BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L) merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi tinggi, khususnya di beberapa negara penghasil tembakau, termasuk Indonesia. Komoditas ini tidak hanya menjadi bahan baku utama industri rokok, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional melalui penerimaan cukai, penyerapan tenaga kerja, serta peningkatan kesejahteraan petani (Andri, 2025). Pada tahun 2023, produksi tembakau nasional mencapai 238.806 ton dengan luas areal hampir 198.702 hektare, di mana sekitar 92,97% produksinya berasal dari Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Nusa Tenggara Barat (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2024). Data tersebut menunjukkan bahwa tembakau memiliki peranan strategis dalam mendukung perekonomian nasional dan keberlangsungan hidup masyarakat tani.

Dalam upaya meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi tembakau, pemilihan varietas yang tepat menjadi salah satu faktor kunci. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) merekomendasikan beberapa varietas unggul, di antaranya varietas Jinten, Paiton 2, dan Prancak-95, yang memiliki potensi hasil serta mutu yang sesuai dengan kebutuhan industri (Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Pemanis dan Serat, 2022). Keberhasilan produksi tembakau juga sangat ditentukan sejak tahap pembibitan. Bibit yang sehat, kuat, dan seragam akan menghasilkan tanaman yang lebih

produktif di lahan (Dixon, 2024). Dengan demikian, kombinasi antara pemilihan varietas unggul yang direkomendasikan seperti Jinten, Paiton 2, dan Prancak-95 serta penerapan teknik pembibitan yang optimal merupakan pondasi fundamental yang saling melengkapi dalam upaya meningkatkan produktivitas dan mutu tembakau secara berkelanjutan.

Namun, tantangan sering muncul ketika proses pembibitan dilakukan pada tanah bertekstur liat. Tanah liat memiliki karakteristik khas berupa drainase yang buruk, aerasi terbatas, serta kecenderungan mengalami penggenangan air (Patra et al., 2024). Kondisi tersebut dapat menghambat pertumbuhan akar, menurunkan efisiensi penyerapan unsur hara, serta meningkatkan kerentanan bibit terhadap stres lingkungan (Zhang et al., 2023). Akibatnya, kualitas bibit tembakau yang dihasilkan dari media tanah liat cenderung kurang optimal.

Untuk mengatasi kendala tersebut, diperlukan inovasi dalam pengelolaan media tanam. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pemanfaatan biochar sebagai bahan amelioran tanah. Biochar merupakan hasil pembakaran biomassa pada suhu tinggi dengan kondisi terbatas oksigen (pirolisis), yang diketahui mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Tuti Ariani Bawamenewi et al., 2025). Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan biochar dapat meningkatkan porositas tanah, memperbaiki kapasitas tukar kation, meningkatkan ketersediaan unsur hara, serta menjadi habitat bagi mikroorganisme tanah yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman (Kuryntseva et al., 2023). Berdasarkan hal tersebut, inovasi melalui aplikasi biochar menawarkan solusi yang komprehensif dan berkelanjutan untuk mengatasi permasalahan media tanam,

sekaligus berpotensi meningkatkan kesehatan tanah dan produktivitas tanaman secara signifikan.

Selain perbaikan media tanam, perlakuan awal pada bibit juga berperan penting dalam mendukung pertumbuhan. Salah satunya adalah teknik perendaman bibit sebelum ditanam, yang dapat mempercepat proses perkecambahan, meningkatkan daya serap air, serta merangsang aktivitas fisiologis yang mendukung pertumbuhan awal tanaman (Koushal et al., 2024). Beberapa studi Agustiansyah et al. (2020), Iskandar et al. (2025) Lensari et al. (2023) Widiastuti & Wahyuni (2020) dan Zebua (2025) menunjukkan bahwa teknik perendaman mampu meningkatkan daya kecambah, jumlah daun, dan vigor tanaman. Berdasarkan temuan-temuan tersebut, selain inovasi dalam pengelolaan media tanam, penerapan teknik perendaman bibit juga merupakan langkah strategis yang terbukti efektif secara empiris dalam memacu pertumbuhan dan membangun tanaman yang lebih vigor sejak tahap awal, sebagaimana didukung oleh bukti ilmiah yang konsisten dari berbagai hasil penelitian.

Meskipun manfaat aplikasi biochar maupun teknik perendaman bibit telah banyak dilaporkan pada berbagai komoditas pertanian, kajian mengenai efek interaksi keduanya (*synergistic effect*) pada tahap pembibitan tembakau masih menjadi celah penelitian (*research gap*) yang signifikan. Secara teoritis, terdapat potensi efek sinergis antara perlakuan perendaman bibit yang dapat merangsang aktivitas fisiologis awal pertumbuhan dengan penggunaan media tanam berbasis biochar yang berfungsi memperbaiki kondisi fisik, kimia, dan biologi rhizosfer. Kombinasi tersebut diduga mampu menciptakan lingkungan tumbuh yang lebih

optimal sehingga berimplikasi positif terhadap parameter pertumbuhan bibit tembakau.

Oleh karena itu, penelitian yang mengkaji respons pertumbuhan bibit tembakau terhadap kombinasi perlakuan perendaman dan aplikasi biochar pada media tanah liat menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Temuan penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan validasi ilmiah (*scientific validation*) tetapi juga menghasilkan protokol aplikatif yang dapat diadopsi oleh petani untuk meningkatkan kualitas pembibitan. Pada akhirnya, hasil penelitian ini berpotensi menjadi salah satu pijakan strategis dalam mendukung peningkatan produktivitas sekaligus keberlanjutan agribisnis tembakau nasional.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perendaman dan jenis varietas terhadapkarakter daun bibit tembakau?
2. Bagaimana pengaruh interaksi antara jenis perendaman dengan jenis varietas terhadap karakter daun bibit tembakau?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh perendaman dan jenis varietas terhadap karakter daun bibit tembakau.
2. Mengetahui pengaruh interaksi antara jenis perendaman dengan jenis varietas terhadap karakter daun bibit tembakau.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L)

Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.) di Indonesia merupakan salah satu tanaman komersial yang memiliki peran dalam perekonomian unggul melaui cukai dan pajak, penyediaan lapangan kerja, dan perdagangan tembakau. Salah satu cara meningkatkan produtivitas tembakau dapat dilakukan dengan intensifikasi pertanian melalui pengoptimalisaan lahan yang tersedia (Barbara et al., 2022). (Wicaksono et al., 2023) Tanaman tembakau tumbuh optimal pada suhu antara 20–30°C dengan pertumbuhan fisiologis tembakau. Sedangkan pH 5,5–6,5 lebih sesuai untuk budidaya tanaman pertanian termasuk tembakau (Pasaribu, 2020). Menurut (Wicaksono et al. 2023) drainase tanah yang baik dan kesuburan organik untuk keberhasilan tembakau dalam agroekosistem tropis. Dalam penelitian (Li et al., 2021) bahwa tanah dengan kelembapan berlebih akibat drainase buruk menurunkan kualitas daun tembakau dan membatasi pertumbuhan akar. Tembakau dikenal memiliki kemampuan adaptasi yang luas terhadap berbagai kondisi agroklimat, namun hasil panennya sangat tergantung pada interaksi antara genetik varietas, lingkungan, serta teknik budidaya yang digunakan.

