waktu petik bunga jantan dan lama pemeraman tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap berat buah. Berat buah yang dihasilkan relatif seragam meskipun bunga jantan dipetik pada waktu yang berbeda dan diperam sebelum pelaksanaan polinasi. Hasil ini menunjukkan bahwa setelah proses pembuahan berhasil terjadi, penambahan berat buah lebih dipengaruhi oleh kemampuan tanaman dalam menghasilkan dan mengalokasikan asimilat selama fase perkembangan buah dibandingkan oleh perbedaan perlakuan polinasi.

Pada budidaya semangka, pengaturan jumlah buah dan pemangkasan tanaman diketahui dapat memengaruhi distribusi asimilat sehingga berpengaruh terhadap ukuran dan bobot buah yang dihasilkan. Zaroor-Presman *et al.* (2020) menyebutkan bahwa pemangkasan batang dapat meningkatkan bobot rata-rata buah semangka yang layak panen. Pada produksi semangka di PT Tani Murni Indonesia, pemangkasan cabang samping dilakukan untuk mengurangi kompetisi percabangan dan mengarahkan hasil fotosintesis agar lebih terfokus pada perkembangan buah. Selain itu, pemilihan bunga betina pada ketiak daun ke-5 hingga ke-9 juga dilakukan untuk memperoleh pertumbuhan buah yang lebih seragam.

Kondisi iklim di dalam *greenhouse* diduga dapat memengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Faktor lingkungan seperti intensitas cahaya dan ketersediaan air dapat menentukan laju fotosintesis serta distribusi asimilat yang digunakan untuk pembesaran buah. Menurut Jeon *et al.* (2026), kondisi cahaya yang kurang optimal dapat menurunkan pembentukan buah dan kualitas hasil, sedangkan pengelolaan cahaya yang tepat mampu meningkatkan laju fotosintesis dan produktivitas tanaman semangka di dalam *greenhouse*. Selain itu, distribusi air yang tidak seragam dapat memengaruhi perkembangan buah karena air berperan dalam menjaga tekanan turgor sel, mendukung transportasi hara, dan membantu translokasi asimilat menuju buah. Hossain *et al.*, (2025) menyatakan bahwa ketersediaan air yang optimal pada budidaya semangka di dalam *greenhouse* berpengaruh terhadap pertumbuhan, hasil, dan kualitas buah. Dengan demikian, variasi intensitas cahaya dan distribusi air di dalam *greenhouse* diduga turut memengaruhi pembentukan dan pembesaran buah sehingga berat buah yang dihasilkan antarperlakuan cenderung relatif seragam.

### 4. Jumlah Biji per Buah (Butir)

Pengamatan jumlah biji per buah dilakukan untuk mengevaluasi keberhasilan proses pembuahan setelah polinasi. Jumlah biji yang terbentuk mencerminkan banyaknya ovul yang

berhasil dibuahi dan berkembang menjadi biji. Putri & Barokah (2025) menyatakan bahwa keberhasilan proses polinasi dan pembuahan berpengaruh terhadap pembentukan buah dan benih yang dihasilkan.

**Tabel 4. Pengaruh waktu petik dan lama pemeraman bunga jantan terhadap jumlah biji per buah**

Waktu Petik	Lama Pemeraman			Rerata
	H0	H1	H2	
W0	384	482	523	463a
W1	464	515	504	494a
W2	379	395	462	412a
Rerata	409a	464a	497a	(-)

Sumber: Data Riset

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf (a) 5%; W0= 14.00 WIB, W1= 15.00 WIB, W2= 16.00 WIB, H0= 17 jam, H1= 16 jam, H2= 18 jam; (-) = tidak terjadi interaksi.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan waktu petik dan lama pemeraman bunga jantan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah biji per buah. Jumlah biji yang dihasilkan relatif stabil pada kisaran 412-494 butir per buah, yang menunjukkan bahwa seluruh perlakuan masih mampu menyediakan polen viabel untuk membuahi ovul secara efektif. Jumlah biji pada semangka merupakan hasil keberhasilan polinasi dan fertilisasi, dimana polen yang menempel pada stigma reseptif akan berkecambah membentuk tabung polen menuju bakal biji untuk mengantarkan inti sperma sehingga fertilisasi dapat berlangsung (Robichaux & Wallace, 2021). Dengan demikian, jumlah biji dipengaruhi oleh keberhasilan perkecambahan polen, pertumbuhan tabung polen, dan fertilisasi ovul.

