



PERAN STRUKTUR ANATOMI AKAR DALAM ADAPTASI TANAMAN TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN

Marta Trisanti Mendrofa¹⁾, Natalia Kristiani Lase²⁾

¹⁾Agroteknologi, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: martamendrofa75@gmail.com

²⁾Agroteknologi, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: nataliakristianilase@unias.ac.id

Abstract

*This study aims to determine the effect of planting time (morning, noon, afternoon) on the early growth of corn (*Zea mays L.*). A descriptive qualitative method was used, involving field observation, interviews with farmers, and documentation. The findings revealed that planting in the morning led to faster and stronger early growth, marked by earlier germination, fresher leaves, and better root and shoot development. Morning conditions—cooler temperatures and higher humidity supported the seed's imbibition and early metabolism. In contrast, noon planting showed the weakest performance due to heat and low humidity causing early stress. Afternoon planting yielded moderate results but was still less effective than morning planting. Interviews with farmers confirmed that the morning is considered the best planting time for corn. The study concludes that choosing the right planting time, especially in the morning, is a key factor in supporting early plant development and ensuring successful cultivation in the field.*

Keywords: *Planting Time, Corn, Early Growth, Morning, Plant Stress.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu penanaman (pagi, siang, sore) terhadap pertumbuhan awal tanaman jagung (*Zea mays L.*). Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara dengan petani, dan dokumentasi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu tanam pagi hari menghasilkan pertumbuhan awal yang lebih cepat dan kuat, ditandai dengan kemunculan kecambah lebih awal, daun yang lebih segar, serta akar dan tunas yang berkembang optimal. Kondisi suhu dan kelembaban pagi hari mendukung proses imbibisi dan metabolisme awal benih. Sementara itu, penanaman siang hari memberikan hasil paling rendah akibat suhu tinggi dan kelembaban rendah yang menyebabkan stres awal pada benih. Penanaman sore hari memberikan hasil sedang, namun belum mampu menyamai efektivitas penanaman pagi hari. Temuan ini diperkuat oleh wawancara petani yang menyatakan bahwa waktu pagi merupakan waktu terbaik untuk menanam jagung. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pemilihan waktu tanam yang tepat, khususnya di pagi hari, menjadi faktor penting dalam mendukung pertumbuhan awal tanaman jagung dan berkontribusi terhadap keberhasilan budidaya di lapangan.

Kata Kunci: Waktu Tanam, Jagung, Pertumbuhan Awal, Pagi Hari, Stres Tanaman.



PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays L.*) merupakan tanaman pangan utama ketiga di dunia setelah gandum dan padi. Di Indonesia, jagung berperan penting tidak hanya sebagai bahan pangan pokok alternatif, tetapi juga sebagai bahan baku industri dan pakan ternak. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas jagung terus menjadi fokus dalam pengembangan sektor pertanian nasional. Salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya jagung adalah strategi pengelolaan waktu tanam yang tepat. Waktu penanaman merupakan aspek agronomis yang berkaitan erat dengan kondisi lingkungan saat benih mulai berkecambah dan tumbuh. Suhu tanah, kelembaban, serta intensitas cahaya yang tersedia pada saat tanam sangat memengaruhi keberhasilan tahap awal pertumbuhan. Menurut Gardner, Pearce, dan Mitchell (1991), tahap awal pertumbuhan tanaman merupakan fase paling sensitif karena menentukan kekuatan sistem akar dan perkembangan tunas. Oleh karena itu, kondisi lingkungan yang tidak sesuai saat penanaman dapat menghambat proses fisiologis benih dan mengurangi potensi pertumbuhan.