2.2. Karakteristik Pertumbuhan Bibit Tembakau

Bibit tembakau (*Nicotiana tabaccum* L) pada fase awal pertumbuhan menunjukkan karakteristik fisiologis dan morfologis yang sangat penting untuk menjamin kualitas tanaman dewasa. Secara fisiologis, parameter seperti kadar klorofil sangat berhubungan dengan kemampuan fotosintesis dan produksi tanaman. Secara morfologis, karakteristik bibit tembakau meliputi tinggi tanaman,

jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta tipe stomata yang berbeda antar varietas tembakau. Secara keseluruhan, bibit yang sehat, memiliki pertumbuhan normal, dan karakter fisiologis dan morfologis yang baik akan menentukan keberhasilan pertumbuhan dan produktivitas tanaman tembakau selanjutnya (Rochman & Hamida, 2017).

a. Tinggi Tanaman

Menurut (Santos et al., 2018) bahwa tinggi bibit tembakau meningkat 15–20% ketika media tanam ditambahkan bahan organik seperti biochar. Tinggi bibit mencerminkan tingkat pertumbuhan vegetatif yang dipengaruhi oleh kualitas media tanam, ketersediaan nutrisi, dan kondisi lingkungan. tinggi bibit yang optimal menunjukkan kemampuan fotosintesis yang baik dan aktivitas metabolik yang tinggi.

b. Jumlah Daun

Untuk menentukan produktivitas tembakau, diperlukan varietas yang lebih dioptimalkan agar daun yang di hasilkan lebih besar dan lebar. Bibit tembakau yang sehat biasanya memiliki daun yang hijau dan lebar. Jumlah daun yang dihasilkan oleh suatu varietas merupakan indikator utama dari produktivitasnya. Varietas yang memiliki kapasitas genetik untuk menghasilkan daun lebih banyak sering kali digunakan untuk tujuan komersial (Qadri et al., 2023)

c. Diameter Batang

Diameter batang menggambarkan kekuatan struktur tanaman. Varietas tertentu memiliki batang yang lebih tebal untuk mendukung daun yang lebih besar dan jumlah lebih banyak. penambahan biochar pada media tanam meningkatkan

diameter batang bibit tembakau hingga 10%, karena biochar meningkatkan ketersediaan unsur hara makro dan mikro. Murtaza et al., (2025) melaporkan bahwa aplikasi biochar mampu meningkatkan metabolisme serta mendorong pertumbuhan vegetatif bibit tembakau melalui perbaikan fungsi tanah dan peningkatan ketersediaan unsur hara.

d. Perakaran

Setiap varietas memiliki kemampuan berbeda dalam mengembangkan sistem akar, yang pempengaruhii efisiensi penyerapan nutrisi dan air. Varietas yang tahan terhadap tanah berat seperti tanah liat cenderung memiliki akar yang lebih panjang dan bercabang. Sistem perakaran tembakau yang bersifat serabut memerlukan kondisi tanah yang spesifik untuk berkembang secara optimal, yakni tanah dengan struktur gembur dan kaya akan bahan organik (Coresta, 2020).

2.3. Perbedaan Pertumbuhan Berdasarkan Varietas

Pertumbuhan tanaman tembakau sangat dipengaruhi oleh varietas yang digunakan. Pada setiap varietas memiliki karakteristik yang berbeda dan mencerminkan adaptasi genetik terhadap kondisi lingkungan tertentu, seperti jenis tanah, ketersediaan air, dan intensitas cahaya.

a. Tembakau Varietas Jinten

Varietas jinten merupakan salah sat varies tembakau local yang banyak dibudidayakan di Indonesia, terutama di daerah yang memilki iklim tropis dengan suhu dan kelembaban tinggi. Varietas Jinten dikenal dengan daunnya yang relatif kecil, tetapi memiliki ketahanan yang tinggi terhadap beberapa penyakit dan hama.

Varietas ini sering digunakan dalam produksi tembakau rokok jenis kretek karena memiliki kandungan nikotin yang lebih tinggi (Nurdin, 2021).

Pada tanah liat, varietas Jinten dapat menunjukkan pertumbuhan yang cukup baik, terutama jika diberikan perlakuan tambahan seperti biochar. Biochar membantu memperbaiki struktur tanah liat yang padat, sementara mikoriza meningkatkan penyerapan unsur hara oleh akar. Varietas ini cenderung lebih cepat beradaptasi dengan kondisi tanah yang tidak terlalu subur, namun tetap memerlukan media yang dapat memastikan drainase yang baik untuk mencegah akumulasi air yang berlebihan. Jinten juga memiliki toleransi yang baik terhadap kekeringan, sehingga dapat bertahan meskipun ketersediaan air terbatas (Dewi, 2020).

Menurut (Setyawan, 2019) penambahan biochar dalam media tanah liat dapat meningkatkan aerasi dan mengurangi kejenuhan air pada tanah, yang mendukung pertumbuhan akar varietas Jinten.

b. Tembakau Varietas Paiton 2

Varietas Paiton 2 dikenal karena hasil produksinya yang tinggi dan kualitas daun yang baik. Varietas ini lebih sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan dan cenderung memerlukan perawatan yang lebih intensif. Varietas Paiton 2 memiliki daun yang lebih besar dengan kandungan nikotin yang rendah, sehingga banyak digunakan untuk produksi rokok premium (Wulandari, 2019).

Varietas paiton 2 membutuhkan media tanam yang kaya akan unsur hara dan memiliki kemampuan drainase yang baik. Tanah liat yang cenderung padat mungkin kurang ideal untuk pertumbuhan optimal, namun penggunaan biochar dapat meningkatkan kapasitas drainase dan aerasi tanah, mendukung pertumbuhan

akar Varietas Paiton 2. Varietas Paiton 2 membutuhkan kelembaban tanah yang cukup untuk mendukung pertumbuhannya, tetapi tidak tahan terhadap kondisi tergenang. Oleh karena itu, penggunaan biochar dapat membantu menjaga kelembaban tanah pada tingkat optimal serta mencegah genangan air yang berpotensi menyebabkan pembusukan akar. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa biochar dapat meningkatkan kapasitas retensi air tanah (WHC), memperbaiki struktur tanah, serta mengurangi bulk density khususnya pada tanah bertekstur kasar dan dalam kondisi irigasi terbatas (Aller et al., 2025)

c. Tembakau Varietas Perancak-95

Varietas perancak-95 memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi tanah yang kurang subur dan iklim yang tidak stabil. Varietas ini lebih tahan terhadap kekeringan dan kondisi lingkungan yang ekstrem, menjadikannya pilihan yang baik untuk daerah dengan curah hujan rendah atau tanah marginal. Varietas Perancak-95 dapat tumbuh dengan baik meskipun pada tanah liat yang kurang subur. Tanah liat yang cenderung memiliki daya serap air yang tinggi dapat mempengaruhi pertumbuhan akar, tetapi penggunaan biochar akan memperbaiki tekstur tanah dan meningkatkan aerasi, sehingga mendukung pertumbuhan akar yang lebih sehat. Varietas Perancak-95 yang dikenal toleran terhadap kekeringan, juga dapat memperoleh manfaat dari mikoriza dalam meningkatkan ketahanan terhadap stres abiotic (Sari & Prasetyo, 2020).

2.4. Pengaruh Media Tanam Biochar Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Media tanam memainkan peran yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman karena menyediakan tempat untuk akar berkembang serta menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Dalam penelitiannya (Hidayat, 2020) menekankan bahwa

media tanam yang baik untuk tanaman tembakau seharusnya memiliki tekstur ringan serta kemampuan menahan air yang memadai. Hal ini penting untuk mendukung pertumbuhan akar yang optimal dan memastikan ketersediaan air yang cukup bagi tanaman.

Tanah liat merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki tekstur padat dan cenderung mudah tergenang air. Oleh karena itu, penggunaan bahan tambahan seperti biochar dapat membantu meningkatkan sifat fisik tanah liat dengan meningkatkan aerasi dan kapasitas drainase tanah. Penelitian yang dilakukan oleh (Subekti & Wiratama, 2019) menunjukkan bahwa biochar dapat memperbaiki struktur tanah liat dengan meningkatkan porositas dan memperbaiki ketersediaan oksigen untuk akar tanaman.

