
Perbandingan Berkas Pengangkut dan Stomata pada Jagung Lokal Gorontalo

Wafiq Aziza M. Ladoma¹, Novri Youla Kandowangko*¹, Febriyanti¹, Jusna Ahmad¹, Aisyah Ahmad²

¹*Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo. Jl. Prof. BJ Habibie, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo Kode Pos 96554*

²*Balai Penerapan Standarisasi Instrumen Pertanian Provinsi Gorontalo, Kecamatan. Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo Kode Pos 96119*

*corresponding author: Email: novrikandowangko@ung.ac.id

Abstrak

Jagung adalah komoditas pangan penting dengan nilai ekonomi tinggi dan prospek pengembangan yang luas. Permintaannya terus meningkat setiap tahun karena fungsinya yang beragam, yakni sebagai sumber nutrisi maupun bahan baku industri makanan dan pakan ternak. Provinsi Gorontalo merupakan daerah penghasil jagung (*Zea mays* L.) di Indonesia, diantaranya jagung varietas unggul dan jagung lokal. Jagung lokal Gorontalo memiliki penampakan morfologi yang hampir mirip, terutama antara jagung Doti dan Siropu memiliki akar penyangga, tipe biji dan susunan baris biji tersusun secara teratur, perbedaan dari keduanya dapat dilihat pada warna tongkol, warna batang, dan bentuk biji. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan berkas pengangkut batang, daun, tipe stomata dan jumlah stomata tanaman jagung Doti dan Siropu lokal Gorontalo pada usia 30HST, 40HST, dan 60HST. Indikator yang diamati dalam penelitian ini adalah perbandingan berkas pengangkut batang dan daun, tipe stomata, dan jumlah stomata antara tanaman jagung Doti dan Siropu lokal Gorontalo pada usia 30HST, 40HST, dan 60HST. Hasil penelitian menunjukkan jagung Doti memiliki struktur berkas pengangkut yang lebih besar, tersusun rapat, dan dikelilingi jaringan parenkim padat, baik pada batang maupun daun. Sebaliknya, jagung Siropu memiliki berkas pengangkut yang lebih kecil dan jarak antar berkas yang lebih renggang. Dari segi karakter stomata, jagung Doti memiliki jumlah stomata yang lebih tinggi pada permukaan tertentu, yang mendukung efisiensi proses fisiologis seperti transpirasi dan pertukaran gas. Temuan ini menunjukkan bahwa jagung Doti memiliki keunggulan adaptasi fisiologis dibandingkan Siropu. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar seleksi varietas lokal potensial untuk pengembangan jagung unggul adaptif serta menjadi referensi dalam pemuliaan berbasis karakter anatomi tanaman

Kata kunci— Anatomi; berkas pengangkut; Gorontalo; Jagung; Stomata

Abstract

*Maize is an important food commodity with high economic value and broad development prospects. Its demand continues to increase every year due to its diverse functions, namely as a source of nutrition and raw material for the food and animal feed industry. Gorontalo Province is a corn (*Zea mays* L.) producing area in Indonesia, including superior varieties and local corn. Gorontalo local maize has a similar morphological appearance, especially between Doti and Siropu maize which has a supporting root, seed type and regularly arranged seed rows, the difference between the two can be seen in cob color, stem color, and seed shape. This study aims to compare the transport bundles of stems, leaves, stomatal types and the number of stomata of Gorontalo local Doti and Siropu corn plants at the age of 30HST, 40HST, and 60HST. The indicators observed in this study were the comparison of stem and leaf transport bundles, stomatal types, and the number of stomata between Doti and Siropu local Gorontalo corn plants at the age of 30HST, 40HST, and 60HST. The results showed that Doti maize has a larger transport bundle structure, densely arranged, and surrounded by dense parenchyma tissue, both on the stem and leaves. In contrast, Siropu maize has smaller transport bundles and a more sparse distance between the bundles. In terms of stomatal characteristics, Doti maize has a higher number of stomata on certain surfaces, which supports the efficiency of physiological processes such as transpiration and gas exchange. These findings indicate that Doti maize has a physiological adaptation advantage over Siropu. The results of this study can be used as a basis for selecting potential local varieties for the development of adaptive superior maize as well as a reference in breeding based on plant anatomical characters.*

Keywords— *Anatomi; vascular bundle; Gorontalo; maize; stomata*

1. PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) adalah sumber karbohidrat terbesar kedua setelah beras dan merupakan tanaman pangan penting bagi manusia. Selain itu, jagung merupakan bahan baku pakan ternak yang sangat dibutuhkan (Fiqriansyah *et al.*, 2021). Jagung merupakan tanaman yang memiliki peran yang krusial di Indonesia karena memberikan dampak besar terhadap perekonomian nasional (Jamidi *et al.*, 2022). Tanaman ini berfungsi sebagai sumber makanan, pakan hewan, material industri dan sebagai sumber energi untuk bioethanol. Hampir seluruh bagian tanaman jagung dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan, pakan ternak, bahan bakar, dan bahan untuk keperluan medis (Kandowanko 2020). Di Indonesia, jagung merupakan komoditas pangan yang memiliki nilai strategis dan ekonomi tinggi, serta memiliki peluang pengembangan yang cukup besar (Manto *et al.*, 2023).

Provinsi Gorontalo merupakan salah satu penghasil jagung di Indonesia, diantaranya kelompok jagung varietas unggul dan lokal. Jagung lokal Gorontalo memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan genetik dalam upaya perbaikan varietas tanaman. Jagung lokal memiliki karakteristik khas, yaitu mampu beradaptasi dengan baik

pada lingkungan tanam, memiliki masa pertumbuhan yang singkat, tahan terhadap kekeringan dan resisten terhadap hama dan memiliki rasa yang cocok dengan preferensi masyarakat setempat (Latif *et al.*, 2023). Jagung lokal memiliki beberapa kelebihan, diantaranya tahan terhadap kondisi kering, cepat matang sehingga dapat dipanen lebih awal, dan memiliki tongkol tebal yang berfungsi melindungi biji dari hama (Wawo *et al.*, 2019).

Varietas jagung lokal Gorontalo meliputi jagung Momala, jagung Pulut, jagung Damahu, jagung Motorokiki, jagung Doti dan jagung Siropu yang saat ini statusnya belum banyak dikenal luas oleh masyarakat Gorontalo. Keberadaan jagung lokal saat ini terbatas karena hanya ditemukan di wilayah-wilayah tertentu di provinsi Gorontalo, seperti Desa Botumoito (Boalemo), Desa Teratai (Pohuwato), Bulango Ulu (Bone bolango) dan Pinogu (Bone bolango). Kondisi saat ini disebabkan kurangnya sosialisasi dan ketersediaan benih jagung lokal yang terbatas menyebabkan petani lebih memilih jagung hibrida yang disubsidi oleh pemerintah dibandingkan membudidayakan varietas jagung lokal (Suleman *et al.*, 2019). Akan tetapi, beberapa petani tetap menanam varietas jagung lokal meskipun varietas hibrida lebih dominan di wilayah tersebut (Ahmad *et al.*, 2021). Jagung lokal Gorontalo memiliki kenampakan morfologi yang hampir mirip, terutama antara jagung Doti dan Siropu memiliki akar penyangga, tipe biji, dan susunan baris biji tersusun secara teratur, perbedaan signifikan dari jagung lokal ini diantaranya dapat dilihat pada warna tongkol, warna batang dan bentuk biji.