Menurut Sudaryono (2013) menyebutkan bahwa penanaman pada pagi hari umumnya memberikan keuntungan dalam hal suhu tanah yang lebih sejuk dan kelembaban yang lebih tinggi, yang sangat mendukung proses imbibisi air pada benih. Sementara itu, suhu tinggi dan kelembaban rendah yang terjadi pada siang hari cenderung memperlambat proses perkecambahan dan dapat menyebabkan stres awal pada benih. Hal ini sejalan dengan pendapat Setiawan dan Wibowo (2015), yang mengungkapkan bahwa suhu tanah yang ekstrem dapat menghambat enzim-enzim penting yang diperlukan dalam metabolisme awal benih.

Selain itu, sinar matahari yang intens di pagi hari juga berkontribusi terhadap percepatan fotosintesis awal yang penting bagi pertumbuhan daun pertama tanaman. Menurut Kurniasih dan Setiawan (2010), tanaman yang mendapatkan paparan cahaya matahari cukup pada fase awal akan lebih cepat membentuk klorofil dan jaringan fotosintetik yang kuat. Kondisi tersebut dapat memacu perkembangan morfologis seperti tinggi tanaman dan jumlah daun dalam waktu yang relatif singkat.

Meski demikian, masih sedikit penelitian yang secara khusus membandingkan pengaruh waktu tanam (pagi, siang, sore) terhadap pertumbuhan awal tanaman jagung. Padahal, informasi ini sangat penting bagi petani untuk menentukan waktu tanam yang optimal, terutama di daerah tropis yang memiliki fluktuasi suhu dan kelembaban tinggi dalam satu hari. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji secara ilmiah pengaruh waktu penanaman

terhadap kecepatan dan kualitas pertumbuhan awal tanaman jagung. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan masukan yang aplikatif bagi petani dalam menentukan waktu tanam yang tepat untuk meningkatkan produktivitas jagung sejak fase awal pertumbuhan.

TINJAUAN PUSTAKA

Akar merupakan organ vital yang memiliki struktur anatomis kompleks, seperti epidermis, korteks, endodermis, dan jaringan pengangkut (xilem dan floem). Masing-masing bagian ini memainkan peran penting dalam transportasi air dan mineral dari tanah ke seluruh bagian tanaman. Dalam kondisi cekaman kekeringan, adaptasi struktural seperti penebalan dinding sel dan pengaturan aktivitas xilem menjadi krusial untuk mempertahankan keseimbangan air (Taiz & Zeiger, 2010).

Tanaman merespons stres lingkungan melalui perubahan fisiologi dan anatomi, termasuk sistem perakaran. Mereka menyatakan bahwa pada kondisi kekeringan, akar tanaman dapat mengalami elongasi atau pertumbuhan ke arah lebih dalam untuk mengakses air tanah. Selain itu, jaringan akar dapat mengalami modifikasi struktural seperti peningkatan lignifikasi untuk memperkuat dinding sel (Fitter & Hay, 2002).

Hubungan air antara tanaman dan tanah secara detail. Mereka menekankan pentingnya jaringan xilem dalam proses transportasi air dan bagaimana diameter pembuluh xilem dapat menyesuaikan sebagai respons terhadap stres air. Tanaman yang memiliki xilem sempit akan lebih tahan terhadap embolisme yang dapat terjadi akibat kekurangan air (Kramer & Boyer, 1995).

Salah satu kunci ketahanan tanaman terhadap kekeringan adalah efisiensi penyerapan air oleh akar. Tanaman yang tahan kekeringan cenderung memiliki sistem akar yang lebih dalam dan menyebar luas, memungkinkan mereka mengakses cadangan air tanah yang lebih dalam. Buku ini juga mengaitkan antara struktur anatomi akar dan keberhasilan pemuliaan tanaman tahan kekeringan (Blum, 2011).

Struktur endodermis ini berperan sebagai pengatur masuknya air dan ion ke dalam jaringan vaskular akar. Pada kondisi kekeringan, keberadaan pita Caspary menjadi sangat penting karena membantu menjaga tekanan osmotik internal tanaman dan mengurangi kehilangan air yang tidak perlu (Raven et al., 2005).