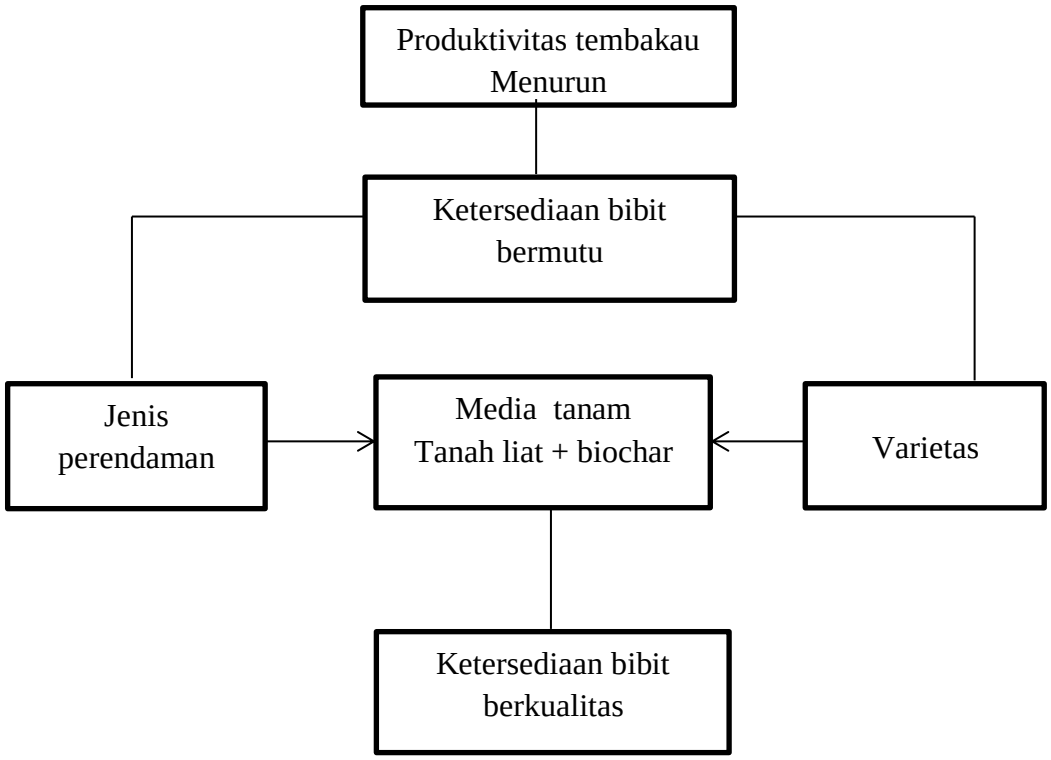
Biochar adalah produk hasil pembakaran biomassa pada suhu tinggi dalam kondisi terbatas oksigen *(pyrolysis)*. Biochar memiliki sifat fisik dan kimia yang dapat meningkatkan kesuburan tanah. Biochar mengandung karbon dalam jumlah yang tinggi, yang dapat menyimpan unsur hara dalam tanah dan memperbaiki struktur tanah.

Penambahan biochar pada media tanam telah terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif bibit tembakau, termasuk tinggi tanaman yang mencerminkan kapasitas fotosintesis dan aktivitas metabolik yang optimal. Studi terkini oleh (Murtaza et al. 2025) menunjukkan bahwa kombinasi biochar dengan senyawa organik, seperti *allantoin glycyrrhetinic acid*, tidak hanya memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, tetapi juga meningkatkan akumulasi metabolit sekunder, aktivitas enzim, serta mengurangi toksisitas aluminium, sehingga secara signifikan mendukung pertumbuhan bibit tembakau (*Industrial Crops and Products*). Hasil-hasil tersebut sejalan dengan pandangan bahwa penambahan bahan organik, seperti biochar, dapat meningkatkan

tinggi bibit sebesar 15–20% melalui perbaikan kualitas media tanam, peningkatan ketersediaan unsur hara, serta stimulasi aktivitas mikroba tanah yang berkontribusi pada metabolisme tanaman.

BAB III. KERANGKA PIKIR

3.1 Kerangka Pikir



Gambar 1 Kerangka Pikir Penelitian

3.2 Hipotesis

Hipotesis:

1. Terdapat pengaruh perendaman terhadap pertumbuhan bibit tembakau *(nicotiana tabaccum* L*)* varietas nasional.
2. Terdapat interaksi antara jenis perendaman dan jenis varietas terhadap pertumbuhan bibit tembakau pada tanah liat yang diberi bochar.

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Tempat Dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Desa Parenring, Kecamatan Lilirilau, Kabupaten Soppeng pada bulan September 2024 sampai bulan Desember 2024.

4.2. Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini Handtraktor, gelas plastik, saringan, gunting, Meteran, Map Plastik Jepit, Pinset, Tali Rafia, dan Spidol.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih tembakau varietas (jinten, paiton 2 dan prancak-95), *azotobacter*, biohumic, urine sapi, biochar, air hangat, serbuk kayu, daun kelapa.

4.3. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dalam faktorial dua faktor, yaitu faktor pertama terdiri dari tiga jenis varietas yakni: jinten (v1), paiton-2 (v2). Prancak-95 (v3). Faktor kedua, Perendaman yang terdiri dari tiga jenis perendaman yakni: air hangat (P1), *azotobacter* (P2), biohumik (P3). Kelompok perlakuan terdiri atas 3, dimana satu kelompok terdiri atas 9 perlakuan. Setiap perlakuan diambil 10 sampel tanaman sehingga total sampel sebanyak 270.

4.1. Prosedur Peneltian

a. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah di lakukan dengan cara mencangkul dan menggemburkan tanah Kegiatan ini bertujuan memotong sisa tanaman, memperbaiki struktur tanah, serta menghancurkan lapisan keras tanah sehingga perakaran tanaman dapat

tumbuh lebih dalam. Hal pertama yang dilakukan adalah menyiapkan lahan setelah itu mebuat bedengan dengan ketinggian yang sesuai untuk memudahkan pegakiran air atau drainase agar mencegah adanya genangan yang dapat merusak bibit. Setelah pembuatan bedengan tahap berikutnya adalah mengaplikasikan biochar pada masing masing bedengan. Tahap terakhir adalah menyiramkan *azotobacter* yang telah di larutkan dengan air dan di campurkam urime sapi pada setiap bedengan dan memberikan serbuk kayu untuk menjaga kelembaban tanah.

b. Perendaman Benih

Perendaman benih adalah salah satu langkah penting dalam proses persemaian tanaman tembakau *(Nicotiana tabaccum* L*).* Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan daya kecambah benih, mempercepat proses perkecambahan, serta melindungi benih dari serangan hama dan penyakit (Parnidi et al., 2023). Dalam proses ini menggunkan metode perendaman dengan 3 varietas tembakau yaitu: Tembakau varietas Jinten, Paiton-2 dan, Perancak-95. ketiga varietas memiliki waktu perendaman yang sama selama 15 menit (Liu et al., 2022). Masing-masing perendaman terdiri dari P1 (air hangat), P2 (*azotobacter*), P3 (biohumik). Setalah mencapai waktu yang telah di tentukan benih kemudian di tiriskan dan siap untuk di tanam.

c. Penanaman Benih Tembakau

Penanaman benih tembakau dilakukan pada media yang telah di siapkan. selanjutnya benih ditaburkan secara merata di permukaan media semai atau hanya ditutup tipis dengan lapisan tanah sekitar 0,3–0,5 cm (Qadri et al., 2023)**.**

4.5. Parameter Pengamatan

a. Lebar Daun Pasir (cm)

Daun Pasir adalah daun yang terletak di bagian daun paling bawah tanaman tembakau. ukur bagian terlebar dari daun pasir, biasanya di tengah daun. Rentangkan daun dan letakkan daun di permukaan datar agar hasil pengukuran lebih akurat (Gambar lampiran 8).

b. Panjang Daun Pasir (cm)

Daun pasir adalah daun yang terletak di bagian aun paling bawah tanaman tembakau. Ukur dari pangkal tangkai daun hingga ujung daun. Rentangkan daun dan pastikan daun dalam posisi lurus untuk mendapatkan hasil yang akurat (Gambar lampiran 7).

c. Lebar Daun Kaki (cm)

Daun kaki adalah daun yang terletak di bagian atas daun pasir. kemudian ukur bagian terlebar dari daun kaki, (biasanya di tengah daun). Rentangkan daun letakkan daun di permukaan datar agar hasil pengukuran lebih akurat (Gambar lampiran 8).

d. Panjang Daun Kaki (cm)

Daun kaki adalah daun yang terletak di bagian atas daun pasir. Letakkan alat ukur dari pangkal tangkai daun hingga ujung daun. Rentangkan daun dan pastikan daun dalam keadaan lurus dan rata untuk hasil yang akurat. (Gambar Lampiran 7)

e. Lebar Daun Tengah (cm),

Daun tengah adalah daun yang berada di bagian tengah tanaman tembakau. kemudian ukur bagian terlebar dari daun, (biasanya di tengah-tengah daun).