Daun memiliki struktur stomata yang memainkan peran penting dalam adaptasi tanaman terhadap lingkungan. Melalui stomata tanaman melakukan pertukaran gas yakni menyerap CO₂ untuk fotosintesis serta melepaskan O₂ dan uap air dalam proses transpirasi (Marantika *et al.*, 2021). Pada *Zea mays* L. dan sebagian besar tumbuhan, stomata akan membuka sebagai respons terhadap cahaya untuk mendukung pertukaran gas yang diperlukan dalam proses fotosintesis, respirasi, dan pergerakan udara (Peng *et al.*, 2022). Jumlah stomata berbeda pada setiap tumbuhan (Lucas *et al.*, 2023), stomata memiliki peran krusial dalam membantu tanaman beradaptasi terhadap kondisi kekeringan. Saat mengalami cekaman kekeringan, stomata cenderung menutup guna mengurangi laju transpirasi dan mencegah kehilangan udara (Sumadji *et al.*, 2020). Tanaman menghindari cekaman kekeringan dengan mengurangi kehilangan air melalui penutupan stomata atau pembentukan lapisan kutikula pada daun (Kandowanko 2019). Letak stomata pada setiap daun dapat bervariasi antara satu stomata dan stomata lainnya. Perbedaan ini dipengaruhi oleh luas permukaan daun, jumlah, ukuran stomata serta bentuk stomata. Faktor eksternal seperti cahaya matahari dan suhu mempengaruhi distribusi stomata. Selain itu, jumlah daun dan respon stomata terhadap lingkungan berkontribusi pada karakteristik tanaman (Putriani *et al.*, 2019).

Akmalia *et al.*, (2017) melakukan penelitian mengenai Respon anatomis jagung (*Zea Mays* L.) 'sweet Boy-02' pada perbedaan intensitas Cahaya dan penyiraman. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peningkatan intensitas cahaya dan penyiraman meningkatkan indeks stomata dan diameter trakea akar, namun tidak berpengaruh signifikan pada diameter trakea batang.

Pada tumbuhan, sistem pengangkutan terdiri dari xilem dan floem, yang berperan dalam menyalurkan air, nutrisi, serta hasil mendistribusikan hasil fotosintesis ke seluruh bagian tumbuhan. Xilem berfungsi mengangkut air dan mineral dari akar ke daun, sedangkan floem bertugas mendistribusikan hasil fotosintesis dari daun ke berbagai organ. (Muttaqin *et al.*, 2023).

Berkas pengangkut memiliki peran penting dalam membantu tanaman beradaptasi terhadap lingkungan. Dalam kondisi suhu ekstrem, serangan hama, dan kekeringan. Pada kondisi kekeringan xilem mengalirkan air secara efisien untuk mencegah terbentuknya gelembung udara yang dapat menghambat aliran air. Tanaman yang tumbuh didaerah dengan curah hujan rendah memiliki struktur xilem yang lebih kecil. Floem yang bekerja secara optimal memungkinkan hasil fotosintesis terdistribusi dengan baik, membantu tanaman bertahan meskipun dalam kondisi lingkungan yang kurang mendukung (Ashar *et al.*, 2024).

Lahamala *et al.* (2018) melakukan penelitian terhadap tanaman jagung (*Zea mays* L.) berusia satu bulan yang berasal dari Desa Kayu Putih, Kecamatan Oebobo, Kota Kupang. Hasil pengamatan menggunakan pembesaran 100x pada sayatan melintang batang menunjukkan adanya perbedaan susunan anatomi, yang mencakup keberadaan jaringan vaskuler (xilem dan floem), parenkim, kolenkim, empulur, serta epidermis berbentuk persegi dengan ujung yang menyerupai gerigi. Sementara itu, sayatan membujur hanya memperlihatkan struktur epidermis dan bagian inti sel. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan struktur berkas pengangkut dan jumlah stomata pada jagung lokal Gorontalo pada usia 30, 40, dan 60 HST. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memperkaya data ilmiah terkait anatomi tanaman jagung lokal dari waktu ke waktu, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang botani. Selain itu, informasi yang diperoleh dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam seleksi varietas lokal yang potensial untuk dijadikan jagung unggul adaptif, penelitian ini juga dapat menjadi rujukan dalam program pemuliaan tanaman berbasis karakter anatomi.

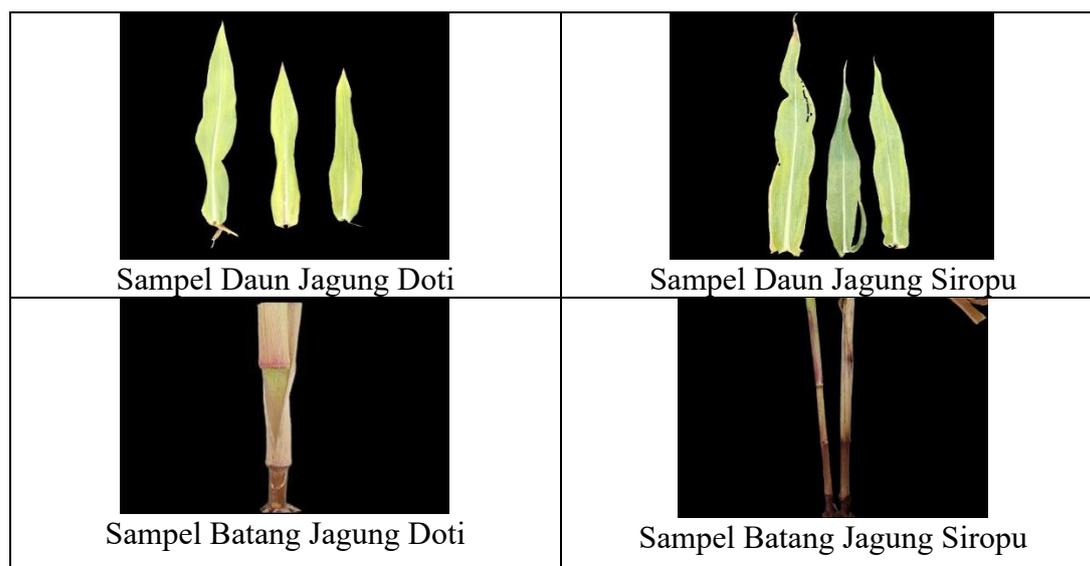
2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus sampai bulan Desember 2024 di Green House Balai Penerapan Standarisasi Instrumen Pertanian (BPSIP) Gorontalo Laboratorium Riset II Biologi dan Laboratorium Fisika Komputasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam, Universitas Negeri Gorontalo.

2.2 Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, alat dokumentasi, kaca preparate, cover glass, pipet tetes, silet, cutter, cawan petri, gelas kimia, dan mikroskop ZEISS Axio Lab.A1 dengan perbesaran (lensa okuler 10x/20), (lensa objektif 5x/0,25), (lensa Objektif 10x/0,25) dan lensa objektif (40x/0,25). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Aquades, batang dan daun jagung Doti dan Siropu lokal Gorontalo pada umur 30HST, 40HST, dan 60HST.



Gambar 1. Sampel penelitian

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pengamatan anatomi daun dan batang

Batang dan daun tanaman jagung Doti dan Siropu lokal yang berumur 30HST, 40HST, 60HST dibersihkan dari kotoran menggunakan air mengalir dan diiris membujur dan melintang menggunakan silet atau cutter. Umur tersebut dipilih karena fase pertumbuhan pada tanaman jagung yaitu 30 hts fase awal vegetatif, 40 hst akhir vegetatif dan 60 fse generative. Sediaan diletakkan di atas kaca preparat, diberi seikit aquades dengan menggunakan pipet tetes dan ditutup dengan cover glass.