Akar tanaman memiliki kemampuan plastis untuk menyesuaikan arah dan intensitas pertumbuhannya tergantung pada distribusi air dan nutrisi di dalam tanah. Ia menekankan bahwa dalam kondisi kekeringan, tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan akar tunggang ke dalam



tanah dan memperluas akar serabut di lapisan atas untuk memaksimalkan perolehan air(Hodge, 2004).

Tanaman yang mampu bertahan dalam kondisi kekeringan cenderung memiliki akar yang mengalami lignifikasi tinggi, yang berfungsi memperkuat jaringan dan mencegah kerusakan akibat stres air. Hal ini menunjukkan pentingnya adaptasi struktural dalam mempertahankan fungsi akar di bawah tekanan lingkungan(Passioura, 1983).

Tanaman yang terpapar kekeringan menunjukkan peningkatan ketebalan dinding sel pada korteks dan jaringan lainnya. Perubahan ini membantu tanaman mengurangi kehilangan air dan menjaga integritas jaringan. Temuan ini menegaskan bahwa perubahan anatomis adalah bagian penting dari respons tanaman terhadap kekeringan(Grzesiak et al., 2013).

Keberhasilan adaptasi terhadap kekeringan sangat ditentukan oleh efisiensi kontak akar dengan tanah dan konduktivitas hidrolis akar. Mereka menekankan bahwa sistem akar tanaman kaktus memiliki efisiensi penyerapan air yang tinggi bahkan dari tanah yang sangat kering, menunjukkan pentingnya adaptasi anatomi dan fisiologis akar(North & Nobel, 1997).

Alokasi sumber daya dalam tanaman yang mengalami kekeringan akan lebih banyak diarahkan pada pertumbuhan akar daripada tajuk. Strategi ini memungkinkan tanaman untuk memperluas jangkauan sistem perakaran untuk memperoleh air secara optimal, terutama pada lapisan tanah yang dalam dan memiliki cadangan air lebih stabil(Lambers et al., 2008).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk memahami secara mendalam pengaruh waktu penanaman terhadap pertumbuhan awal tanaman jagung (*Zea mays L.*). Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk menggali informasi secara komprehensif mengenai fenomena yang terjadi di lapangan, serta memberikan pemahaman kontekstual terhadap respons tanaman jagung yang ditanam pada waktu berbeda, yaitu pagi, siang, dan sore. Penelitian dilaksanakan di lahan pertanian memiliki kondisi lingkungan yang sesuai untuk budidaya jagung serta melibatkan petani yang secara aktif melakukan penanaman pada berbagai waktu.

Pengumpulan data dilakukan dengan tiga teknik utama, yaitu observasi langsung, wawancara mendalam, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung pertumbuhan awal tanaman jagung yang ditanam pada tiga waktu berbeda, yaitu pagi hari sekitar pukul 07.00, siang hari pukul 12.00, dan sore hari pukul 16.00. Aspek yang diamati meliputi waktu munculnya kecambah,

perkembangan akar dan daun pertama, serta respons tanaman terhadap suhu dan kelembaban saat penanaman. Selain observasi, dilakukan wawancara secara semi-terstruktur kepada beberapa petani lokal yang memiliki pengalaman langsung dalam penanaman jagung. Wawancara ini bertujuan untuk menggali informasi mengenai kebiasaan waktu tanam, faktor yang memengaruhi pemilihan waktu, serta persepsi mereka terhadap hasil pertumbuhan berdasarkan waktu tanam. Untuk memperkuat data, dilakukan dokumentasi berupa foto perkembangan tanaman, catatan lapangan, dan dokumen pendukung lainnya.