Pastikan daun rata dan rentangkan daun di permukaan datar untuk mendapatkan hasil yang akurat. (Gambar lampiran 8)

f. Panjang Daun Tengah (cm)

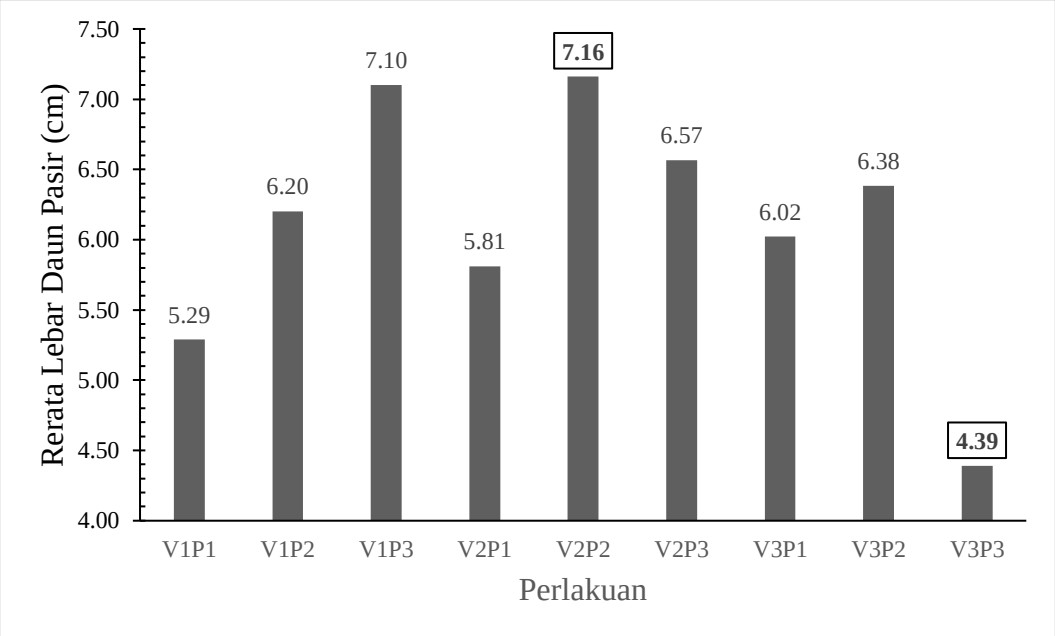
Pilih daun tengah, gunakan meteran kemudian letakkan alat ukur dari pangkal tangkai daun hingga ujung daun. Pastikan daun rata dan rentangkan daun di permukaan datar untuk mendapatkan hasil yang akurat. (Gambar Lampiran 7)

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

5.1.1 Lebar Daun Pasir Tembakau

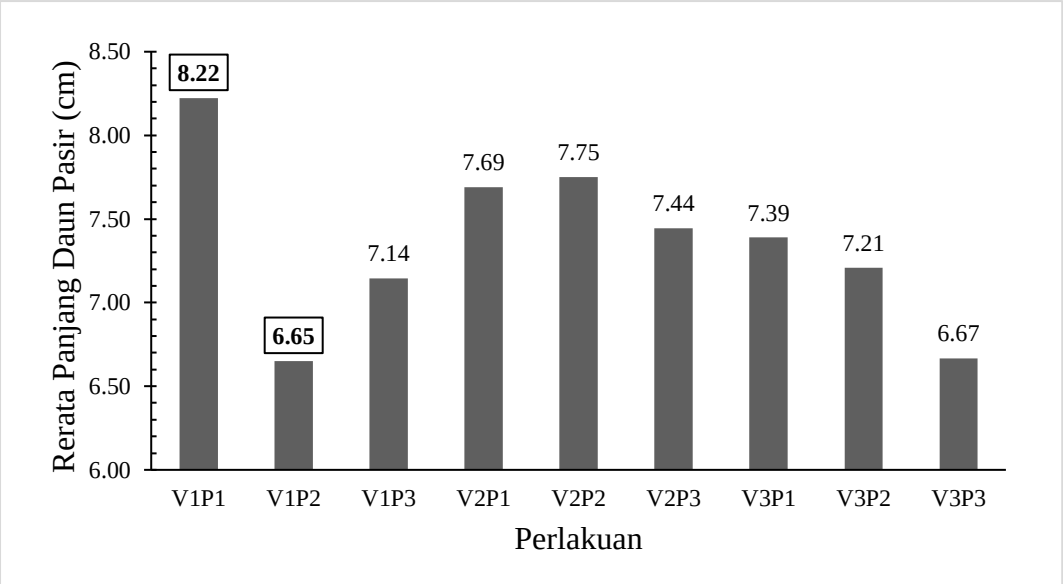
Berdasarkan Tabel lampiran 2, perlakuan varietas dan perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap lebar daun pasir tembakau. Rata-rata lebar daun pasir tembakau tertinggi dihasilkan pada perlakuan varietas Paiton 2 yang direndam dengan *Azotobater* (7,16 cm). Sebaliknya lebar daun terendah dihasilkan pada varietas prancak 95 dengan perendama biohumic (4,39). Secara lengkap rata-rata daun pasir bibit tembakau disajikan pada Gambar 1.



Gambar 2. Rerata lebar daun pasir (cm) tiga varietas (V1= Jinten; V2= Paiton; V3= Prancak 95) pada perlakuan perendaman (P1= air hangat; P2= *Azotobacter*; P3 = Biohumic)

5.1.2 Panjang Daun Pasir Tembakau

Berdasarkan Tabel lampiran 4, perlakuan varietas dan perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap panjang daun pasir tembakau. Rata-rata lebar daun pasir tembakau tertinggi dihasilkan pada perlakuan varietas Jinten yang direndam dengan Air Hangat (8,22 cm). Sebaliknya lebar daun terendah dihasilkan pada varietas Jinten dengan perendama *Azotobacter* (6,65 cm). Secara lengkap rata-rata daun pasir bibit tembakau disajikan pada Gambar 2.

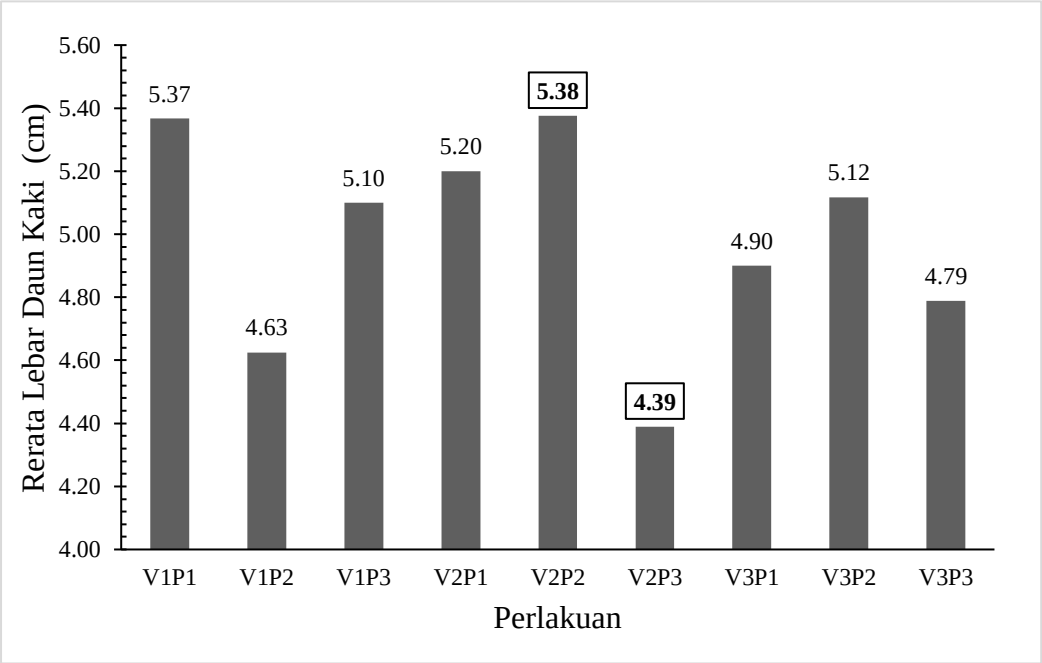


Gambar 3. Rerata Panjang Daun Pasir (cm) tiga varietas (V1= Jinten; V2= Paiton; V3= Prancak 95) pada perlakuan perendaman (P1= air hangat; P2= *Azotobacter*; P3 = Biohumic)

5.1.3 Lebar Daun Kaki Tembakau

Berdasarkan Tabel lampiran 6, perlakuan varietas dan perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap lebar daun kaki tembakau. Rata-rata lebar daun kaki tembakau tertinggi dihasilkan pada perlakuan varietas Jinten yang direndam dengan Air Hangat (5,38 cm). Sebaliknya lebar daun terendah dihasilkan pada varietas