Sediaan diamati dibawah mikroskop ZEISS Axio Lab.A1 dengan menggunakan perbesaran lensa okuler 10x/20, lensa objektif 5x/0,25, 10x/0,25 dan 40x/0,25. Setelah pengamatan awal dilakukan, kemudian sebanyak 0,1 mL safranin ditambahkan pada preparate untuk memberikan kontraks pada jaringan sel agar lebih mudah diamati. Selanjutnya, sediaan diamati kembali dibawah mikroskop ZEISS Axio Lab.A1 dengan perbesaran yang sama seperti sebelumnya, Metode Pengamatan ini merujuk pada prosedur yang telah dikembangkan oleh Lamahala (2018). Menurut Kurniawati (2015), pewarna digunakan dalam preparat untuk meningkatkan ketajaman dan kejelasan visual gambar sel, sehingga lebih mudah diamati dibawah mikroskop.

2.3.2 Pengamatan Bentuk dan jumlah stomata

Bentuk dan jumlah stomata dilakukan dengan cara mengecat daun bagian atas dan bawah pada tanaman jagung Doti dan Siropu lokal Gorontalo yang berumur 30HST, 40HST, dan 60HST menggunakan cat kuku transparan lalu dibiarkan kering. Bagian daun tanaman yang telah dicat ditempelkan isolasi bening kemudian ditarik. Hasil cetakan stomaa pada isolasi bening diletakkan di objek glass selanjutnya diamati dibawah Mikroskop ZEISS Axio Lab A1 dilengkapi dengan lensa okuler perbesaran 10x/20 serta lensa objektif dengan perbesaran 10x/0,25 dan 40x/0,25.

2.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu mengamati berkas pengangkut pada batang dan daun sertatipe stomata dan jumlah stomata antara jagung Doti dan Siropu lokal Gorontalo pada umur tanaman 30HST, 40HST, 60HST.

2.5 Analisis data

Data hasil penelitian di analisis secara kualitatif dengan mendeskripsikan berkas pengangkut pada batang, daun, tipe stomata, jumlah stomata yang diamati per satuan luas penampang pada perbesaran 40x0,25.

Menurut (Papuangan *et al.*, 2014) jumlah stomata dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori yaitu :

Tabel 1. Kategori jumlah stomata

Jumlah stomata	Kategori
1-50	Rendah
51-100	Sedang
101-200	Tinggi
201-300	Sangat tinggi
300-700	Tidak terbatas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Jaringan berkas pengangkut pada batang

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis sayatan membujur pada batang jagung Doti dan Siropu, berkas pengangkut batang tersebar secara acak dan menunjukkan pola khas monokotil yang terdiri dari xilem dan floem. Pada umur 30HST struktur berkas pengangkut (Gambar 1A) jagung Doti menunjukkan susunan xilem dan floem yang lebih rapat, terdistribusi secara merata di seluruh jaringan parenkim. Struktur xilem tampak lebih besar menunjukkan perkembangan trakeid yang signifikan. Floem berada di sekitar xilem dengan kepadatan yang cukup tinggi, menggambarkan efisiensi sistem transportasi pengangkutan hasil fotosintesis yang optimal. Sebaliknya, pada (Gambar 1D) susunan xilem dan floem jagung Siropu terlihat lebih renggang, dengan jarak antara berkas pengangkut yang lebih besar. Bentuk xilem dan floem lebih kecil dibandingkan dengan yang terlihat pada (Gambar 1A).

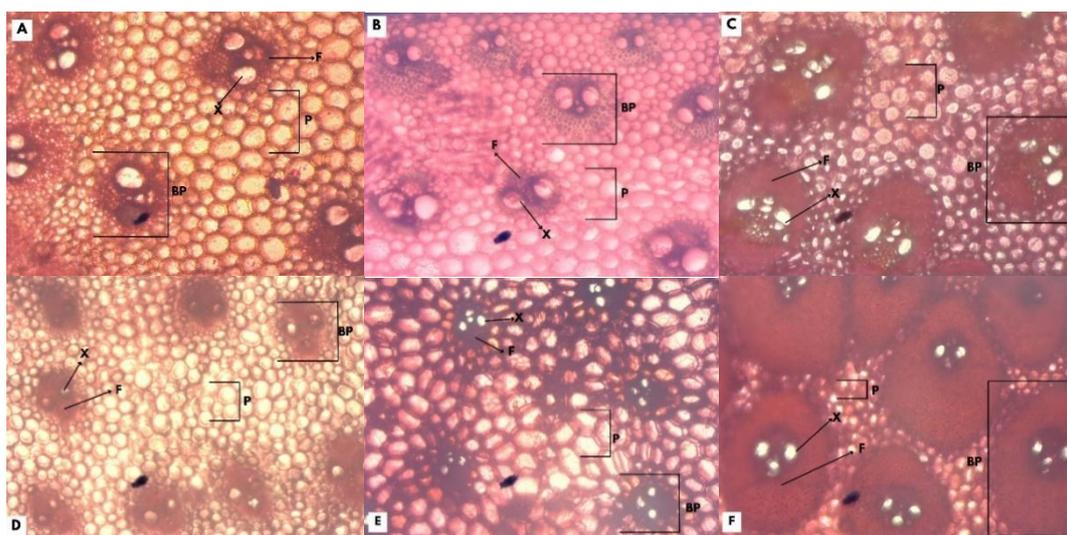
Pada umur 40HST, struktur anatomi batang jagung Doti (Gambar 1B) menunjukkan susunan berkas pengangkut yang lebih padat, tersebar secara menyeluruh disaluran jaringan parenkim dibandingkan dengan (Gambar 1E). xilem pada (Gambar 1B) tampak lebih besar dan berkembang secara baik, yang mengindikasikan kapasitas pengangkutan air yang lebih tinggi melalui trakeid. Floem terlihat lebih padat, menunjukkan efisiensi dalam distribusi hasil fotosintesis keseluruhan bagian tanaman. Sebaliknya pada (Gambar 1E) memperlihatkan berkas pengangkut yang memiliki jarak antrastruktur yang lebih besar. Xilem berukuran lebih kecil sedangkan floem pada (Gambar 1E) terlihat lebih tersebar dibandingkan pada (Gambar 1B) dimana hal ini berpotensi menurunkan efisiensi pengangkutan fotosintesis. Selain itu, jaringan parenkim pada (Gambar 1B) lebih padat berbanding terbalik dengan parenkim pada gambar 1E terlihat lebih renggang.

Pengamatan pada umur 60HST, struktur berkas pengangkut (Gambar 1C) jagung Doti memiliki berkas pengangkut yang lebih besar dibandingkan dengan jagung Siropu (Gambar 1F). Hal ini menunjukkan jaringan vascular sudah berkembang dengan baik. Pada (Gambar 1F) jagung Siropu memiliki selubung berkas pengangkut yang lebih rapat di bandingkan dengan jagung Doti hal ini menunjukkan adanya

penebalan jaringan xylem dan floem yang lebih tinggi dibandingkan jagung Doti (Gambar 1C).

