BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu tanaman tahunan yang tergolong famili *Solanaceae*, seperti halnya cabai rawit, paprika, dan lain sebagainya. Tanaman ini banyak tumbuh di Pakistan, Amerika, Portugal, India, dan Indonesia (Shaheen, dkk., 2018). Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) termasuk komoditas sayuran yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Umumnya digunakan untuk kebutuhan konsumsi rumah tangga sebagai rempah-rempah dan dimanfaatkan untuk ramuan atau obat-obatan tradisional. Cabai tersebut dikonsumsi baik dalam bentuk segar, maupun olahan (Fitriani, dkk., 2013).

Pembungaan tanaman cabai sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang tinggi dalam waktu lama (Wati, 2018). Pertumbuhan vegetatif tersebut memerlukan nutrisi yang tepat, berupa air yang merupakan komponen yang sangat dibutuhkan sejak awal pertumbuhan hingga pembentukan bunga dan buah cabai merah (*Capsicum annuum* L.) (Tonny dan Laksminiwati, 2011). Menurut Sumarni dan Agus (2005), daya adaptasi cabai merah (*Capsicum annuum* L.) cukup luas, baik di dataran rendah maupun daerah dataran tinggi, hingga mencapai 1.400 meter di atas permukaan laut.

Pertumbuhan vegetatif tanaman yang lebih baik dapat mempercepat terjadinya proses metabolisme yang lebih baik, terutama dalam proses fotosintesis (Suharso, 2017). Penurunan potensial air daun dipengaruhi oleh perubahan tekanan turgor dan elastisitas dinding sel daun. Hal tersebut bergantung pada faktor eksternal atau kondisi lingkungannya, salah satunya cahaya matahari

melalui proses fotosintesis untuk memperoleh energi (Xiang, dkk., 2006). Salah satu bagian tumbuhan yang mekanisme kerjanya sangat dipengaruhi oleh cahaya matahari yaitu stomata (Campbell, dkk., 2003). Sebagaimana menurut Adisyahputra, dkk., (2011) kehilangan air pada daun dapat terjadi dengan semakin kecilnya luas permukaan daun dan konduktansi stomata. Struktur stomata juga memengaruhi pertukaran gas-gas dan uap air dari daun ke lingkungan atau sebaliknya. Sehingga pengaturan stomata berperan penting terhadap pengendalian kehilangan air pada tanaman.

Stomata merupakan bagaian penting organ tumbuhan, berupa celah di antara gabungan dua sel epidermis khusus yang disebut sel penutup. Sel penutup tersebut bekerja membuka dan menutup sesuai kebutuhan transpirasi tanaman (Setiawati dan Inneke, 2019). Stomata berada pada semua bagian tumbuhan yang terpapar ke udara, tetapi lebih banyak ditemukan pada organ daun (Kamaluddin, dkk., 2020). Menurut Utomo (2007), mekanisme membuka dan menutupnya stomata pada tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan untuk menghindari kehilangan air melalui menguapan.

Pendekatan anatomi penting dilakukan karena kondisi lingkungan yang semakin dinamis dan setiap tumbuhan memiliki respon yang berbeda terhadap cekaman cahaya matahari seperti kemampuan membuka dan menutupnya stomata (Haryanti dan Meirina, 2009). Hasil penelitian Haryanti (2010) menunjukkan bahwa kecepatan penutupan stomata sebagai respon stomata terhadap perubahan defisit tekanan uap, sangat ditentukan oleh sensitivitas stomata. Proses membuka dan menutupnya stomata sangat dipengaruhi oleh kondisi cahaya matahari.

Cahaya matahari sangat mempengaruhi kerja stomata, terutama dalam proses membuka dan menutupnya stomata. Adanya faktor intensitas cahaya, tumbuhan melakukan adaptasi untuk mendukung kelangsungan fungsi fisiologis tubuh tumbuhan. Salah satu bentuk adaptasi tumbuhan yaitu respon pembentukan stomata pada daerah ternaung dan tidak ternaung (Campbell, dkk., 2003).