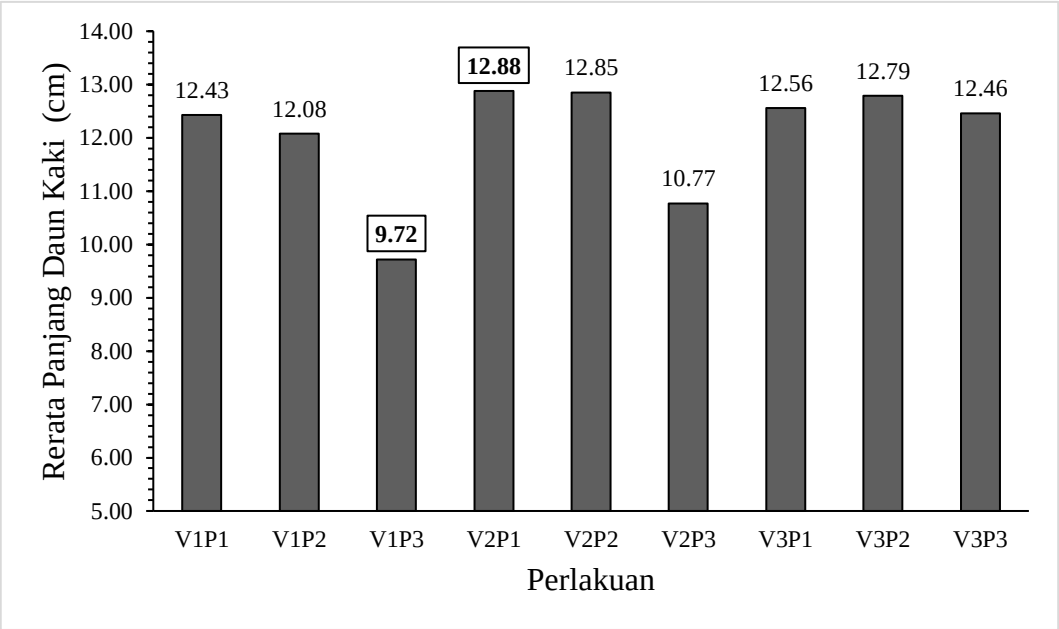
Jinten dengan perendama *Azotobacter* (6,65 cm). Secara lengkap rata-rata lebar daun kaki bibit tembakau disajikan pada Gambar 3.



Gambar 4. Rerata Lebar Daun kaki (cm) tiga varietas (V1= Jinten; V2= Paiton; V3= Prancak 95) pada perlakuan perendaman (P1= air hangat; P2= *Azotobacter*; P3 = Biohumic)

5.1.4 Panjang Daun Kaki Tembakau

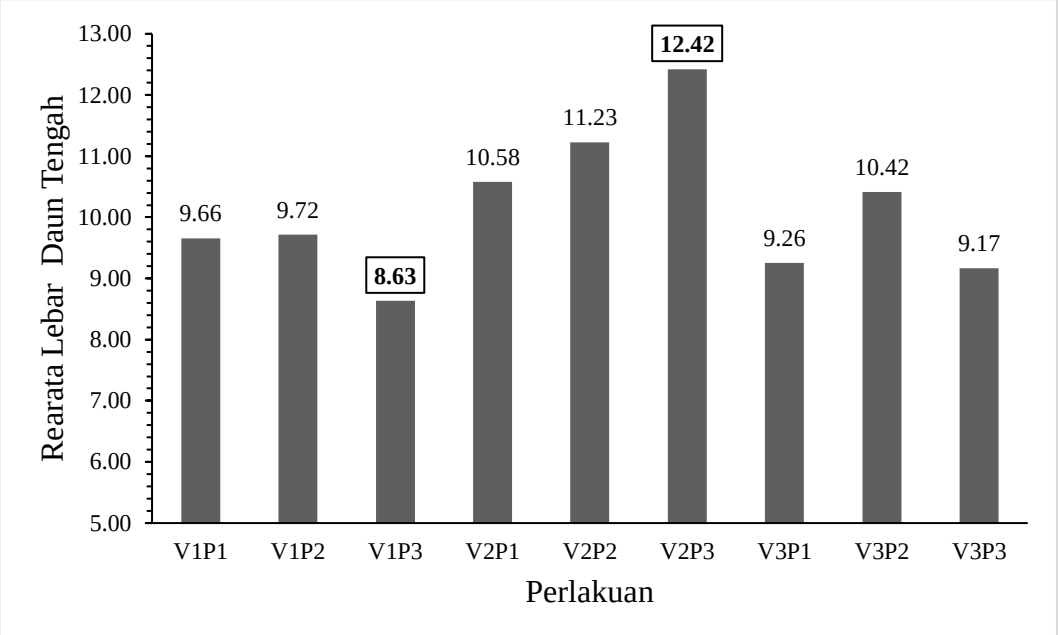
Berdasarkan Tabel lampiran 8, perlakuan varietas dan perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap panjang daun kaki tembakau. Rata-rata panjang daun kaki tembakau tertinggi dihasilkan pada perlakuan varietas Paiton 2 yang direndam dengan Air Hangat (12,8 cm). Sebaliknya panjang daun terendah dihasilkan pada varietas Jinten dengan perendama biohumik (9,72 cm). Secara lengkap rata-rata panjang daun kaki bibit tembakau disajikan pada Gambar 4.



Gambar 5. Rerata Panjang Daun kaki (cm) tiga varietas (V1= Jinten; V2= Paiton; V3= Prancak 95) pada perlakuan perendaman (P1= air hangat; P2= *Azotobacter*; P3 = Biohumic)

5.1.5 Lebar Daun Tengah Tembakau

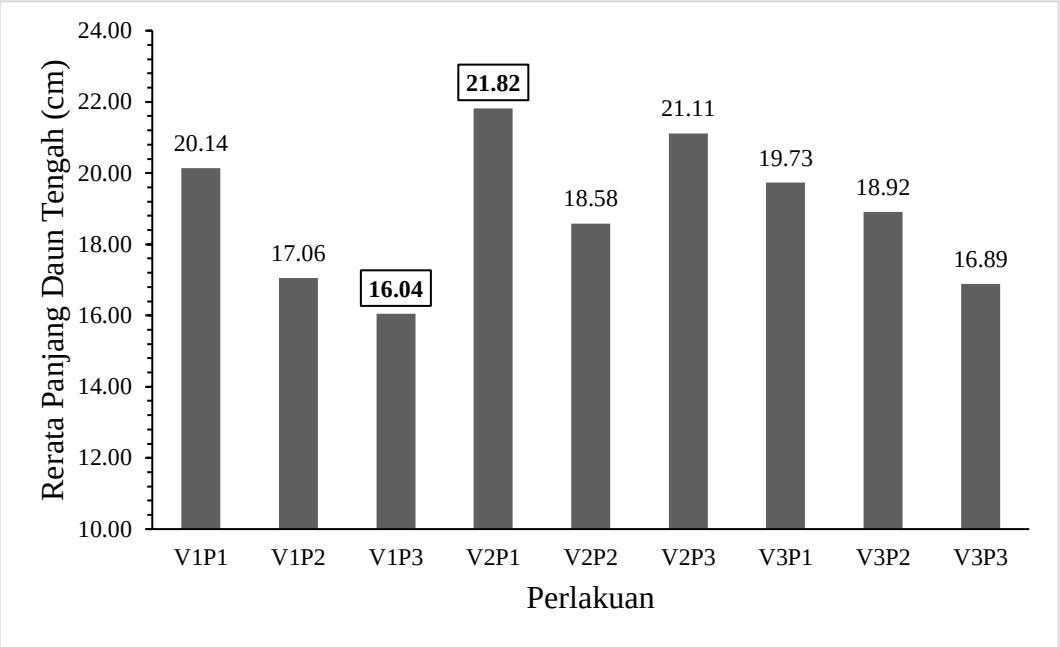
Berdasarkan Tabel lampiran 10, perlakuan varietas dan perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap lebar daun tengah tembakau. Rata-rata lebar daun tengah tembakau tertinggi dihasilkan pada perlakuan varietas Paiton 2 yang direndam dengan biohumik (12,42 cm). Sebaliknya lebar daun terendah dihasilkan pada varietas Jinten dengan perendama biohumik (8,63 cm). Secara lengkap rata-rata lebar daun tengah bibit tembakau disajikan pada Gambar 5.