Perbedaan berkas pengangkut antara jagung Doti dan jagung Siropu dapat diamati dengan jelas sepanjang perkembangan tanaman. Pada umur 30 HST, jagung Doti (Gambar 1A) menunjukkan struktur xylem dan floem yang rapat, dengan xylem yang lebih besar dan berkembang dengan baik, serta floem yang lebih padat, menggambarkan sistem pengangkutan hasil fotosintesis yang efisien. Sebaliknya, berkas pengangkut jagung Siropu (Gambar 1D) tampak lebih renggang, dengan xylem dan floem yang lebih kecil, yang menandakan sistem transportasi yang kurang efisien. Pada umur 40 HST, jagung Doti (Gambar 1B) menunjukkan susunan berkas pengangkut yang rapat dan merata, dengan xylem yang besar dan floem yang padat, memperlihatkan kemampuan tinggi dalam pengangkutan air dan distribusi hasil fotosintesis. Di sisi lain, jagung Siropu (Gambar 1E) memiliki berkas pengangkut yang lebih renggang, xylem yang lebih kecil, serta floem yang tersebar, yang dapat mengurangi efisiensi dalam pengangkutan hasil fotosintesis. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Panjungsari *et al.* (2022), lingkungan dengan tingkat stres yang tinggi dapat mempengaruhi fungsi fisiologis xilem, kelangsungan hidup tanaman sangat bergantung pada kemampuan xilem dalam menjaga ketersediaan air meskipun tanaman berada dalam kondisi tercengkam.

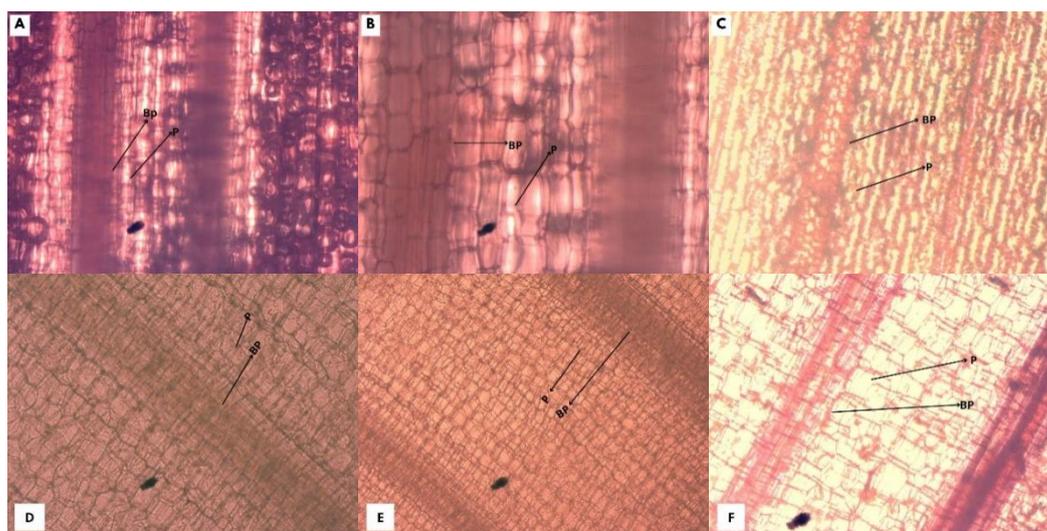
Pada umur 60 HST, jagung Doti (Gambar 2C) menunjukkan berkas pengangkut yang lebih besar dan tersusun rapat, yang mengindikasikan perkembangan jaringan vaskular yang optimal, sementara jagung Siropu memiliki berkas pengangkut yang lebih kecil, jarang, dan dengan selubung berkas yang lebih besar, yang menunjukkan perkembangan jaringan vaskular yang kurang baik dan pengangkutan yang kurang efisien. Peningkatan ketebalan dan kerapatan jaringan pembuluh merupakan salah satu bentuk adaptasi tanaman untuk memenuhi kebutuhan fisiologis yang semakin besar, terutama dalam mendukung distribusi air, nutrisi, dan hasil fotosintesis ke seluruh bagian tanaman (Raven *et al.*, 2021).



Gambar 2. Sayatan Melintang Batang Jagung (A) Doti 30HST, (B) Doti 40HST, (C) Doti 60HST, (D) Siropu 30HST, (E) Siropu 40HST, (F) Siropu 60HST, BP= berkas pengangkut, P = parenkim, X = Xilem, F = Floem, pada Perbesaran (10x/0,25)

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis terhadap sayatan membujur batang jagung Doti (Gambar 3A,3B) dan jagung Siropu (Gambar 3D,3E) pada umur 30HST dan 40 HST terdapat perbedaan struktur jaringan berkas pengangkut. Pada jagung Doti (Gambar 3A,3B) jaringan berkas pengangkut terlihat lebih besar dan menonjol dengan susunan yang lebih rapat dan dikelilingi oleh sel-sel parenkim yang padat. Hal ini menunjukkan potensi transportasi air dan hasil fotosintesis yang efisien. Sebaliknya, pada jagung Siropu (Gambar 3D, 3E), berkas pengangkut terlihat lebih kecil dan jaraknya lebih renggang. Jaringan parenkim di sekitarnya juga tampak lebih longgar, yang dapat menunjukkan efisiensi transportasi yang lebih rendah dibandingkan dengan jagung Doti.

Pada pengamatan 60HST, jagung Doti (Gambar 3C) dan jagung Siropu (Gambar 3F) terdapat perbedaan pada struktur jaringan berkas pengangkut. Jagung Doti menunjukkan berkas pengangkut yang lebih besar dan tersusun sejajar, dikelilingi jaringan parenkim yang padat, sebaliknya jagung Siropu memiliki berkas pengangkut yang lebih kecil dan tersebar, jaringan parenkim lebih renggang yang dapat mengidiskasikan efisiensi transportasi yang lebih rendah dibandingkan jagung Doti. Sejalan dengan penelitian (Wang *et al.*,2025) yang menyatakan bahwa jumlah dan pola sebaran berkas pengangkut pada batang jagung berperan penting dalam menentukan hasil panen, terutama jumlah biji dalam setiap baris. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa ruas batang yang memiliki lebih banyak berkas pengangkut cenderung menghasilkan kemampuan adaptasi yang lebih baik.



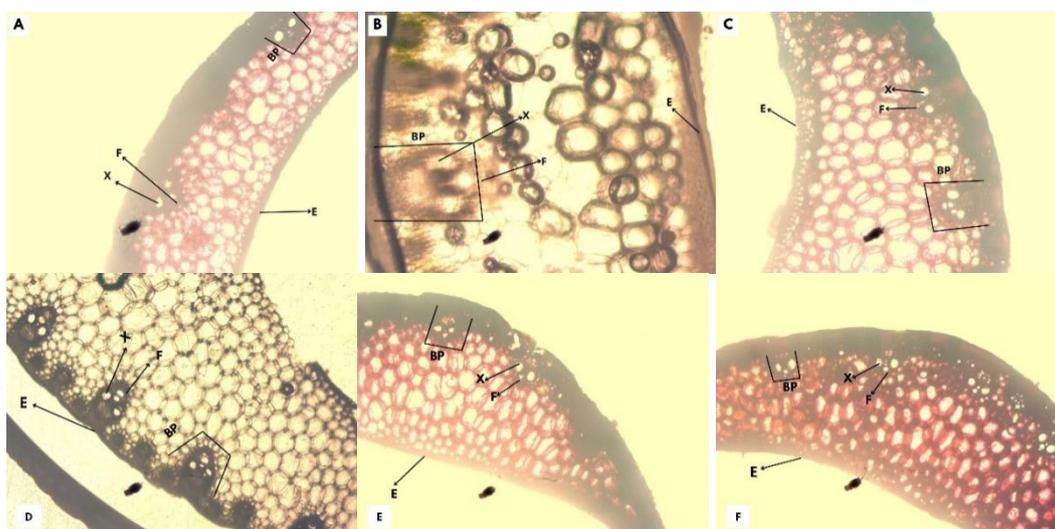
Gambar 3. Sayatan Membujur batang Jagung (A) Doti 30HST, (B) Doti 40HST, (C) 60HST, (D) Siropu 30HST, (E) Siropu 40HST, (F) Siropu 60HST, BP= berkas pengangkut, P = parenkim pada perbesaran (10x/0,25)