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis melakukan penetian untuk menganalisis densitas stomata pada daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) pada lokasi yang berbeda, yakni pada lokasi yang terpapar dan lokasi yang ternaung.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana perbedaan densitas stomata daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) pada lokasi berbeda, yakni lokasi terpapar dengan lokasi ternaung dari cahaya matahari?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu, untuk mengetahui perbedaan densitas stomata daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) pada lokasi berbeda, yakni lokasi yang terpapar dan ternaung dari cahaya matahari.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, yaitu sebagai penambah wawasan terkait perbedaan densitas stomata daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) pada lokasi berbeda, yakni lokasi yang terpapar dan ternaung dari cahaya matahari.

2. Bagi masyarakat, memberikan informasi bahwa kondisi stomata daun cabai (*Capsicum annuum* L.) di lokasi yang terpapar dan ternaung dari cahaya matahari memilki perbedaan, sehingga lokasi penanaman yang sesuai akan memengaruhi pertumbuhan tanaman cabai merah.

E. Batasan Penelitian

Objek penelitian ini yaitu stomata pada daun tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) Parameter penelitian ini yaitu densitas atau kerapatan stomata daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) pada lokasi berbeda, yaitu pada tempat terpapar dan tempat ternaung dari cahaya matahari. Adapun densitas stomata daun yang akan diteliti, diambil dari daun cabai yang sudah berkembang sempurna.

F. Definisi Operasional

1. Analisis merupakan proses penguraian untuk mengetahui keadaan atau kondisi sebenarnya. Penelitian ini menganalisis densitas stomata yang terdapat pada daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dalam kondisi lingkungan yang berbeda, yakni lokasi tepapar dan lokasi ternaung.
2. Densitas atau kerapatan stomata yaitu jarak antar-stomata pada permukaan daun. Jarak antar-stomata dalam penelitian ini dilakukan pengamatan di bawah mikroskop, kemudian dianalisis menggunakan rumus perhitungan densitas stomata. Penelitian ini mengamati perbandingan densitas stomata daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) pada lokasi terpapar dan lokasi ternaung dari cahaya matahari.

3. Daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) yang akan diamati dalam penelitian ini yakni daun yang berukuran maksimal pada pohon tersebut, yaitu pada usia 23-31 hari setelah penanaman.
4. Lokasi terpapar yang dimaksud dalam penelitian ini adalah lokasi yang digunakan dengan intensitas cahaya yang tinggi, serta terbebas dari naungan. Lokasi penanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) lokasi terpapar yaitu pada lahan yang terpapar cahaya matahari penuh setiap pukul 08.00 – 16.00 WITA, sehingga pengambilan sampel akan dilakukan pada pukul 11.00 WITA ketika intensitas matahari sangat tinggi.
5. Lokasi ternaung yang dimaksud dalam penelitian ini yakni lokasi yang digunakan dengan intensitas cahaya yang rendah karena berada di bawah naungan. Lokasi penanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) yang ternaung yaitu di dalam Green House Pendidikan Biologi, sehingga hanya menerima sedikit intensitas cahaya matahari.

BAB II
KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PIKIR

A. Kajian Pustaka

1. Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) berasal dari daerah subtropika hingga tropika Benua Amerika, khususnya Colombia, dan menyebar hingga ke Amerika Latin. Budidaya cabai pertama kali ditemukan dari bukti dari galian sejarah di Peru Penyebaran cabai ke Indonesia dilakukan oleh pedagang-pedagang Spanyol dan Portugis, hingga menyebar ke negara-negara di Asia (Nurfalach, 2010).

Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dibudidayakan di Indonesia sebagai tanaman semusim di lahan bekas sawah atau lahan kering. Pembudidayaan cabai merah relatif lebih mudah, namun tetap harus memperhatikan syarat-syarat tumbuh tanaman cabai merah tersebut. Daya adaptasi cabai merah (*Capsicum annuum* L.) cukup luas, baik di dataran rendah maupun daerah dataran tinggi, hingga mencapai 1.400 meter di atas permukaan laut (Yeni, 2012).

Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan tumbuhan berkayu, memiliki buah yang berasa pedas, rasa pedas tersebut berasal dari kandungan zat *Capsaicin* yang terdapat dalam buah cabai (Sumarni dan Agus, 2005). Umumnya, buah cabai merah digunakan untuk kebutuhan konsumsi rumah tangga sebagai rempah-rempah atau obat-obatan tradisional. Konsumsi cabai tersebut baik dalam bentuk segar ataupun dalam bentuk olahan (Fitriani, dkk., 2013).

a. Syarat Tumbuh Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) akan bereproduksi dengan baik apabila lingkungannya diusahakan memiliki kesesuaian dengan syarat tumbuhnya, hal tersebut dapat meliputi tanah dan iklim, serta kondisi lingkungan penanaman. Tanaman cabai dapat tumbuh dengan baik di berbagai jenis tanah, asalkan tanah tersebut memiliki kondisi drainase dan aerasi yang baik, serta air yang tersedia dan jumlah yang cukup selama masa pertumbuhan tanaman (Zulkarnain, 2013). Sebagaimana dijelaskan oleh Agus (2013) pertumbuhan dan produksi yang memuaskan dapat diperoleh di tanah-tanah ringan (gembur) dengan kemasaman (pH) berkisar antara 6-7, temperatur tanah antara 24-30 ^{0}C sangat mendukung untuk pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.).

Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) memiliki daya adaptasi yang luas sehingga dapat diusahakan pada dataran rendah maupun dataran tinggi hingga 1.400 meter di atas permukaan laut. Adapun pertumbuhan cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat terganggu akibat kurangnya hidronasi dan aerasi sepanjang masa awal pertumbuhannya, serta adanya gangguan dari serangan hama penyakit dan gulma-gulma sekitar (Zulkarnain, 2013).

b. Klasifikasi Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Klasifikasi tanaman cabai merah, sebagai berikut:

Regnum : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Solanales
Familiy : Solanaceae
Genus : Capsicum
Spesies : *Capsicum annuum* L.

Sumber: *Warisno dan Dahana* (*2010*)

c. Morfologi Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

1) Akar

Sistem perakaran cabai merah (*Capsicum annuum* L.) tergolong ke dalam sistem perakaran tunggang yang merupakan salah satu penciri tanaman dikotil. Akar ini terdiri atas akar primer, akar sekunder (akar lateral), dan akar tersier (serabut akar). Panjang akar primer berkisar antara 35–50 cm, dan panjang akar sekunder antara 35–45 cm (Zulkarnain, 2013). *Morfologi* akar cabai merah (*Capsicum annuum* L.), ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Akar Tanaman Cabai Merah *(Capsicum annuum* L.)

Akar tanaman cabai mengakar lurus ke dalam tanah agar berfungsi sebagai penegak pohon, dengan kedalaman hingga 200 cm. Dari akar pokok tersebut akan tumbuh akar-akar cabang yang tumbuh horizontal di dalam tanah dan akar cabang akan tumbuh serabut-serabut akar dengan massa yang rapat (Wati, 2018). Apabila cabai merah (*Capsicum annuum* L.) tumbuh pada lingkungan yang berintensitas cahaya rendah, maka akan memiliki akar yang kecil, berjumlah sedikit, dan berdinding tipis. Hal tersebut akibat terhambatnya transfer hasil fotosintesis terhadap akar. Oleh karena itu intensitas cahaya yang sesuai sangat dibutuhkan untuk petumbuhan tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) (Haryanti, 2010).

2) Batang

Batang cabai merah (*Capsicum annuum* L.) tumbuh tegak dan kokoh dengan tinggi 30–38 cm, dengan diameter 1,5 – 3 cm (tergantung varietasnya). Batang cabai umumnya berwarna hijau, yaitu semakin memendekkan ruas lebih dari tiga percabangan (Harpenas, 2010). Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) termasuk jenis batang berkayu dan berwarna cokelat. Pada setiap ketiak daun, batang utama akan tumbuh tunas yang dimulai sekitar 10 hari setelah tanam. Cabang pirmer merupakan cabang yang produktif, sehingga tidak perlu dilakukan pemangkasan agar menumbuhkan tunas-tunas buah (Zulkarnain, 2013).