Teknik polinasi yang tepat mendukung keberhasilan pembentukan benih karena menentukan efektivitas transfer polen dan peluang terjadinya pembuahan (Diantoro *et al.*, 2025). Jumlah biji per buah yang tidak berbeda nyata antarperlakuan menunjukkan bahwa viabilitas polen masih berada pada tingkat yang cukup untuk mendukung proses fertilisasi secara optimal. Perkembangan biji juga dipengaruhi oleh faktor genetik. Wang *et al.* (2024) menyebutkan bahwa perkembangan biji pada semangka melibatkan sejumlah gen dan QTL yang mengatur proses pertumbuhan serta perkembangan biji. Dengan demikian, jumlah biji yang relatif seragam diduga tidak hanya dipengaruhi oleh keberhasilan polinasi, tetapi juga oleh karakter genetik varietas Dragon yang mendukung pembentukan biji secara konsisten.

### 5. Berat Biji per Buah (Gram)

Berat biji per buah berkaitan dengan jumlah biji yang terbentuk karena semakin banyak biji, akumulasi bobot biji cenderung meningkat.

**Tabel 5. Pengaruh waktu petik dan lama pemeraman bunga jantan terhadap berat biji per buah**

Waktu Petik	Lama Pemeraman			Rerata
	H0	H1	H2	
W0	10,513	13,470	14,410	12,798a
W1	13,167	14,530	13,457	13,718a
W2	9,853	10,963	13,333	11,383a
Rerata	11,178a	12,988a	13,733a	(-)

Sumber: Data Riset

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf (a) 5%; W0= 14.00 WIB, W1= 15.00 WIB, W2= 16.00 WIB, H0= 17 jam, H1= 16 jam, H2= 18 jam; (-) = tidak terjadi interaksi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat biji per buah semangka tidak berbeda nyata antarperlakuan waktu pemetikan maupun lama pemeraman bunga jantan, dengan rata-rata berkisar antara 11–14 gram. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh perlakuan masih mampu mendukung proses pembentukan dan perkembangan biji secara normal. Pembentukan biomassa biji sangat bergantung pada kemampuan tanaman dalam menghasilkan dan mendistribusikan asimilat hasil fotosintesis selama fase pengisian biji. Kondisi pertumbuhan tanaman yang optimal memiliki peran dalam mendukung pembentukan biomassa dan perkembangan organ tanaman, termasuk organ reproduktif. Rahmalia *et al.* (2025) melaporkan bahwa lingkungan tumbuh yang mendukung dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui ketersediaan air dan unsur hara yang lebih baik. Kondisi tanaman yang sehat memungkinkan proses fotosintesis berlangsung optimal sehingga mendukung pembentukan dan pengisian biji.

Faktor genetik varietas memiliki peran dalam menentukan berat biji semangka. Li *et al.* (2018) mengidentifikasi QTL (*Quantitative Trait Locus*) utama yang mengatur variasi berat, panjang, dan lebar biji. Keberadaan QTL menunjukkan bahwa perkembangan ukuran dan bobot biji dikendalikan oleh faktor genetik yang diwariskan. Pengaruh genetik tersebut menyebabkan karakter berat biji relatif lebih stabil dibandingkan karakter yang sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Kondisi pertumbuhan tanaman yang relatif seragam selama penelitian serta karakter genetik varietas Dragon diduga menjadi faktor yang mendukung konsistensi berat biji pada seluruh perlakuan. Oleh sebab itu, perbedaan waktu pemetikan dan lama pemeraman bunga jantan yang diberikan belum mampu menghasilkan perbedaan berat biji per buah secara nyata.

### 6. Daya Berkecambah (%)

Daya berkecambah merupakan kemampuan benih untuk tumbuh normal dalam kondisi lingkungan yang sesuai. *International Seed Testing Association* (2021) menyatakan bahwa daya berkecambah digunakan sebagai salah satu indikator mutu fisiologis benih karena mencerminkan potensi benih untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman normal. Semakin tinggi daya berkecambah, semakin besar peluang benih menghasilkan tanaman yang sehat dan produktif.

**Tabel 6. Pengaruh waktu petik dan lama pemeraman bunga jantan terhadap daya berkecambah**

Waktu Petik	Lama Pemeraman			Rerata
	H0	H1	H2	
W0	92,00b	98,00a	97,00a	95,67
W1	100,00a	97,00a	97,00a	98,00
W2	94,00ab	93,00b	96,00a	94,33
Rerata	95,33	96,00	96,67	(+)

Sumber: Data Riset

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf (a) 5%; W0= 14.00 WIB, W1= 15.00 WIB, W2= 16.00 WIB, H0= 17 jam, H1= 16 jam, H2= 18 jam; (+) = terjadi interaksi antar dua perlakuan.