3.2 Jaringan berkas pengangkut pada daun

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis terhadap struktur anatomi daun jagung Doti (Gambar 3A, 3B) dan jagung Siropu (Gambar 3D, 3E) pada umur 30 hingga 40HST, ditemukan perbedaan mencolok dalam pola susunan dan kepadatan berkas pengangkut. Jagung Doti memperlihatkan jumlah berkas pengangkut yang lebih sedikit dan tersebar dengan jarak antar berkas yang lebih renggang dibandingkan jagung Siropu. Ukuran xilem pada jagung Doti tampak lebih besar dengan lumen yang lebih luas. Sementara itu, floem mengalami penebalan yang diduga memiliki peran penting dalam mendistribusikan hasil fotosintesis ke seluruh

jaringan tanaman. Di sisi lain, jagung Siropu menunjukkan jumlah berkas pengangkut yang lebih banyak, tersusun rapat, dan lebih teratur dibandingkan jagung Doti. Selain itu, ketebalan floem pada jagung Siropu terlihat lebih tipis.

Pada usia 60 HST, struktur anatomi daun jagung Doti (Gambar 3C) menunjukkan bahwa berkas pengangkut tersusun lebih rapat dan padat, dengan ukuran xilem yang relatif besar dan tampak menonjol, mengindikasikan peningkatan aktivitas dalam pengangkutan air dan unsur hara. Sebaliknya, jagung Siropu pada tahap ini memperlihatkan pola sebaran berkas pengangkut yang lebih renggang dengan ukuran xilem dan floem yang lebih kecil dibandingkan jagung Doti. Peningkatan nitrogen dan kepadatan tanaman dapat meningkatkan jumlah dan ukuran berkas pengangkut dan ukuran berkas pengangkut, yang berdampak pada efisiensi transportasi air dan nutrisi (Ren *et al.*, 2021). Pada kedua jagung, posisi floem berada di bagian luar xilem, mengikuti pola koleteral yang umum dijumpai pada tanaman monokotil. Berkas pengangkut pada daun sering dijumpai pada tulang daun, xilem yang berada dibagian atas berfungsi dalam mineral dan unsur hara dari akar ke daun, floem yang terletak dibagian bawah berperan dalam distribusi hasil fotosintesis keseluruhan bagian tumbuhan (Wahyuni *et al.*, 2019).

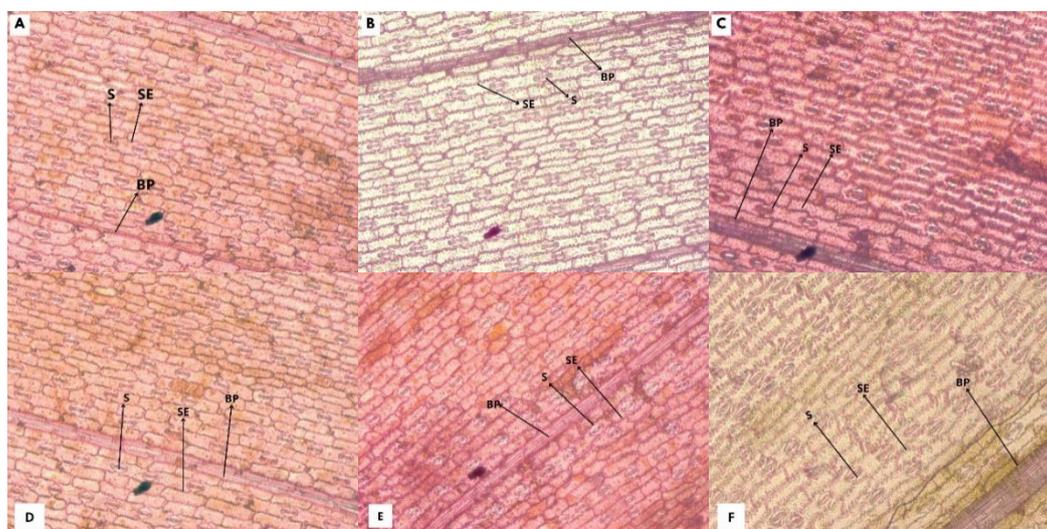


Gambar 4. Sayatan Melintang Daun Jagung (A) Doti 30HST, (B) Doti 40HST, (C) 60HST, (D) Siropu 30HST, (E) Siropu 40HST, (F) Siropu 60HST, E = epidermis, BP = berkas pengangkut, X = Xilem, F = Floem, pada perbesaran (5x 0,25)

Pada usia 30HST, struktur anatomi membujur daun jagung doti terliha pada (Gambar 4A) menunjukkan berkas pengangkut yang lebih tebal dan menonjol jika dibandingkan dengan (Gambar 4D). Pada daun jagung Siropu (Gambar 4D) terlihat berkas pengangkut lebih kecil dan kurang padat, yang menunjukkan bahwa aktivitas pengangkutan air dan nutrisi dalam tahap perkembangan awal atau tahap vegetatif. Pada usia 40HST berdasarkan pengamatan daun jagung Doti dan Siropu menunjukkan bahwa jaringan berkas pengangkut pada kedua anatomi jaung mengalami perkembangan structural. Pada daun jagung doti (Gambar 4B), berkas pengangkut terlihat semakin tebal dan tersusun secara teratur, dimana hal ini mengalami peningkatan efesiensi dalam proses distribusi unsur hara dan hasil fotosintesis. Berkas pengangkut pad daun Siropu (Gambar

4E) mengalami pertumbuhan, namun ukurannya relatif lebih kecil dan penyebarannya lebih jarang dibandingkan dengan (Gambar 4B).

Pada usia 60HST, daun jagung Doti (Gambar 4C) dan daun jagung Siropu (Gambar 4F) menunjukkan bahwa anatomi jaringan berkas pengangkut mencapai tahap kematangan. Pada jagung Doti, berkas pengangkut lebih terintegrasi dengan jaringan disekelilingnya. Selain itu, jumlah stomata dan sel penjaga terlihat lebih banyak dan tertata rapi, yang mendukung efisiensi proses transpirasi serta pertukaran gas. Pada daun jagung Siropu berkas pengangkut tampak kurang rapat dan tidak setebal pada jagung Doti, hal ini menunjukkan bahwa meskipun jaringan pengangkut pada siropu telah mengalami perkembangan, kemampuannya dalam mendukung proses transportasi masih belum seefisien yang dimiliki oleh jagung doti. Tanaman yang beradaptasi di lingkungan tropis kering umumnya memiliki struktur jaringan pengangkut yang lebih berkembang untuk meningkatkan efektivitas dalam mendistribusikan air dan nutrisi (Rindyastuti *et al.*, 2017). Penyesuaian terhadap berbagai kondisi lingkungan, seperti ketinggian, suhu, intensitas cahaya, dan tekstur tanah, dapat memicu perubahan dalam ukuran, bentuk, ketebalan, serta jumlah (aini *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian (Susanti *et al.*, 2023) perbedaan faktor lingkungan, seperti naungan dan cekaman panas, dapat mempengaruhi panjang sel, sehingga menyebabkan perbedaan tinggi tanaman. Sementara itu, cekaman panas dapat mengurangi luas serta jumlah daun. Keberadaan berkas pengangkut yang lebih banyak serta tersusun dengan rapat membantu tanaman mempertahankan ketersediaan air secara optimal, meskipun berada di daerah dengan curah hujan yang tidak merata.