Pada tanaman yang tumbuh di bawah naungan, memiliki ruas batang lebih panjang tersusun dari sel-sel yang berdinding tipis dengan ruang antar sel lebih besar. Jaringan pengangkut dan penguat akan lebih sedikit. Hal ini diakibatkan oleh kurangnya intensitas cahaya matahari yang diterima, sehingga respon tanaman akan memengaruhi perfomanya (Haryanti, 2010). Morfologi cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Batang Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

3) Bunga

Bunga cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan bunga sempurna dan menyerbuk sendiri. Umumnya, bunga cabai terdiri atas 5–6 helai daun mahkota (petal) berwarna putih atau ungu. Bunga ini tumbuh tunggal maupun berkelompok. Pada satu bunga terdapat datu kepala putik (*stigma*) yang berbentuk bulat dan 6 helai benang sari (*filament*), yang masing-masing ujungnya terdapat satu *antera* berisi serbuk sari (Agustina, dkk., 2014). Morfologi bunga cabai merah (*Capsicum annuum* L.) pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Bunga Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

(Sumber: https://www.kibrispdr.org/gambar-bunga-cabai-dan-bagiannya.html)

Pembungaan tanaman cabai dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, dimana pengairan dan intensitas cahaya matahari yang cukup sangat memengaruhi proses produktivitas cabai merah. Hal ini ditinjau dari laju fotosintesis yang bergantung terhadap lama paparan cahaya matahari (Khoiri, 2008). Sejalan dengan hasil penelitian Haryanti (2010) menambahakan, sinar matahari yang ditangkap klorofil akan menaikkan tingkat energi yang dihasilkan dari oksidasi air dalam proses fotosintesis, energi tersebut digunakan tumbuhan untuk keperluan biologis seperti pembungaan.

4) Buah

Buah cabai merupakan jenis buah beri berbentuk polong dengan rongga di antara plasenta dan dinding buah. Buah yang masih muda berwarna putih kekuningan, sedangkan buah yang sudah tua berwarna merah atau kuning dengan permukaan yang licin dan mengkilap. Warna buah tersebut sesuai dengan varietasnya. Ukuran buah ini memiliki panjang buah berkisar antara 9–15 cm dengan diameter 1–1,75 cm dan berat 7,5–15 g per buah. Buahnya menggantung pada tangkai buah berwarna hijau dengan panjang 3,5–4,5 cm yang keluar dari ketiak daun. Biji cabai berukuran kecil, berbentuk bulat pipih, berwarna putih atau krem yang merekat pada plasenta berwarna putih, dan jumlahnya banyak (Zulkarnain, 2013).

Salah satu upaya dalam meningkatkan budidaya tanaman cabai dengan hasil optimal selain memenuhi unsur hara tanah, maka harus diupayakan agar proses fotosintesis sebagai proses utama dalam meningkatkan kualitas buah cabai merah (*Capsicum annuum* L.) seoptimal mungkin (Khoiri, 2008). Perbedaan intensitas cahaya yang diterima akan memengaruhi proses fotosintesis. Tumbuhan dalam kondisi kekurangan cahaya berakibat terganggunya metabolisme, sehingga menyebabkan penurunan laju fotosintesis. Oleh karena itu kondisi kekurangan intensitas cahaya matahari akan menurunkan reproduksi dan hasil produksi tumbuhan (Sitohang, 2017). Buah cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Buah Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

(Sumber: Wati D. S. (2018), Skripsi, Pertumbuhan Vegetatif Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Secara Hidroponik)

5) Daun

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) memiliki daun berbentuk bulat telur. Berukuran panjang 5–12 cm dan lebarnya 1–1,5 cm, dengan ujung meruncing (*oblongus acutus*). Panjang tangkai daun berkisar antara 1 hingga 2,5 cm (Agustina dkk, 2014). Daun merupakan organ terpenting bagi tumbuhan untuk dapat melangsungkan proses kehidupannya, sehingga kondisi lingkungan akan langsung memengaruhi aktivitas dalam daun (Dwipayani, dkk., 2012).