Hasil analisis pada tabel 6 menunjukkan adanya interaksi antara waktu petik dan lama pemeraman bunga jantan terhadap daya berkecambah benih semangka. Perlakuan pemetikan bunga jantan pukul 15.00 WIB dengan lama pemeraman 17 jam (W1H0) menghasilkan daya berkecambah tertinggi, yaitu 100%, sedangkan perlakuan pemetikan bunga jantan pukul 14.00 WIB dengan lama pemeraman 17 jam (W0H0) menghasilkan daya berkecambah terendah sebesar 92%. Hasil analisis data menunjukkan bahwa kualitas benih tidak hanya ditentukan oleh lama pemeraman bunga jantan, tetapi juga kesesuaian waktu polinasi yang

memengaruhi keberhasilan fertilisasi. Keberhasilan polinasi sangat dipengaruhi oleh viabilitas polen dan reseptivitas *stigma* pada waktu penyerbukan. Polen yang menempel pada stigma reseptif akan mengalami hidrasi, berkecambah membentuk tabung polen, kemudian tumbuh menuju bakal biji untuk mengantarkan gamet jantan sehingga fertilisasi dapat berlangsung (Tandon et al., 2020). Teknik polinasi yang tepat mendukung keberhasilan pembentukan benih karena meningkatkan efektivitas transfer polen ke *stigma* dan peluang terjadinya pembuahan (Diantoro et al., 2025). Polen yang diperam lebih lama berpotensi mengalami penurunan kualitas fisiologis sehingga kemampuan berkecambah dan pembentukan tabung polen menjadi berkurang. Kadri et al. (2022) menyatakan bahwa lama penyimpanan polen dan waktu polinasi memengaruhi viabilitas serta kemampuan perkecambahan polen, yang selanjutnya berpengaruh terhadap keberhasilan pembentukan buah dan benih.

Kondisi fisiologis bunga betina berperan dalam menentukan keberhasilan fertilisasi. Tandon et al. (2020) menjelaskan reseptivitas *stigma* memengaruhi kemampuan polen untuk berkecambah dan menuju bakal biji. Kondisi tersebut berkaitan dengan aktivitas hormon tanaman, termasuk etilen dan asam absisat (ABA), yang berperan dalam mengatur fungsi jaringan reproduktif. Etilen berhubungan dengan proses *senescence* (penuaan bunga), sedangkan ABA berperan dalam respons tanaman terhadap cekaman lingkungan dan memengaruhi perkembangan reproduktif tanaman (Rogers, 2013). Peningkatan aktivitas kedua hormon tersebut dapat menurunkan kemampuan jaringan reproduktif dalam mendukung perkecambahan polen dan pertumbuhan tabung polen. Pada pengamatan ini kadar etilen dan ABA tidak diamati secara langsung, sinkronisasi antara viabilitas polen dan reseptivitas *stigma* diduga turut memengaruhi keberhasilan fertilisasi dan mutu fisiologis yang dihasilkan.

Perlakuan W1H0 diduga menghasilkan sinkronisasi yang lebih baik antara viabilitas polen dan reseptivitas *stigma* sehingga proses fertilisasi berlangsung lebih optimal. Kondisi tersebut memungkinkan perkembangan embrio dan pengisian cadangan makanan benih berlangsung lebih sempurna sehingga menghasilkan daya berkecambah yang tinggi. Kombinasi perlakuan yang kurang sinkron antara kondisi polen dan *stigma* diduga menyebabkan keberhasilan fertilisasi lebih rendah sehingga mutu fisiologis benih yang terbentuk ikut menurun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya berkecambah benih semangka tidak hanya dipengaruhi oleh viabilitas polen, tetapi juga oleh ketepatan waktu polinasi yang mendukung keberhasilan fertilisasi serta perkembangan benih secara optimal.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu petik dan lama pemeraman bunga jantan berpengaruh terhadap viabilitas polen, keberhasilan polinasi, dan daya berkecambah benih hibrida semangka tipe Dragon milik PT Tani Murni Indonesia yang diamati dalam satu lokasi dan satu musim tanam. Pemetikan bunga jantan pada pukul 14.00 WIB dan 15.00 WIB menghasilkan viabilitas polen tertinggi, sedangkan kombinasi pemetikan pukul 14.00 WIB dengan pemeraman 16 jam memberikan keberhasilan polinasi terbaik. Selain itu, kombinasi pemetikan pukul 15.00 WIB dengan pemeraman 17 jam menghasilkan daya berkecambah benih tertinggi. Perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap berat buah, jumlah biji per buah, dan berat biji per buah, sehingga parameter tersebut diduga dipengaruhi oleh faktor genetik varietas dan kondisi budidaya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan meningkatkan viabilitas polen, keberhasilan polinasi, dan mutu fisiologis benih, tetapi belum terbukti meningkatkan komponen hasil benih secara statistik.