Gambar 6. Rerata Lebar Daun Tengah (cm) tiga varietas (V1= Jinten; V2= Paiton; V3= Prancak 95) pada perlakuan perendaman (P1= air hangat; P2= *Azotobacter*; P3 = Biohumic)

5.1.6 Panjang Daun Tengah Tembakau

Berdasarkan Tabel lampiran 12, perlakuan varietas dan perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap panjang daun tengah tembakau. Rata-rata panjang daun tengah tembakau tertinggi dihasilkan pada perlakuan varietas Paiton 2 yang direndam dengan biohumik (21,82 cm). Sebaliknya panjang daun terendah dihasilkan pada varietas Jinten dengan perendama biohumik (16,04 cm). Secara lengkap rata-rata lebar daun tengah bibit tembakau disajikan pada Gambar 6.



Gambar 7. Rerata Panjang Daun Tengah (cm) tiga varietas (V1= Jinten; V2= Paiton; V3= Prancak 95) pada perlakuan perendaman (P1= air hangat; P2= *Azotobacter*; P3 = Biohumic)

5.2 Pembahasan

5.2.1 Pertumbuhan Daun Pasir

a. Lebar daun pasir

Berdasarkan hasil penelitian, perendaman dan jenis varietas belum berpengaruh nyata terhadap karakter daun tembakau. Namun hasil penelitian pada Gambar 1. Memperlihatkan bahwa perendaman dengan *Azotobakter* pada variteas Paiton 2 menghasilkan lebar daun tertinggi yaitu (7,16 cm). Adapun lebar daun terendah dihasilkan pada perendaman biohumik pada varietas prancak-95, yaitu (4,39 cm). Hal ini menunjukkan bahwa varietas tidak memberikan perbedaan yang nyata pada kombinasi perlakuan perendaman.

Hal ini menunjukkan bahwa keterlibatan mikroba *Azotobacter* dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman melalui ketersediaan hara serta

stimulasi hormon pertumbuhan. Sumbul et al., (2020) melaporkan bahawa *Azotobacter* sebagai biofertilizer potensial yang dapat meningkatkan kesehatan tanah dan tanaman. Selanjutnya, Hidayat & Setyadi, (2021), juga melaporkan bahwa hormon pertumbuhan yang dihasilkan oleh *Azotobakter* seperti auksin dan sitokinin, yang berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan tanaman.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perendaman dengan air hangat yang dikombinasikan dengan bio-inokulan seperti *Azotobacter* dan biohumik mampu meningkatkan lebar daun pasir pada bibit tembakau. Hal ini sejalan dengan penelitian (Pu et al., 2024) yang menyatakan bahwa aplikasi mikroba fungsional dan asam humat pada fase pembibitan dapat mempercepat pertumbuhan vegetatif, meningkatkan luas daun, dan memperkuat vigor bibit tembakau sebelum dipindahkan ke lapangan. Sebuah studi oleh (Yandaru et al., 2024) mengkaji pengaruh pemberian berbagai dosis asam humat terhadap pertumbuhan bibit tanaman tembakau. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan media konvensional memberikan pengaruh terbaik terhadap parameter pertumbuhan bibit tembakau, seperti jumlah daun, panjang daun, lebar daun, tinggi tanaman, diameter batang, serta berat basah dan kering total tanaman. Meskipun demikian, pemberian asam humat juga memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan bibit tembakau, meskipun tidak sebaik media konvensional.

b. Panjang Daun Pasir

Berdasarkan hasil penelitian, perendaman dan jenis varietas belum berpengaruh nyata terhadap karakter daun tembakau. Namun hasil penelitian pada Gambar 2. Memperlihatkan bahwa perendaman dengan air hangat pada variteas

Jinten menghasilkan panjang daun tertinggi yaitu (8,22 cm). Adapun panjang daun terendah dihasilkan pada perendaman *Azotobacter* pada varietas Jinten, yaitu (6,65 cm). Hal ini menunjukkan bahwa varietas tidak memberikan perbedaan yang nyata pada kombinasi perlakuan perendaman.

Hal ini menunjukkan bahwa faktor genetik antar varietas tembakau yang diuji tidak memberikan perbedaan signifikan pada fase awal pertumbuhan, khususnya pada parameter panjang daun. Dalam penelitian (Wibowo, 2023) perbedaan varietas memang dapat memengaruhi morfologi tanaman, namun pada fase pembibitan pengaruh tersebut sering kali lebih kecil dibandingkan faktor lingkungan dan perlakuan budidaya.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan air hangat pada perlakuan perendaman mampu memberikan hasil yang baik terhadap pertumbuhan panjang daun pasir, sedangkan tambahan inokulasi *Azotobacter* memberikan respon berbeda antar varietas. Temuan ini sejalan dengan penelitian Schenk et al., (2024) yang menyatakan bahwa aplikasi bio-inokulan dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif, namun keberhasilannya sangat bergantung pada kecocokan antara varietas dan kondisi lingkungan tumbuh.

5.2.2 Pertumbuhan Daun Kaki

a. Lebar Daun Kaki

Berdasarkan hasil penelitian, perendaman dan jenis varietas belum berpengaruh nyata terhadap karakter daun tembakau. Namun hasil penelitian pada Gambar 3. Memperlihatkan bahwa perendaman dengan *Azotobakter* pada variteas Paiton 2 menghasilkan lebar daun tertinggi yaitu (5,38 cm). Adapun lebar daun

terendah dihasilkan pada perendaman biohumik pada varietas prancak-95, yaitu (4,39 cm). Hal ini menunjukkan bahwa varietas tidak memberikan perbedaan yang nyata pada kombinasi perlakuan perendaman.

Perendaman dengan tambahan *Azotobacter* mampu meningkatkan ketersediaan nitrogen melalui fiksasi biologis, sekaligus menghasilkan hormon pertumbuhan seperti auksin dan sitokinin yang berperan dalam pembentukan jaringan daun (Hindersah et al., 2021). Menurut Ikhwan et al. (2024) efektivitas biofertilizer dan bahan organik cair sangat dipengaruhi oleh jenis varietas serta kesesuaian kondisi lingkungan, sehingga tidak semua varietas mampu memberikan respon yang sama terhadap perlakuan tersebut.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa perendaman dengan air hangat dan inokulan *Azotobacter* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan kombinasi biohumik pada fase pembibitan tembakau. Temuan ini sejalan dengan penelitian Demir et al., (2024) yang menyatakan bahwa aplikasi mikroba fungsional lebih konsisten meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, khususnya pada parameter panjang dan lebar daun, dibandingkan bahan organik cair yang efeknya lebih bergantung pada jenis varietas.

b. Panjang daun kaki

Berdasarkan hasil penelitian, perendaman dan jenis varietas belum berpengaruh nyata terhadap karakter daun tembakau. Namun hasil penelitian pada Gambar 4. Memperlihatkan bahwa perendaman dengan air hangat pada variteas Paiton 2 menghasilkan panjang daun tertinggi yaitu (12,8 cm). Adapun panjang daun terendah dihasilkan pada perendaman biohumik pada varietas Jinten, yaitu

(9,72 cm). Hal ini menunjukkan bahwa varietas tidak memberikan perbedaan yang nyata pada kombinasi perlakuan perendaman.

Hal ini membuktikan bahwa perendaman dengan air hangat mampu membantu melunakkan kulit benih, mempercepat penyerapan air, serta menekan keberadaan patogen sehingga benih lebih cepat berkecambah dan pertumbuhan daun menjadi lebih optimal (Budiawan et al., 2023). Menurut Richa (2023) efektivitas biofertilizer maupun bio-organik cair sangat bergantung pada kesesuaian antara varietas dengan bahan yang diberikan, sehingga tidak semua varietas mampu merespons positif.

Dengan demikian pengamatan ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan air hangat dengan *Azotobacter* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan biohumik. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Sumbul et al., 2020) yang menyatakan bahwa penggunaan mikroba fungsional seperti *Azotobacter* lebih efektif dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif awal dibandingkan bahan organik cair.

5.2.3 Pertumbuhan daun tengah

a. Lebar daun tengah

Berdasarkan hasil penelitian, perendaman dan jenis varietas belum berpengaruh nyata terhadap karakter daun tembakau. Namun hasil penelitian pada Gambar 5. Memperlihatkan bahwa perendaman dengan biohumik pada variteas Paiton 2 menghasilkan lebar daun tertinggi yaitu (12,42 cm). Adapun lebar daun terendah dihasilkan pada perendaman biohumik pada varietas Jinten, yaitu (8,63

cm). Hal ini menunjukkan bahwa varietas tidak memberikan perbedaan yang nyata pada kombinasi perlakuan perendaman.