Gambar 5. Sayatan Membujur Daun jagung (A) Doti 30HST, (B) Doti 4 HST, (C) 60HST, (D) Siropu 30HST, (E) Siropu 40HST, (F) Siropu 60HST, BP = Berkas pengangkut, S = Stomata, SP= Sel penjaga, pada perbesaran (10x/ 0,25)

3.3 Jumlah stomata

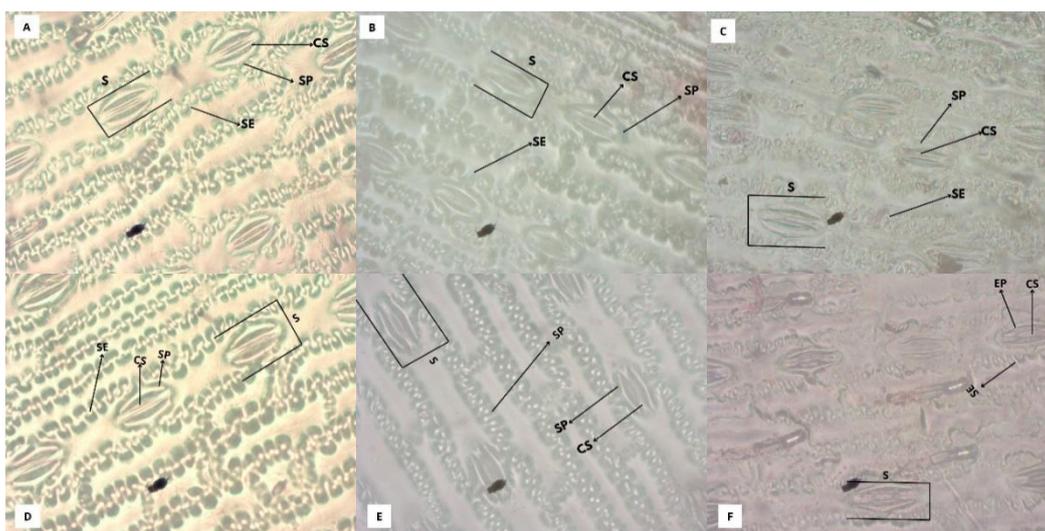
Stomata merupakan salah satu organ tanaman yang mekanisme kerjanya dipengaruhi oleh paparan sinar matahari (Mahanani *et al.*, 2020). Stomata adalah celah kecil yang menutupi permukaan daun tempat terjadinya pertukaran gas. Tekanan selektif yang diberikan oleh kebutuhan untuk mengoptimalkan efisiensi penggunaan air dengan menyeimbangkan penyerapan CO₂ fotosintesis terhadap kehilangan air transpirasi menyebabkan respons fisiologis dan morfologis untuk mengoptimalkan kontrol stomata

(Haworth *et al.*, 2021). Stomata adalah celah pada epidermis yang dibatasi oleh dua sel epidermis (Sabandar *et al.*, 2021).

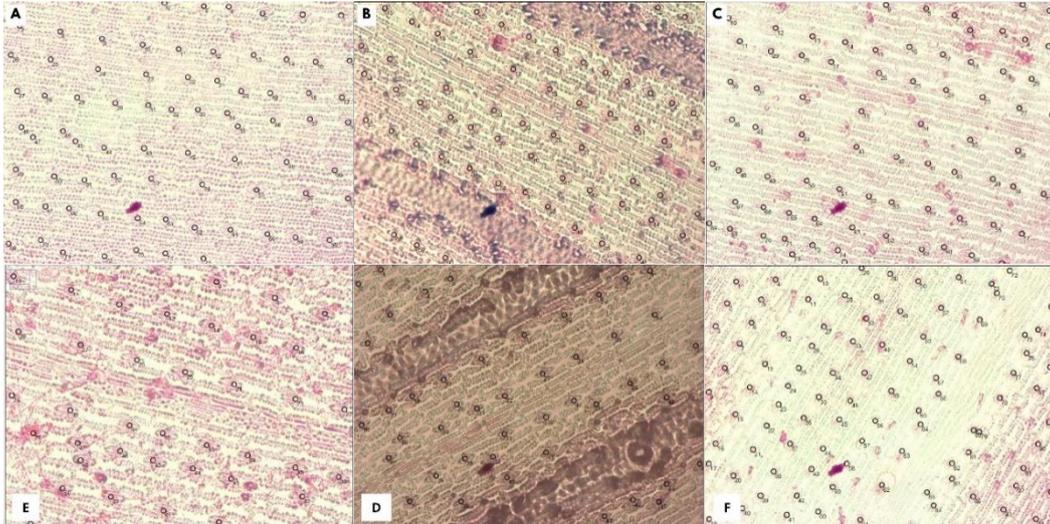
Hasil pengamatan pada stomata jagung Doti dan Siropu terdiri atas stomata, celah stomata, sel penjaga dan sel epidermis. Tipe stomata pada jagung Doti dan Siropu lokal Gorontalo adalah tipe Graminae. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Rosanti *et al.* (2023), *Zea mays* L. memiliki stomata tipe gramineae, sel penjaga berbentuk halter yaitu sel-sel epidermis memanjang tersusun dalam barisan sejajar dan berlekuk disepanjang stomata. Sejalan dengan penelitian Syabrina *et al.* (2023), pada pengamatan stomata tipe Graminae pada tumbuhan monokotil, terdapat epidermis daun, sel penjaga, dan sel tetangga.

Pada umur 30HST, anatomi stomata daun jagung Doti (Gambar 5A) dan anatomi stomata jagung Siropu (Gambar 5D) menunjukkan perbedaan dalam bentuk dan keteraturan stomata. Jagung doti memiliki stomata yang lebih besar, celah stomata terbuka lebar, dan sel penjaga dan sel epidermis tersusun lebih teratur, menunjukkan aktivitas transpirasi dan pertukaran gas yang sudah berlangsung aktif. Daun siropu menampilkan stomata yang lebih kecil dengan celah stomata yang sempit dan susunan sel yang cenderung kurang rapi, mengindikasikan proses fisiologis yang belum seoptimal jagung doti pada tahap vegetatif. Memasuki usia 40HST menunjukkan bahwa struktur stomata berkembang lebih lanjut. Stomata jagung Doti (Gabar 5B) menunjukkan celah stomata tampak lebih terbuka, dengan sel penjaga yang terlihat lebih menonjol dan tersusun rapat, pada stomata jagung siropu (Gambar 5E) menunjukkan perkembangan stomata, namun celah stomata masih tampak lebih kecil dan jumlah stomata cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan stomata jagung Doti.