Data yang diperoleh dari observasi, wawancara, dan dokumentasi dianalisis menggunakan teknik analisis tematik. Proses ini dilakukan dengan mengidentifikasi pola dan tema utama dari hasil pengamatan dan narasi petani, kemudian mengelompokkan informasi yang serupa dan menyusun interpretasi berdasarkan literatur yang relevan. Analisis dilakukan secara iteratif dan berulang, hingga diperoleh pemahaman yang utuh mengenai pengaruh waktu penanaman terhadap pertumbuhan awal tanaman jagung. Untuk memastikan keabsahan data, peneliti menerapkan teknik triangulasi sumber dan metode, yakni dengan membandingkan hasil dari berbagai petani serta menggunakan lebih dari satu teknik pengumpulan data. Langkah ini bertujuan untuk meningkatkan keakuratan dan kredibilitas hasil penelitian.

Dengan pendekatan kualitatif ini, diharapkan penelitian dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai dinamika pertumbuhan awal tanaman jagung berdasarkan waktu penanaman, serta menjadi referensi yang berguna bagi petani dan pihak terkait dalam menentukan waktu tanam yang lebih efektif dan efisien di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu penanaman memberikan perbedaan yang cukup nyata terhadap respons awal pertumbuhan tanaman jagung. Dari hasil observasi dan dokumentasi lapangan, ditemukan bahwa benih jagung yang ditanam pada pagi hari (sekitar pukul 07.00) menunjukkan waktu muncul kecambah yang lebih cepat, warna daun lebih hijau, serta pertumbuhan akar dan tunas awal yang lebih kuat dibandingkan dengan penanaman pada siang dan sore hari. Sementara itu, benih yang ditanam pada siang hari (sekitar pukul 12.00) mengalami keterlambatan munculnya tunas dan menunjukkan gejala stres ringan seperti daun layu pada hari-hari awal pertumbuhan. Penanaman pada sore hari (pukul 16.00) menunjukkan hasil yang relatif lebih baik daripada siang hari, tetapi masih kurang optimal dibandingkan dengan penanaman pagi hari.



Fakta ini diperkuat oleh wawancara dengan petani lokal yang menyatakan bahwa waktu pagi dianggap sebagai waktu tanam paling ideal karena kondisi lingkungan yang masih sejuk, kelembaban tanah tinggi, dan sinar matahari pagi yang belum terlalu intens. Salah seorang petani menyebutkan bahwa “kalau nanam pagi, jagung biasanya cepat tumbuh dan kuat. Tapi kalau siang, sering layu duluan.” Pengamatan ini sejalan dengan pendapat Sitompul dan Guritno (1995) yang menjelaskan bahwa suhu dan kelembaban tanah sangat mempengaruhi proses imbibisi air oleh benih. Pada pagi hari, suhu tanah relatif stabil dan kelembaban masih tinggi, sehingga benih dapat menyerap air dengan optimal untuk memulai proses perkecambahan. Lebih lanjut, menurut Gardner et al. (1991), fase awal pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, khususnya suhu tanah dan kelembaban udara. Ketika benih mengalami suhu tinggi dan kelembaban rendah seperti yang terjadi saat siang hari, proses metabolisme awal benih terganggu, yang mengakibatkan lambatnya pertumbuhan akar dan tunas. Hal ini juga terlihat dalam penelitian ini, di mana benih yang ditanam pada siang hari memperlihatkan gejala keterlambatan tumbuh hingga satu hingga dua hari dibandingkan perlakuan pagi.

Penanaman pada sore hari memberikan hasil yang sedang, karena meskipun suhu mulai menurun, waktu efektif penyinaran matahari setelah tanam menjadi sangat singkat. Akibatnya, aktivitas fotosintesis yang diperlukan untuk perkembangan awal daun menjadi terbatas. Kurniasih dan Setiawan (2010) menjelaskan bahwa sinar matahari yang cukup penting untuk memicu pembentukan klorofil dan mendukung pertumbuhan daun pertama. Oleh karena itu, keterbatasan cahaya setelah penanaman sore dapat menjadi salah satu alasan mengapa pertumbuhan awal tidak sebaik waktu pagi. Dari segi morfologi awal, tanaman yang ditanam pagi hari cenderung memiliki batang lebih tegak, warna daun lebih segar, dan perkembangan akar lebih menyebar. Sedangkan tanaman dari perlakuan siang hari menunjukkan batang lebih lemah dan perkembangan akar yang tidak merata. Temuan ini memperkuat bahwa faktor eksternal seperti waktu tanam berpengaruh besar pada respons fisiologis awal tanaman jagung.