. Hal ini menandakan bahwa varietas Paiton 2 memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik dibandingkan varietas lain, terutama ketika dipadukan dengan perlakuan perendaman yang mendukung ketersediaan nutrisi. Biohumik diketahui mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia media tanam melalui peningkatan ketersediaan hara serta aktivitas mikroba tanah, sehingga dapat mendorong pertumbuhan daun yang lebih optimal (Sun & Zhang, 2024).

Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua varietas mampu merespons dengan baik pemberian biohumik. Menurut Madhiyazhagan et al. (2024), respons tanaman terhadap pupuk organik dan biofertilizer sangat tergantung pada kesesuaian genetik tanaman dan lingkungan tumbuhnya.

Secara keseluruhan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa air hangat dengan penambahan biohumik maupun *Azotobacter* mampu memberikan pengaruh positif terhadap perkembangan lebar daun tengah, terutama pada varietas Paiton 2. Air hangat berfungsi merangsang proses fisiologis awal perkecambahan, sedangkan *Azotobacter* dan biohumik mendukung ketersediaan unsur hara esensial yang menunjang pertumbuhan vegetatif (Sivarathri et al., 2025).

b. Panjang daun tengah

Berdasarkan hasil penelitian, perendaman dan jenis varietas belum berpengaruh nyata terhadap karakter daun tembakau. Namun hasil penelitian pada Gambar 5. Memperlihatkan bahwa perendaman dengan biohumik pada variteas Paiton 2 menghasilkan panjang daun tertinggi yaitu (21,82 cm). Adapun panajng

daun terendah dihasilkan pada perendaman biohumik pada varietas Jinten, yaitu (16,04 cm). Hal ini menunjukkan bahwa varietas tidak memberikan perbedaan yang nyata pada kombinasi perlakuan perendaman.

Penggunaan biohumik maupun *Azotobacter* pada perlakuan perendaman diduga memberikan efek positif yang relatif merata terhadap semua varietas. Air hangat dapat meningkatkan laju imbibisi benih, sementara biohumik dan *Azotobacter* berfungsi memperbaiki ketersediaan unsur hara. Namun, karena efek fisiologis ini bekerja pada mekanisme dasar pertumbuhan bibit, maka hasilnya tidak terlalu berbeda nyata antar varietas (Sivarathri et al., 2025)

Hasil ini menunjukkan bahwa varietas Jinten memiliki daya respon yang lebih rendah terhadap aplikasi biohumik dibandingkan varietas Paiton 2. Faktor genetik dari varietas diduga turut memengaruhi perbedaan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara dan memanfaatkan biohumik secara optimal. Menurut (Azarbad & Junker., 2024), respon pertumbuhan tanaman terhadap inokulasi mikroba sangat dipengaruhi oleh kecocokan antara genotipe tanaman dengan lingkungan dan input teknologi yang diberikan.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Beradasarkan serangkaian hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perendaman dengan air hangat, Azotobacter, dan biohumik tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit varietas Jinten, Paiton-2, dan Prancak-95.
2. Tidak terdapat interaksi signifikan antara varietas dan perlakuan perendaman. Namun, *Azotobacter* menghasilkan panjang daun pasir terbaik pada varietas Jinten (8,22 cm) dan lebar daun pada varietas Paiton-2 (7,16 cm^2). *Azotobacter* juga menghasilkan panjang daun kaki terbaik pada varietas Paiton-2 (12,8 cm) dan lebar daun pada varietas Jinten (5,38 cm). Biohumik menghasilkan panjang daun tengah terbaik pada varietas Paiton-2 (21,82 cm) dan lebar daun pada varietas Paiton-2 (12,42 cm).
3. Untuk pengembangan bibit tembakau direkomendasikan varietas Paiton-2 dengan perendaman menggunakan Azotobacter.

6.2 Saran

Disarankan menggunakan varietas Paiton-2 dengan perendaman *Azotobacter* atau varietas Prancak-95 dengan perendaman biohumik untuk hasil pertumbuhan bibit yang lebih baik pada tanah liat. Penggunaan biochar dapat terus dipertimbangkan sebagai amelioran tanah untuk perbaikan struktur tanah jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

Agustiansyah, A., Ardian, A., Setiawan, K., & Rosmala, D. (2020). Pengaruh lama perendaman dalam berbagai konsentrasi giberelin (GA3) terhadap perkecambahan benih kelapa sawit (Elaeis guineensis Jacq.). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, *13*(2), 94–99.

Aller, D., Archontoulis, S., & Laird, D. (2025). Soil Organic Matter and Biochar Effects on Soil Water: Measurements, Pedotransfer Functions and APSIM Simulations. *European Journal of Soil Science*, *76*(2), e70083. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ejss.70083

Andri, K. B. (2025). *Masa Depan Industri Tembakau Indonesia*. Pusat Perakitan Dan Modernisasi Pertanian Perkebunan.

Azarbad, H., & Junker, R. R. (2024). Biological and experimental factors that define the effectiveness of microbial inoculation on plant traits: a meta-analysis. *ISME Communications*, *4*(1), 24–26. https://doi.org/10.1093/ismeco/ycae122

Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Pemanis dan Serat. (2022). *Varietas Unggul Tembakau Nasional*. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Pemanis dan Serat.

Barbara, S., Sembiring, P., Farisi, O. A., & Pamungkas, A. (2022). Respon Pertumbuhan Bibit Tembakau dengan Aplikasi. *Jurnal Biosense*, *05*(2).

Budiawan, R., Same, M., & Hartono, J. S. S. (2023). Pengaruh Perendaman Benih dengan Air dan Air Cucian Beras pada Pertumbuhan Benih Kopi (Coffea sp.). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, *11*(1), 63–70. https://doi.org/10.25181/jaip.v11i1.2753

Coresta. (2020). *Guide No. 1: The Cultivation of Tobacco*. Cooperation Centre for Scientific Research Relative to Tobacco.

Demir, H., Saka, A. K., Uçan, U., Akgün, İ. H., & Yalçı, H. K. (2024). Impact of effective micro-organisms (EM) on the yield, growth and bio-chemical properties of lettuce when applied to soil and leaves. *BMC Plant Biology*, *24*(1). https://doi.org/10.1186/s12870-024-05980-y

Dewi, R. (2020). Adaptasi tanaman jinten terhadap kondisi kekeringan. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *25*(3), 112–125.

Dixon, G. R. (2024). Seed and Seedling Management. *Crop Production Science in Horticulture*, 90–127. https://doi.org/10.1079/9781789249170.0003

Hidayat, A. (2020). *Pengaruh Komposisi Media Tanam pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tembakau (Nicotiana tabacum L.)*. Politeknik Negeri Lampung.

Hidayat, T., & Setyadi, S. (2021). Pemanfaatan biochar untuk meningkatkan kesuburan tanah liat dan pertumbuhan tanaman tembakau. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, *33*(4), 245–254.

Hindersah, R., Kamaluddin, N. N., Samanta, S., Banerjee, S., & Sarkar, S. (2021). Role and perspective of Azotobacter in crops production. *Sains Tanah*, *17*(2), 170–179. https://doi.org/10.20961/STJSSA.V17I2.45130

Ikhwan, A., Pratama, Y. A., Ishartati, E., & Hasanah, F. (2024). The Effect of Biofertilizer Dose on Growth and Yield of Four Maize Varieties in Indonesia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, *47*(4), 1391–1403. https://doi.org/10.47836/pjtas.47.4.20

Iskandar, H., Amalia, L., & Indriana, K. R. (2025). Invigorasi Benih Mentimun (Cucumis sativus L.) Kadaluarsa melalui Teknik Hydropriming Air Kelapa Muda dengan Lama Perendaman yang Berbeda. *OrchidAgro*, *5*(1), 29–37.

Koushal, S., Mankar, A. A., Anbarasan, S., Kumar, V., Kumari, J., S., N., Jahan, R., R, K. K., & Satapathy, S. N. (2024). Mechanism and Methodologies of Seed Priming: Enhancing Germination and Crop Resilience. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, *25*(11–12), 185–194. https://doi.org/10.56557/pcbmb/2024/v25i11-128944

Kuryntseva, P., Karamova, K., Galitskaya, P., Selivanovskaya, S., & Evtugyn, G. (2023). Biochar Functions in Soil Depending on Feedstock and Pyrolyzation Properties with Particular Emphasis on Biological Properties. *Agriculture*, *13*(10). https://doi.org/10.3390/agriculture13102003

Lensari, D., Yuningsih, L., & Apriadha, M. Y. (2023). Pematahan Masa Dormansi Melalui Skarifikasi Dengan Perendaman Air Panas dan Dingin Terhadap Perkecambahan Benih Kaliandra (Calliandra calothyrsus). *Jurnal Hutan Tropis*, *11*(3).