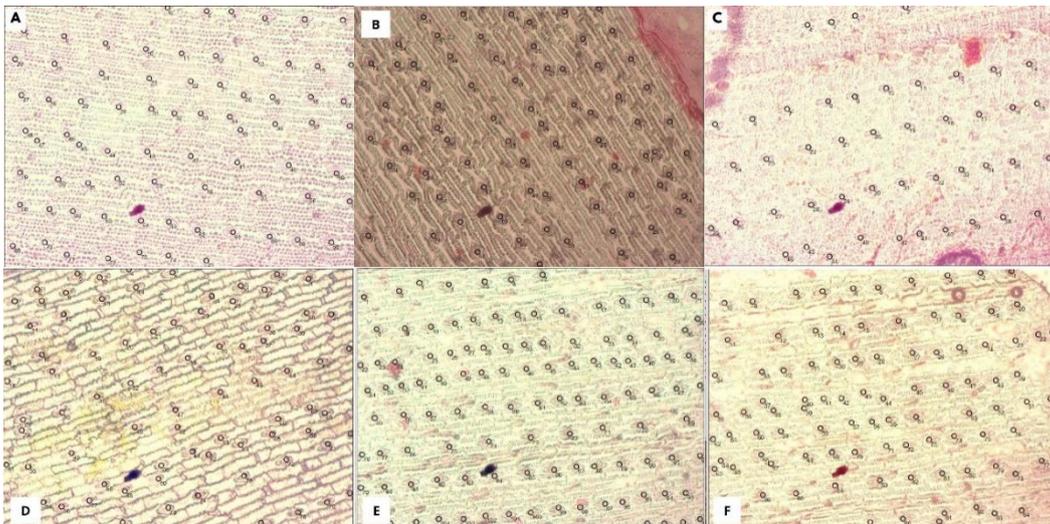
Pada usia 60HST, (Gambar 5C) pada jagung Doti dan (Gambar 5F) pada Siropu menunjukkan bahwa kedua jagung telah memasuki tahap kematangan stomata. Namun, jagung doti tetap memperlihatkan keunggulan dengan ukuran stomata yang lebih besar, celah yang terbuka lebih lebar, serta susunan sel penjaga dan sel epidermis yang lebih teratur, yang mendukung optimalisasi proses pertukaran gas. Pada jagung Siropu stomata masih tampak lebih kecil, dengan celah yang lebih sempit dan susunan yang kurang rapat dibandingkan jagung doti.



Gambar 6. (A) Doti 30HST, (B) Doti 40HST, (C) 60HST, (D) Siropu 30HST, (E) Siropu 40HST, (F) Siropu 60HST, S= stomata, SE= Sel epidermis, CS = Celah stomata, SP = Sel penjaga pada perbesaran (40x/0,25)



Gambar 7. Jumlah Stomata Permukaan Atas Pada Jagung (A) Doti 30HST, (B) Doti 40HST, (C) 60HST, (D) Siropu 30HST, (E) Siropu 40HST, (F) Siropu 60HST Pada Perbesaran (10x/0,25)



Gambar 8. Jumlah Stomata Permukaan Bawah Pada jagung (A) Doti 30HST, (B) Doti 40HST, (C) 60HST, (D) Siropu 30HST, (E) Siropu 40HST, (F) Siropu 60HST Pada Perbesaran (10x/0,25)

Perbandingan jumlah stomata antara permukaan daun adaksial (atas) dan abaksial (bawah) menunjukkan variasi yang signifikan antara jagung Doti dan jagung Siropu, pada berbagai tahap pertumbuhan tanaman 30HST, 40HST, dan 60HST. Pada jagung doti, distribusi stomata cenderung lebih tinggi pada permukaan abaksial di bandingkan adaksial pada umur 30HST, 40HST, namun pada umur 60HST mengalami perubahan jumlah stomata pada permukaan adaksial (75 stomata) yang meningkat melampaui jumlah stomata pada permukaan abaksial (46 stomata). Pada jagung lokal Siropu menunjukan hal yang berbeda dengan jumlah stomata yang sangat signifikan pada permukaan adaksial pada umur 40HST (170 stomata) dan abaksial (110 stomata). Meskipun pada umur 30HST, dan 60HST jumlah stomata pada kedua permukaan lebih cenderung seimbang, jagung Siropu secara umum menunjukan kerapatan stomata yang lebih tinggi pada permukaan adaksial dibandingkan jagung Doti. Hal ini terjadi karena

adaptasi lingkungan dalam mengatur transpirasi dan pertukaran gas. Banyaknya jumlah stomata mempengaruhi besarnya transpirasi pada tanaman (Imiliyana, 2012 dalam Papuangan 2014). Tanaman beradaptasi terhadap kondisi lingkungannya memiliki jumlah stomata yang banyak Fahn (1991) dalam Hapsari (2018).

Tabel 2. Jumlah Stomata Permukaan Adaksial (atas) dan Abaksial (bawah) Pada Jagung Doti dan Siropu pada umur (30HST, 40HST, dan 60HST).

	Jagung lokal Doti			Jagung lokal Siropu		
	30 HST	40 HST	60 HST	30 HST	40 HST	60 HST
Permukaan Adaksial (atas)	56	60	75	47	170	95
Permukaan Abaksial (bawah)	75	77	46	80	110	94

4. KESIMPULAN

Terdapat perbedaan yang signifikan dalam struktur anatomi berkas pengangkut dan jumlah stomata antara jagung lokal Doti dan Siropu pada tahap pertumbuhan 30HST, 40HST, dan 60HST. Jagung Doti menunjukkan karakteristik berkas pengangkut yang lebih besar, tersusun rapat, serta dikelilingi jaringan parenkim yang padat, baik di batang maupun daun, dimana hal ini menunjukkan efisiensi tinggi dalam pengangkutan air dan hasil fotosintesis. Selain itu, jagung Doti juga memiliki ukuran stomata yang lebih besar, susunan sel penjaga yang lebih teratur, serta distribusi stomata yang relatif seimbang antara permukaan adaksial dan abaksial, terutama pada fase generatif. Sebaliknya, pada jagung Siropu cenderung memiliki berkas pengangkut yang lebih kecil dan tersebar, serta jumlah stomata yang lebih banyak di permukaan adaksial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian, Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Indonesia melalui program pendanaan Fundamental Reguler (PFR) Dana DRTPM tahun 2024 dengan Nomor Grant: 063/E5/PG.02.00.PL/2024 and nomor contract: 938/UN47. D1.1/PT.01.03/2024, SK Rector UNG Nomor:733/UN47/HK.02/2024; 12 Juni 2024. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih. Dukungan ini sangat penting, semoga kemitraan ini dapat terus berlanjut dan memberikan lebih banyak keuntungan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, J., Kandowanko, N. Y., Solang, M., & NADJAMUDIN, E. (2021). Morphological characteristics and nutritional value of binthe kiki, a local maize variety from Gorontalo, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(8). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220852>