## REFERENSI

- Arachchige, E. C. W. S., Evans, L. J., Campbell, J. W., Delaplane, K. S., Rice, E. S., Cutting, B. T., Kendall, L. K., Samnegard, U., & Rader, R. (2023). A global Assessment of the Species Composition and Effectiveness of Watermelon Pollinators and the Management Strategies to Inform Effective Pollination Service Delivery. *Basic and Applied Ecology*, 66, 50–62. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.11.006>
- Cahyani, D. D. (2025). *Teknik Polinasi pada Produksi Benih Tanaman Cabai Rawit Hibrida (Capsicum frutescens L.) di CV Jogja Horti Lestari*. [https://www.bing.com/ck/a?!&&p=faa924b357fbf03911b5c63ce8b6834fbcf0a3efcff800bb9d1049be28e0f757JmltdHM9MTc4MTIyMjQwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=0d7fdc39-762c-6dd3-1f57-ca5477cc6cf1&psq=Teknik+Polinasi+Pada+Produksi+Benih+Tanaman+Cabai+Rawit+Hibrida+\(Capsicum+frutescens+L.\)+di+CV+Jogja+Horti+Lestari&u=alaHR0cHM6Ly9zaXBvcmlkeW9saWplLmFjLmllkLzQzMDM1Lw](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=faa924b357fbf03911b5c63ce8b6834fbcf0a3efcff800bb9d1049be28e0f757JmltdHM9MTc4MTIyMjQwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=0d7fdc39-762c-6dd3-1f57-ca5477cc6cf1&psq=Teknik+Polinasi+Pada+Produksi+Benih+Tanaman+Cabai+Rawit+Hibrida+(Capsicum+frutescens+L.)+di+CV+Jogja+Horti+Lestari&u=alaHR0cHM6Ly9zaXBvcmlkeW9saWplLmFjLmllkLzQzMDM1Lw)
- Diantoro, A., Wijayanto, B., & Aziza, E. N. (2025). *Teknik Polinasi pada Produksi Benih Mentimun Hibrida 1060 ( Cucumis Sativus L .) Pollination Techniques in Hybrid Cucumber Seed Production 1060*. 4(2), 413–419.
- Direktorat Jendral Hortikultura Kementerian Pertanian. (2025). Statistik Hortikultura 2024. In dan P. Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura (Ed.), *Badan Pusat Statistik*. Badan Pusat Statistik.
- Dong, W., Wu, D., Yan, C., & Wu, D. (2021). Mapping and Analysis of a Novel Genic Male Sterility Gene in Watermelon (*Citrullus lanatus*). *Frontiers in Plant Sciences*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.639431>
- Hayati, S., Eriza, N., Simbolon, H., Tama, Y. C. P., Yuliasuti, E. R., Dewi, E. K., Sudiaz, R., Apriyadi, T. E., Baroroh, R. A., & Wijaya, R. (2022). Buku Pedoman Budidaya Semangka *C. vulgaris*. In S. Haryati, N. Eriza, Y. C. P. Tama, & E. R. Yuliasuti (Eds.), *Kementerian Pertanian*. Kementerian Pertanian. <https://hortikultura.pertanian.go.id/buku-pedoman-budidaya-semangka/>
- Hossain, M. M., Shibasaki, Y., Nakao, R., Nitano, K., & Goto, F. (2025). Optimization of Ionic Strength of Nutrient Solution for Enhanced Hydroponic Watermelon Yield and Quality in Greenhouse. *Scientific Reports*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-07250-9>
- Ihwanudin, A., Hartatik, S., Hariyono, K., & Arifandi, J. A. (2019). Pengaruh Anthesis Jantan dan Waktu Polinasi terhadap Tingkat Keberhasilan Pembentukan Benih Semangka Tanpa Biji (*Citrullus lanatus* Thunberg). *Jurnal Bioindustri*, 2(1), 364–373. <https://doi.org/10.31326/jbio.v2i1.484>
- International Seed Testing Association. (2021). *International Rules for Seed Testing 2021*. International Seed Testing Association. <https://doi.org/10.15258/istarules.2021>
- Jeon, Y., Youn, C., Kim, E.-J., Lee, K.-H., Oh, M.-M., & SOn, K.-H. (2026). Growth and Fruit Quality of Watermelon Affected by Different Supplemental Light Sources in a Greenhouse. *Horticulturae*, 12(3), 358. <https://doi.org/10.3390/horticulturae12030358>
- Kadri, K., Elsafy, M., Makhlof, S., & Awad, M. A. (2022). Effect of Pollination Time, The Hour of Daytime, Pollen Storage Temperature and Duration on Pollen Viability, Germinability, and Fruit Set of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) CV “Deglet Nour.” *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(2), 1085–1091. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.09.062>
- Kementerian Pertanian. (2023). Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2023. In Masud & S. Wahyuningsih (Eds.), *Kementan* (pp. 1–132). Kementerian Pertanian. [https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Buku\\_Statsitik\\_Konsumsi\\_Pangan\\_2023.pdf](https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Buku_Statsitik_Konsumsi_Pangan_2023.pdf)