Li, S., Wu, M., Jia, Z., Luo, W., Fei, L., & Li, J. (2021). Study on drainage strategy of ditch wetland in semi-arid area under the influence of inflow from the upstream irrigation area. *Agricultural Water Management*, *248*, 106792. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106792

Liu, H., Xiao, X., Liu, H., Li, Z., & He, X. (2022). Research and Application of Tobacco Based on Leaf Nicotine Value to Realize Redrying Homogenization Processing. *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, *29*(05), 2240003. https://doi.org/10.1142/S0218539322400034

Madhiyazhagan, P., Perumal, S., Krishnakumar Gaddam, R., & Ranjitha, S. (2024). Chapter 18 - Unveiling the dynamics of crop growth: Chemical versus biofertilizers in the context of internal and external factors. In T. B. T.-B. M. for S. A. U. S. C. Sa (Ed.), *Beneficial Microbes for Sustainable Agriculture Under Stress Conditions* (pp. 367–387). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-443-13193-6.00018-X

Murtaza, G., Chen, Y., Qian, F., Zheng, G., Usman, M., Zaman, Q. uz, Deng, G., Ahmed, Z., Chen, S., Iqbal, J., Elshikh, M. S., Rizwana, H., Ahmad, S., Iqbal, R., Gurbanova, L., & Lackner, M. (2025). Combined effects of allantoin glycyrrhetinic acid-biochar on soil functionality and mitigating aluminium toxicity in tobacco. *Industrial Crops and Products*, *235*, 121661. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121661

Nurdin, A. (2021). Varietas unggul tembakau untuk industri rokok kretek: Kandungan nikotin dan karakteristiknya. *Journal of Tobacco Research*, *18*(1), 45–60.

Parnidi, P., Santoso, I., Sohri, M., Hariyanto, D., & Herwati, A. (2023). Influence of Leaf Harvesting Methods on Tobacco Seed Production and Quality. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(7), 5317–5321. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.2580

Pasaribu, I. M. (2020). *Analisis Kimia Tanah Di Lahan Rawa Pasang Surut Pada Komoditi Tanaman Padi (Oryza Sativa) Di Desa Kempas Jaya Kecamatan Kempas Kabupaten Indragiri Hilir*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.

Patra, A., Singh, R. P., Kundu, M. S., Kumar, G., & Mukherjee, S. (2024). WATERLOGGED SOILS: CAUSES, CHALLENGES AND MANAGEMENT STRATEGIES. In *Futuristic Trends in Agriculture Engineering & Food Sciences* (Vol. 3, pp. 49–58). IIP Series. https://doi.org/https://doi.org/10.58532/v3bcag19p3ch1

Pu, Y., Li, J., Dai, K., Gu, X., Liu, M., Ji, Q., Zhou, Z., Zhao, C., Zhang, L., & Lin, S. (2024). Application of humic acid increases the economic value and yield of superior tobacco as well as improves the chemical and processing quality. *Crop Science*, *64*(1), 470–481. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/csc2.21164

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2024). *Outlook Komoditas Perkebunan Tembakau*. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.

Qadri, S. N., Yamin, M., & Darwis, D. (2023). Pertumbuhan Bibit Tembakau (Nicotiana tabacum L.) Beberapa Varietas Lokal dan Unggul dengan Media Polibag. *Jurnal Galung Tropika*, *12*(3), 400–407. https://doi.org/10.31850/jgt.v12i3.1145

Richa. (2023). Liquid Bio-Fertilizers: Prospects and Challenges BT - Metabolomics, Proteomes and Gene Editing Approaches in Biofertilizer Industry. In S. Kaur, V. Dwibedi, P. K. Sahu, & G. S. Kocher (Eds.), *Metabolomics, Proteomes and Gene Editing Approaches in Biofertilizer Industry* (pp. 77–99). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3561-1_5

Rochman, F., & Hamida, R. (2017). F Rochman dan R Hamida: Keragaan kaarakter

morfologi, stomata, dan klorofil enam varietas tembakau lokal Tulungagung Keragaan Karakter Morfologi, Stomata, dan Klorofil Enam Varietas Tembakau Lokal Tulungagung Performance of Morphological, Stomata, and Chl. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, *9*(1), 15–23. https://doi.org/10.21082/btsm.v9n1.2017.15

Santos, R., Martinez, L., & Gomez, P. (2018). Soil management for optimal tobacco growth: Physical and chemical properties. *Agricultural Research Journal*, *32*(2), 87–102.

Sari, N., & Prasetyo, D. (2020). Adaptasi varietas tembakau Perancak 95 terhadap kondisi tanah marginal dan pengaruh mikoriza terhadap pertumbuhannya. *Jurnal Tanaman Tropika*, *17*(4), 210–217.

Schenk, P. M., Batool, M., Mirzaee, H., & Abbott, A. (2024). Customized Plant Growth Promotion with Soil- and Cultivar-Compatible Microbial Biofertilizers. *Agronomy*, *14*(9), 1–16. https://doi.org/10.3390/agronomy14091915

Setyawan, B. (2019). Pengaruh biochar terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan akar tanaman Jinten. *Journal of Soil Science and Plant Growth*, *22*(4), 98–110.

Sivarathri, B. S., Kodadinne Narayana, N., Bryant, C. J., Dhillon, J., Reddy, K. R., & Bheemanahalli, R. (2025). Influence of seed-applied biostimulants on soybean germination and early seedling growth under low and high temperature stress. *Plant Physiology Reports*, *30*(1), 32–44. https://doi.org/10.1007/s40502-024-00834-z

Subekti, B., & Wiratama, M. (2019). Respon pertumbuhan tembakau (Nicotiana tabacum L.) terhadap media tanam yang diberi biochar pada tanah liat. *Jurnal Agronomi Indonesia*, *22*(1), 45–55.

Sumbul, A., Ansari, R. A., Rizvi, R., & Mahmood, I. (2020). Azotobacter: A potential bio-fertilizer for soil and plant health management. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *27*(12), 3634–3640. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.08.004

Sun, Y., & Zhang, J. (2024). Advances in the Application of Humic Acid in Agriculture: Impacts on Soil Fertility, Crop Growth, and Carbon Emissions. *International Journal of Public Health and Medical Research*, *2*(3), 27–30. https://doi.org/10.62051/ijphmr.v2n3.05

Tuti Ariani Bawamenewi, Friska Hastika Gea, & Septenius Waruwu. (2025). Penggunaan Biochar untuk Meningkatkan Kualitas Tanah pada Sistem Pertanian Berkelanjutan. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, *2*(1), 179–187. https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i1.257

Wibowo, S. A. (2023). *Analisis Sifat Morfologi Sepuluh Varietas Tanaman*

Tembakau (Nicotiana Tabacum) Jenis Voor-Oogst Di Desa Klabang Kecamatan Tegalampel Kabupaten Bondowoso. Universitas Jember.

Wicaksono, A., Basuki, Endang, S., Sodiq Hasyim, A., Firnia, D., & Rahman Arief, F. (2023). *Pengantar Agroklimatologi*. Tahta Media Group.

Widiastuti, M. L., & Wahyuni, S. (2020). Penerapan teknik invigorasi dalam meningkatkan vigor benih padi. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, *39*(2), 96.

Wulandari, S. (2019). Karakteristik varietas tembakau Paiton 2 untuk industri rokok premium. *Journal of Tobacco Science*, *14*(2), 67–75.

Yandaru, A. P., Widowati, W., Fikrinda, W., & Syaputra, R. (2024). Pemberian Berbagai Dosis Asam Humat Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Tembakau (Nicotiana Tabaccum). *Ziraa'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, *49*(3), 573. https://doi.org/10.31602/zmip.v49i3.15913

Zebua, S. N. (2025). Pengaruh Perendaman Air Hangat Terhadap Kecepatan Perkecambahan Benih Kacang Hijau (Vigna Radiata). *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, *2*(2), 86–91.

Zhang, H., Sun, X., & Song, W. (2023). Physiological and Growth Characteristics of Tomato Seedlings in Response to Low Root-zone Temperature. *HortScience*, *58*(4), 442–448. https://doi.org/10.21273/HORTSCI16924-22