- Aini N., Setyati D., & Umiyah (2014). Struktur Anatomi Daun Lengkeng (*Dimocarpus Longan* Lour.) Kultivar Lokal, Itoh, Pingpong dan Diamond River, Berkala Sainstek, Volume 2, Nomor 1, Hal.31-35. <https://core.ac.uk/download/pdf/295417691.pdf>
- Anna Fitri Hindriana, A., & Handayani, H. (2023). Anatomi Tumbuhan. <https://rama.uniku.ac.id/id/eprint/279/1/anatomi%20tumbuhan.pdf>
- Ashar, J. R., Farhanah, A., Simatupang, D. F., Friska, M., Ismayanti, R., & Hamzah, P. (2024). *Genetika Tanaman*. Tohar Media. https://books.google.co.id/books?id=JYMUEQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Fiqriansyah, W., Syam, R., & Rahmadani, A. (2021). Teknologi budidaya tanaman jagung (*Zea mays*) dan sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). <https://papua.bsi.pertanian.go.id/storage/assets/uploads/publikasi/fc5e19BOSw17RgSRwv8Pfl1TnAaFpA4F1oiz7dE8.pdf>
- Hapsari, A. T., Darmanti, S., & Hastuti, E. D. (2018). Pertumbuhan batang, akar dan daun gulma katumpangan (*Pilea microphylla* (L.) Liebm.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 3(1), 79-84. <https://doi.org/10.14710/baf.3.1.2018.79-84>
- Haworth, M., Marino, G., Loreto, F., & Centritto, M. (2021). Integrating stomatal physiology and morphology: evolution of stomatal control and development of future crops. *Oecologia*, 197(4), 867-883. <https://doi.org/10.1007/s00442-021-04964-3>
- Jamidi, J., Usnawiyah, U., & Wijaksono, A. (2022). Karakteristik Agronomi Beberapa Varietas Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Pemberian Kompos Kulit Biji Kopi (*Coffea*). *Jurnal Agrium*, 19(2), 131-141. <https://doi.org/10.29103/agrium.v19i2.7827>
- Kandowanko, N. Y. (2019). *Solusi Kekeringan Tanaman Jagung (Pemanfaatan Mikroba Azospirillum dan Mikoriza Arbuskula)*. Ideas Publishing. https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=IA2EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=novri+youla+jagung&ots=n4RiGhrQ0A&sig=XJAMfqd1Binv4w3OEViVbNUygbY&redir_esc=y#v=onepage&q=novri%20youla%20jagung&f=false
- Kandowanko, N. Y., Solang, M., & Retnawaty, E. (2020). Traditional agro-management practices, utilization and nutritional composition of Momala: A local maize variety of Gorontalo, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(3). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210301>
- Kurniawati, F., Zaenab, S., & Wahyuni, S. (2015). Analisis perbandingan bentuk jaringan pembuluh trakea pada preparat maserasi berbagai genus piper sebagai sumber belajar biologi. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 1(2). <https://doi.org/10.22219/jpbi.v1i2.3326>
- Lamahala, MH, & Lamem, S. (2018). Pengembangan Media Jaringan Epidermis (*Zea Mays* L.) Yang Ditanam Di Kota Kupang Sebagai Tambahan Sumber Belajar Pembelajaran IPA SD Berbasis Pengetahuan Lokal. *Citra Bakti Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5 (2), 15-25. <https://typeset.io/pdf/pengembangan-media-jaringan-epidermis-tanaman-jagung-zea-3gnwch4bpw.pdf>
- Latif, KP, Kandowanko, NY, Ahmad, J., & Sija, P. (2023). Respon Pertumbuhan Jagung Lokal Pulut Dan Siropu Gorontalo Terhadap Cekaman Kekeringan. <https://doi.org/10.31957/jbp.2373>

- Lucas, J. R., & Dupree, B. (2023). Stomatal pore width and area measurements in *Zea mays*. *Micropublication Biology*, 2023. <https://doi.org/10.17912/micropub.biology.000893>
- Mahanani, A. U., Tuhuteru, S., Haryanto, T. D., & Rif'an, M. (2020). Karakteristik stomata daun tanaman padi gogo (*Oryza sativa* L.) berdasarkan ketinggian tempat tumbuh di Kabupaten Jayawijaya. *Gontor AGROTECH Science Journal*, 6(3), 251-281. <http://dx.doi.org/10.21111/agrotech.v6i3.4940>
- Manto, Hamirul Hadini, & Dirvamena Boer. (2023). Analisis Heterosis Tiga Varietas Jagung Pulut (*Zea mays* var. *ceritina* Kulesh) Hibrida Heterosis. *Berkala Penelitian Agronomi*, 11(1), 1–11. <https://doi.org/10.33772/bpa.v11i1.397>
- Marantika, M., Hiariej, A., & Sahertian, DE (2021). Kerapatan dan distribusi stomata daun spesies mangrove di Desa Negeri Lama Kota Ambon. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 12 (1).<https://journal.unhas.ac.id/index.php/jai2/article/view/11041>
- Muttaqin, S. Z. (2023). Anatomi Tumbuhan (Sel, Jaringan, dan Organ Vegetatif pada Tumbuhan). <http://repository.uki.ac.id/11958/1/AnatomiTumbuhan.pdf>
- Papuangan, N. (2014). Jumlah dan sebaran stomata pada tanaman penghijauan di Kota Ternate. *Jurnal BIOêduKASI* ISSN, 2301,4678.<https://doi.org/10.33387/bioedu.v2i1.62>
- Peng, P., Li, R., Chen, Z. H., & Wang, Y. (2022). Stomata at the crossroad of molecular interaction between biotic and abiotic stress responses in plants. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1031891. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1031891>
- Putriani, A., Prayogo, H., & Wulandari, R. S. (2019). Karakteristik stomata pada pohon di ruang terbuka hijau universitas Tanjungpura kota Pontianak. *Jurnal hutan lestari*, 7(2). <https://doi.org/10.26418/jhl.v7i2.33629>
- Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2021). *Biology of Plants* (8th ed.). W. H. Freeman and Company.
- Rindyastuti, R., & Hapsari, L. (2017). Adaptasi ekofisiologi terhadap iklim tropis kering: Studi anatomi daun sepuluh jenis tumbuhan berkayu. *Jurnal Biologi Indonesia*, 13(1) <https://www.neliti.com/publications/77722/adaptasi-ekofisiologi-terhadap-iklim-tropis-kering-studi-anatomi-daun-sepuluh-je#cite>
- Rosanti, D., Kartika, T., & Jannah, M. (2023). Struktur Stomata Pada Familia Poaceae Di Desa Kota Bumi Kecamatan Tanjung Lubuk Kabupaten OKI. *Indobiosains*, 25-32. <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v5i1.10980>
- Sabandar, A., Hiariej, A., & Sahertian, D. E. (2021). Struktur sel epidermis dan stomata *aegiceras corniculatum* d dan *rhizophora apiculata* pada muara sungai desa poka dan desa lehari. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 10(1), 81-87. <https://doi.org/10.33477/bs.v10i1.1896>
- Suleman, R., Kandowanko, N. Y., & Abdul, A. (2019). Karakterisasi morfologi dan analisis proksimat jagung (*Zea mays*, L.) varietas Momala Gorontalo. *Jambura Edu Biosfer Journal*, 1(2), 72-81. <https://doi.org/10.34312/jebj.v1i2.2432>
- Sumadji, A. R. (2020). Kerapatan Stomata Dan Kaitannya Terhadap Kekeringan Pada Tanaman Padi Varietas Ir64. *Kerapatan Stomata Dan Kaitannya Terhadap Kekeringan Pada Tanaman Padi Varietas Ir64*, (01), 29-42. <https://prosiding.unipma.ac.id/index.php/simbiosis/article/view/655/627>
- Susanti, E. D., Chozin, M. A., Ritonga, A. W., & Sulistyowati, D. (2023). Identification of morpho-physiological and yield traits of sweet corn hybrids at various shade levels. *Journal of Sustainable Agriculture*, 38(2), 327-338. <https://jurnal.uns.ac.id/carakatani/article/view/73567>

- Syabrina, A., Anjani, D., & Sarjani, T. M. (2023). Identification of Stomata Types in Plants of The Genus *Saccharum*. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 485-494. <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v23i2.6315>
- Wahyuni, S., Purwanti, E., Hadi, S., & Fatmawati, D. (2019). *Anatomi Fisiologi Tumbuhan* (Vol.1).UMMPress.https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=nKzqDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&ots=vWL6bWSRNf&sig=Lqy6PQAr74x0xyhtlinabUbo60U&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Wawo, A. H., Lestari, P., & Setyowati, N. (2019). Eksplorasi Jagung Lokal di di Kebun Penelitian Puslit Sulawesi Selatan dan Studi Pertumbuhannya Biologi, LIPI, Cibinong. Vol. 4 (2): 79-93. <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2023.11.1862>