Hasil observasi selama penelitian menunjukkan bahwa waktu penanaman memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap kecepatan dan kualitas pertumbuhan awal tanaman jagung. Benih jagung yang ditanam pada pagi hari mulai menunjukkan tanda-tanda perkecambahan pada hari kedua, dengan pertumbuhan tunas yang tampak lebih cepat dan akar yang berkembang lebih merata. Sementara itu, benih yang ditanam pada siang hari baru memperlihatkan gejala tumbuh pada hari ketiga atau keempat, dengan kecenderungan

pertumbuhan yang lebih lambat dan tidak merata. Tanaman dari penanaman sore hari tumbuh sedikit lebih baik dibandingkan dengan siang hari, tetapi tetap tidak sebaik penanaman pagi hari.

Temuan ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan saat penanaman sangat menentukan aktivitas fisiologis awal pada benih. Pada pagi hari, kelembaban tanah dan udara cenderung tinggi dan suhu udara belum meningkat tajam, menciptakan lingkungan yang mendukung proses imbibisi dan metabolisme awal benih. Subagio (2006) menjelaskan bahwa imbibisi air merupakan fase kritis yang menentukan keberhasilan perkecambahan. Jika proses ini terganggu, maka pertumbuhan awal akan melambat dan mengurangi vigor tanaman. Selain itu, intensitas cahaya pada pagi hari cukup untuk memicu pembentukan klorofil tanpa menyebabkan stres panas. Menurut Kurniasih dan Setiawan (2010), cahaya pagi mendukung sintesis klorofil dan memicu aktivitas fotosintesis sejak awal tumbuhnya daun pertama. Hal ini tercermin dari warna daun tanaman hasil tanam pagi yang lebih hijau dan segar dibandingkan perlakuan lainnya. Sebaliknya, benih yang ditanam siang hari harus berhadapan dengan suhu lingkungan yang tinggi, kelembaban rendah, dan paparan sinar matahari langsung yang ekstrem. Kondisi tersebut dapat memicu stres fisiologis dan menghambat aktivitas seluler dalam benih.

Lebih lanjut, hasil wawancara dengan petani setempat mendukung hasil observasi ini. Sebagian besar petani menyatakan bahwa mereka lebih memilih menanam pada pagi hari karena tanaman lebih “cepat jadi” dan tidak mudah layu. Mereka juga menyebutkan bahwa tanah di pagi hari lebih dingin dan lembab, sehingga lebih nyaman untuk penanaman. Hal ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Sutaryo (2009), bahwa waktu tanam yang ideal akan menciptakan kondisi iklim mikro yang sesuai dengan kebutuhan fisiologis tanaman, khususnya pada fase awal pertumbuhan.

Dari perspektif fisiologi tanaman, Gardner et al. (1991) menjelaskan bahwa keberhasilan pertumbuhan awal tanaman sangat bergantung pada lingkungan sekitar benih setelah tanam. Suhu yang terlalu tinggi dan air tanah yang tidak mencukupi dapat menghambat aktivasi enzim, menurunkan kapasitas respirasi, dan memperlambat pembelahan sel. Oleh karena itu, waktu penanaman yang tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan fisiologis yang tidak langsung terlihat tetapi berdampak pada performa tanaman ke depan. Dengan mengintegrasikan temuan observasi dan wawancara, dapat disimpulkan bahwa waktu pagi hari merupakan waktu tanam yang paling sesuai untuk memulai pertumbuhan tanaman jagung, karena memberikan kondisi lingkungan yang paling mendekati kebutuhan