Daun memiliki beberapa fungsi antara lain dalam pengambilan zat-zat makanan (resorbsi), pengolahan zat-zat makanan (asimilasi), pernapasan (respirasi), dan penguapan air (transpirasi). Tekstur daun biasanya tampak tipis dan melebar kaya akan suatu zat warna hijau yang dinamakan klorofil (Putriani, dkk., 2019). Pada daun terdapat stomata yang berfungsi untuk pertukaran gas. Salah satu derivat epidermis daun yaitu stomata, dimana perubahan intensitas cahaya yang berpengaruh terhadap epidermis juga akan berpengaruh terhadap stomata (Meriko dan Abizar, 2017).

Daun yang terpapar dengan intensitas tinggi, memiliki stomata yang lebih kecil dengan jumlah yang banyak. Sedangkan daun yang tenaung dari cahaya matahari akan memiliki jumlah stomata yang lebih sedikit (Sitohang, 2017). Menurut Yustiningsih (2019), terkait adanya perubahan struktur morfologi daun merupakan salah satu mekanisme adaptasi yang dilakukan tumbuhan terhadap intensitas cahaya yang berbeda. Hal tersebut dilakukan agar tumbuhan mampu melakukan penyerapan cahaya optimal dan melakukan fotosintesis secara efisien dengan cara meningkatkan luas permukaan daun. Intensitas cahaya matahari yang rendah mempengaruhi meningkatnya klorofil pada daun, dimana klorofil yang tinggi juga akan meningkatkan optimalisasi proses fotosintesis.

Intensitas cahaya yang rendah menyebabkan tanaman beradaptasi dengan daun yang lebih lebar, lebih tipis dengan lapisan epidermis tipis, jaringan palisade yang sedikit dan ruang antar sel lebih lebar. Sebaliknya, pada tanaman yang menerima intensitas cahaya tinggi menghasilkan daun yang lebih kecil, lebih tebal, lebih kompak dengan lapisan kutikula dan dinding sel lebih tebal, ruang antar sel lebih kecil, serta tekstur daun keras (Khoiroh, 2014). Menurut Ardie (2007), intensitas cahaya rendah membuat tanaman beradaptasi dengan mengurangi pembentukan jumlah sel mesofil yang berakibat pada menurunnya ketebalan daun penelitian. Adapun morfologi daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) terdapat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Daun Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

2. Stomata

Stomata adalah salah satu bagian dari organ tumbuhan yang digunakan untuk berinteraksi dengan lingkungannya. Stomata berupa celah diantara epidermis yang diapit oleh dua sel epidermis khusus yang disebut sel penutup (Haryanti, 2010). Stomata merupakan modifikasi dari sel epidermis daun berupa sepasang sel penjaga yang bisa menimbulkan celah, sehingga uap air dan gas dapat dipertukarkan antar bagian dalam dari stomata dengan lingkungan (Anu, dkk., 2017). Fungsi utama stomata adalah sebagai tempat pertukaran gas, seperti CO_2 yang diperlukan oleh tumbuhan (Sulistiana, dkk., 2016). Karakteristik stomata pada pada daun meliputi jumlah stomata total, jumah stomata yang terbuka dan jumlah stomata yang tertutup, densitas stomata, dan jenis stomata (Setiawati dan Inneke, 2019).

a. Bagian-bagian Stomata

Stomata dalah celah diantara epidermis yang diapit oleh dua sel epidermis khusus yang disebut sel penutup. Di dekat sel penutup terdapat sel-sel yang mengelilinginya disebut sel tetangga (Kamaluddin, dkk., 2020). Bagian-bagian stomata terdiri atas Sel penutup, celah (porus), sel tetangga, dan ruang udara dalam (Saraswati, 2017).

1) Sel Penutup

Sel penutup terdiri dari sepasang sel yang kelihatannya simetris, umumnya berbentuk ginjal. Pada dinding sel atas dan sel bawah kelihatan pula adanya alat yang berbentuk sebagai tirai. Biasanya birai tersebut hanya terdapat pada dinding sel bagian atas (Saraswati, 2017).

2) Celah (Porus)

Di antara kedua sel penutup terdapat celah (porus) yang merupakan lubang kecil. Sel penutup yang bertugas dalam mengatur menutup dan membukanya porus tersebut. Porus dapat berhubungan dengan udara di lingkungan sekitar apabila dibantu dengan adanya rongga depan dan birai-birai atas (Saraswati, 2017).