- Kiill, L. H. P., Siqueira, K. M. M., Coelho, M. S., Silva, T. A., Gama, D. R. S., Araújo, D. C. S., & Neto, J. P. (2014). Frequency and foraging behavior of *Apis mellifera* in two melon hybrids in Juazeiro, state of Bahia, Brazil. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, *86*(4), 2049–2055. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130376>
- Konwar, S., Deka, D., Borthakur, A., & Neog, B. (2024). A Study on Pollen Morphology and Viability of Certain Members of Cucurbitaceae Family. *South Asian Journal of Experimental Biology*, *14*(1), 21–30. [https://doi.org/10.38150/sajeb.14\(1\).p21-30](https://doi.org/10.38150/sajeb.14(1).p21-30)
- Li, N., Shang, J., Wang, J., Zhou, D., Li, N., & Ma, S. (2018). Fine Mapping and Discovery of Candidate Genes for Seed Size in Watermelon by Genome Survey Sequencing. *Scientific Reports*, *8*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36104-w>
- Nagahara, S., Takeuchi, H., & Higashiyama, T. (2020). Polyspermy Block in the Central Cell During Double Fertilization of *Arabidopsis thaliana*. *Frontiers in Plant Sciences*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.588700>
- Nepi, M., & Pacini, E. (1993). Pollination, Pollen Viability and Pistil Receptivity in *Cucurbita pepo*. *Annals of Botany*, *72*(6), 527–536. <https://doi.org/10.1006/anbo.1993.1141>
- Ningsih, R. M., Sandra, Y. M. A., & Badriyah, B. (2025). Komparasi Viabilitas Polen pada Media Brewbacker and Kwack dan Polen Germination Medium pada Berbagai Jenis Tanaman. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, *3*(1), 156–160. <https://doi.org/10.33504/jitt.v3i1.340>
- Pacini, E., Guarnieri, M., & Nepi, M. (2006). Pollen Carbohydrates and Water Content during Development, Presentation, and Dispersal: A Short Review. *Protoplasma*, *228*, 73–77. <https://doi.org/10.1007/s00709-006-0169-z>
- Phuong, N. T. D., & Sang, M. T. (2021). Evaluation the Condition for Storing Pollen Grains of Japanese Melon *Cucumis melo* L. (Cucurbitaceae). *Academia Journal of Biology*, *43*(3), 87–94. <https://doi.org/10.15625/2615-9023/16161>
- Putri, R., & Barokah, U. (2025). Pengaruh waktu dan polinasi bunga pada tanaman melon di Desa Rejosari, Kecamatan Ambal, Kabupaten Kebumen. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, *12*(2), 1075–1085. [https://www.bing.com/ck/a?!&&p=c4408946778c7a729cc741389caa60b5d41a6ddb2099743c3308eb88fb3e596JmltdHM9MTc1ODU4NTYwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=0d7fdc39-762c-6dd3-1f57-ca5477cc6cf1&psq=PENGARUH+WAKTU+DAN+POLINASI+BUNGA+PADA+TANAMAN+MELON+\(Cucumis+Melo+L.\)+D](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=c4408946778c7a729cc741389caa60b5d41a6ddb2099743c3308eb88fb3e596JmltdHM9MTc1ODU4NTYwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=0d7fdc39-762c-6dd3-1f57-ca5477cc6cf1&psq=PENGARUH+WAKTU+DAN+POLINASI+BUNGA+PADA+TANAMAN+MELON+(Cucumis+Melo+L.)+D)
- Quilichini, T. D., Grienberger, E., & Douglas, C. J. (2014). New Views of Tapetum Ultrastructure and Pollen Exine Development in *Arabidopsis thaliana*. *Annals of Botany*, *113*(6), 1189–1201. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu079>
- Quilichini, T. D., Grienberger, E., & Douglas, C. J. (2015). The biosynthesis, composition and assembly of the outer pollen wall: A tough case to crack. *Phytochemistry*, *113*. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2014.05.002>
- Rachmawati, Cipta, D. A. S., Yansi, R. R., & Nurhadi, A. (2024). Penyuluhan Krastasi Pada Produksi Benih Semangka Dan Polinasi Terhadap Keberhasilan Pembentukan Buah Semangka (*Citrus Lantana*) Di Desa Kendalrejo. *Inspirasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *1*(3), 57–61. <https://doi.org/10.572349/inspirasi.v2i1.36>
- Rahmalia, S., Khoiriyah, A., & Farmia, A. (2025). Respons Bibit Melon (*Cucumis melo* L.) Varietas TM Gaiya dan Manika terhadap Berbagai Media Persemaian. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, *32*(2), 139–150. <https://doi.org/10.55259/jiip.v32i2.325>
- Risky Ridha. (2016). Uji Viabilitas Polen Beberapa Varietas Padi (*Oryza Sativa* L.) Introduksi. *Jurnal Penelitian Agrosamudra*, *3*(2), 81–89.
- Robichaux, K. J., & Wallace, I. S. (2021). Signaling at Physical Barriers during Pollen –