fisiologis benih. Penanaman di siang hari sebaiknya dihindari karena meningkatkan risiko keterlambatan tumbuh dan stres awal, sedangkan penanaman sore masih memungkinkan dilakukan, tetapi hasilnya tidak seoptimal pagi hari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa waktu penanaman merupakan salah satu faktor agronomis penting yang memengaruhi keberhasilan pertumbuhan awal tanaman jagung. Berdasarkan hasil observasi langsung di lapangan dan informasi dari petani, penanaman yang dilakukan pada pagi hari memberikan respon tumbuh yang paling baik. Benih jagung yang ditanam pagi hari mengalami proses perkecambahan lebih cepat, menghasilkan tunas yang lebih kuat, dan menunjukkan warna daun yang lebih hijau. Kondisi lingkungan di pagi hari seperti suhu udara yang belum terlalu tinggi, kelembaban tanah yang masih tinggi, serta intensitas cahaya matahari yang tidak terlalu ekstrem berperan besar dalam mendukung proses fisiologis benih, terutama dalam proses imbibisi dan aktivasi enzim metabolik awal.

Sebaliknya, penanaman pada siang hari memberikan hasil pertumbuhan yang paling lambat dan kurang optimal. Hal ini disebabkan oleh suhu lingkungan yang tinggi dan kelembaban yang rendah, yang dapat mengganggu penyerapan air oleh benih dan menurunkan aktivitas fisiologis. Bahkan, beberapa benih yang ditanam siang hari menunjukkan gejala stres awal seperti kelayuan pada daun pertama dan pertumbuhan akar yang tidak merata. Penanaman pada sore hari menghasilkan respons pertumbuhan yang sedang. Meskipun suhu mulai menurun, namun waktu efektif penyinaran setelah penanaman menjadi terbatas, yang dapat mengurangi aktivitas fotosintesis awal tanaman. Dari keseluruhan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa waktu tanam pagi hari memberikan kondisi lingkungan yang paling ideal bagi benih jagung untuk memulai pertumbuhan awal secara maksimal. Faktor lingkungan mikro yang tercipta di pagi hari sangat sesuai dengan kebutuhan fisiologis benih jagung, sehingga mampu menghasilkan pertumbuhan awal yang lebih sehat dan seragam.

Berdasarkan hasil dan kesimpulan penelitian, disarankan agar petani melakukan penanaman jagung pada pagi hari, terutama antara pukul 06.00 hingga 08.00. Penanaman pada waktu ini dapat membantu mengurangi risiko gagal tumbuh akibat stres panas dan mendukung pertumbuhan akar serta tunas secara optimal. Penerapan waktu tanam yang tepat akan berpengaruh positif terhadap

pertumbuhan awal tanaman dan berpotensi meningkatkan produktivitas hasil panen.

Selain itu, bagi pihak-pihak yang terlibat dalam penyuluhan pertanian, seperti penyuluh lapangan dan dinas pertanian, disarankan untuk memberikan edukasi kepada petani mengenai pentingnya waktu tanam sebagai bagian dari strategi budidaya yang efisien. Pengetahuan ini dapat menjadi pedoman dalam perencanaan jadwal tanam yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan pengamatan yang lebih luas dengan menambahkan variabel lain seperti jenis tanah, varietas jagung yang berbeda, intensitas penyinaran, serta kondisi musim. Penggabungan antara pendekatan kualitatif dan kuantitatif (mixed methods) juga direkomendasikan agar hasil penelitian menjadi lebih akurat, terukur, dan dapat dijadikan dasar kebijakan pertanian berbasis data di tingkat lokal maupun nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. (2012). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Surabaya: Lentera Cendekia.
- Blum, A. (2011). *Pemuliaan Tanaman untuk Lingkungan Kekeringan*. Springer.
- Bintoro, M.H. & Kurniasih, D. (2015). Pengaruh suhu terhadap kecepatan perkecambahan benih jagung. *Jurnal Agribisnis dan Agroteknologi*, 3(2), 12–19.
- Dewi, R.S. & Wardhana, A. (2021). Analisis respon tanaman jagung terhadap perlakuan waktu tanam berbeda. *Jurnal Ilmiah Pertanian Tropis*, 6(1), 45–52.
- Dwidjoseputro, D. (1994). *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Fauziah, R.N. & Sari, M.K. (2020). Pengaruh suhu lingkungan terhadap produktivitas tanaman pangan di Indonesia. *Jurnal Agroklimate*, 8(2), 89–96.
- Fitter, A. H., & Hay, R. K. M. (2002). *Fisiologi Lingkungan Tanaman* (3 ed.). Academic Press.
- Gardner, F.P., Pearce, R.B., & Mitchell, R.L. (1991). *Physiology of Crop Plants*. Iowa: Iowa State University Press.
- Gunawan, R. (2016). Kaitan antara kelembaban tanah dan laju tumbuh tanaman pada awal fase vegetatif. *Jurnal Agro*, 18(2), 101–109.
- Grzesiak, M. T., Grzesiak, S., Hura, T., Hura, K., & Stabryła, J. (2013). Respons fisiologis dan biokimia jagung terhadap stres kekeringan. *Acta Physiologicae Plantarum*, 35(1), 351–365.
- Hidayat, N. (2018). Studi pengaruh waktu tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 3(3), 58–64.



- Hodge, A. (2004). Respons akar terhadap ketersediaan nutrisi yang tidak merata. *New Phytologist*, 162(1), 9–24.
- Kurniasih, Y. & Setiawan, R. (2010). Pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil daun tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Biologi Tropis*, 10(2), 55–62.
- Kramer, P. J., & Boyer, J. S. (1995). *Hubungan Air Tanaman dan Tanah*. Academic Press.
- Lambers, H., Chapin III, F. S., & Pons, T. L. (2008). *Ekologi Fisiologis Tumbuhan* (2 ed.). Springer.
- Mulyani, A. & Rahmawati, S. (2022). Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap imbibisi benih pada berbagai waktu tanam. *Jurnal Sains Tanaman*, 4(1), 35–41.
- North, G. B., & Nobel, P. S. (1997). Kontak akar-tanah pada tanaman gurun *Agave* deserti. *New Phytologist*, 135(1), 21–29.
- Nugroho, R. (2017). Respon fisiologis tanaman jagung terhadap perbedaan waktu tanam. *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(1), 28–35.
- Prasetyo, H. (2013). *Dasar-dasar Agronomi dan Hortikultura*. Malang: UB Press.
- Purwanto, B.H. (2019). Kajian waktu tanam optimal terhadap pertumbuhan tanaman semusim. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(3), 135–142.
- Passioura, J. B. (1983). Akar dan ketahanan terhadap kekeringan. *Agricultural Water Management*, 7(1–3), 265–280.
- Setiawan, D. & Wibowo, T. (2015). Suhu tanah dan dampaknya terhadap perkecambahan benih beberapa tanaman pangan. *Jurnal Agroklimatologi*, 13(1), 33–39.
- Sitompul, S.M. & Guritno, B. (1995). *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Subagio, H. (2006). *Teknik Budidaya Jagung Hibrida*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sudaryono, E. (2013). Pengaruh waktu tanam terhadap pertumbuhan awal tanaman jagung. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(1), 21–28.
- Sutaryo. (2009). Peran waktu tanam dalam produktivitas tanaman pangan. *Jurnal Agrosains*, 15(2), 40–46.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology*. Sinauer Associates.
- Wardhani, T.N. & Lestari, R. (2021). Studi evaluatif pertumbuhan tanaman jagung berdasarkan intensitas cahaya dan waktu tanam. *Jurnal Agrovigor*, 10(1), 12–19.
- Wibowo, T. (2017). Pengaruh variasi waktu tanam terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura. *Jurnal Pertanian Tropik*, 3(1), 23–30.