- Pistil Interactions. *International Journal of Molecular Sciences*, 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijms222212230>
- Rogers, H. J. (2013). From Models to Ornaments: How is Flower Senescence Regulated? *Plant Molecular Biology*, 82, 563–574. <https://doi.org/10.1007/s11103-012-9968-0>
- Samudra, W. C. P., & Herawati, M. M. (2020). Pengaruh Suhu dan Lama Simpan Terhadap Viabilitas Polen Petunia (*Petunia inflata*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 20(2), 135–141. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25181/jppt.v20i1.1626>
- Selinski, J., & Scheibe, R. (2014). Pollen Tube Growth: Where does the Energy Come from? *Plant Signaling & Behaviour*, 9(12). <https://doi.org/10.4161/15592324.2014.977200>
- Tandon, R., Shivanna, K. R., & Koul, M. (2020). *Reproductive Ecology of Flowering Plants: Patterns and Processes*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-4210-7>
- Tonfack, L. B., Foamouhoue, E. N., Tchoutang, D. N., & Youmbi, E. (2019). Application of Pesticide Combinations on Watermelon Affects Pollen Viability, Germination, and Storage. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 7(6), 35–39. <https://doi.org/10.7324/JABB.2019.70606>
- Wahyudi, A., Danil, R. A., Putra, A. K., Putri, R., Zaini, A. H., & Septiana. (2024). Uji Daya Hasil Enam Semangka Hibrida (F1) dari Hasil Persilangan Dua Tetua Galur Murni (Persilangan Tunggal). *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(4), 972–983. <https://doi.org/10.23960/jat.v12i4.9063>.
- Wahyudi, A., Nazirwan, Kartahadimaja, J., Setyawan, A. B., Mustakim, N. A., Askhary, F. A., & Katfar, B. J. (2022). Evaluation of Yields on New Varieties of Hybrid Watermelon. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1012/1/012070>
- Wang, X., Yan, W., Real, N., Jia, Y., Fu, Y., Zhang, X., You, H., Cai, Y., & Liu, B. (2024). Metabolic, Transcriptomic, and Genetic Analyses of Candidate Genes for Seed Size in Watermelon. *Frontiers in Plant Sciences*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1394724>
- Zaman, M. R. (2006). Pollen germination, viability and tube growth in fourteen cultivated and wild species of cucurbit grown in Bangladesh. *J. Life Earth Sci.*, 1(2), 1–7.
- Zaroor-Presman, M., Alkalai-Tuvia, S., Chalupowicz, D., Beniches, M., Gamliel, A., & Fallik, E. (2020). Watermelon Rootstock/Scion Relationships and the Effects of Fruit-Thinning and Stem-Pruning on Yield and Postharvest Fruit Quality. *Agriculture*, 10(9), 366. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090366>