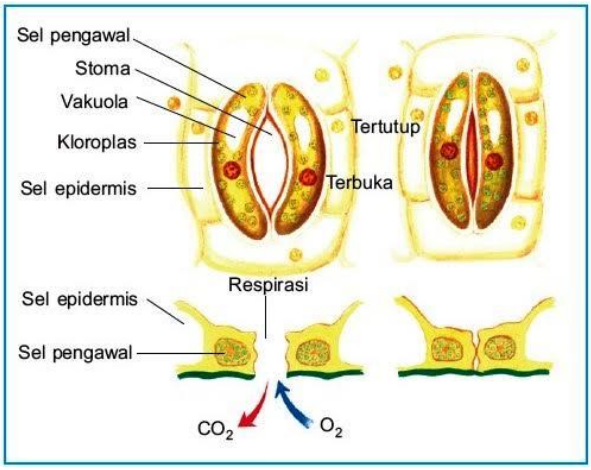
3) Sel Tetangga

Sel tetangga adalah sel yang berdampingan langsung atau berada di sekitar sel-sel penutup atau dapat dikatakan mengelilingi sel-sel penutup. Sel-sel tetangga terdiri dari dua buah atau lebih, secara khusus untuk melangsungkan fungsinya dengan berasosiasi dengan sel-sel penutup. Sel tetangga dinamakan sebagai "*subsidiary cells"* karena keadaannya memang mudah dibedakan dari sel-sel epidermis lainnya (Saraswati, 2017).

4) Ruang Udara Dalam

Ruang udara dalam merupakan suatu ruang antar sel yang besar, berfungsi besar bagi fotosintesis dan transpirasi juga respirasi. Ruang dalam uadara ini memiliki hubungan yang teratur dengan ruang-ruang antar sel lainnya hingga sel yang letaknya bagian dalam. Keadaan demikian sangat menjamin hubungan yang antara bagian dalam dengan udara luar, terutama dalam pelaksanaan pertukaran

gas seperti gas CO_2 yang sangat dibutuhkan pada proses fotosintesis (Saraswati, 2017). Anatomi stomata dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Morfologi Stomata

(Sumber: Dunia Tumbuhan, *Tira Pustaka*)

b. Tipe-tipe Stomata

Tipe stomata pada daun sangat bervariasi. Pembagian tersebut berdasarkan hubungan stomata dengan sel tetangga, sehingga terdapat banyak tipe stomata. Modifikasi tipe-tipe tersebut dan tipe tambahan dapat terjadi pada spesies dari berbagai familia. Lebih dari satu tipe stomata terkadang terjadi bersama-sama pada organ yang sama (Kamaluddin, dkk., 2020).

Tipe stomata pada dikotil berdasarkan susunan sel epidermis yang berdekatan dengan sel tetangga ada lima, yaitu:

1) *Anomositik/Ranunculaceous* yaitu sel penutup dikelilingi oleh sejumlah sel tertentu yang tidak berbeda dengan epidermis yang lain dalam bentuk maupun ukurannya. Terdapat pada *Ranunculaceae, Capparidaceae, Cucurbitaceae*, dan lain-lain.

2) *Anisositik/Cruciferous* yaitu setiap sel penutup dikelilingi oleh 3 sel tetangga yang ukurannya tidak sama, terdapat pada *Crucifera, Solanaceae*.
3) *Parasitic/Rubiaceous* yaitu tiap sel penjaga bergabung dengan satu atau lebih sel tetangga, sumbu membujurnya sejajar dengan sumbu sel tetangga dan apetur, terdapat pada *Rubiaceae dan Magnoliaceae*.
4) *Diasitik/Cariophyllaceus* yaitu setiap sel penutup dikelilingi oleh dua sel tetangga dengan dinding sel yang membentuk sudut siku-siku terhadap sumbu membujur stoma, terdapat pada *Cariophyllaceae dan Acanthaceae*.
5) *Aktinositik* yaitu setiap sel penutup dikelilingi oleh sel tetangga yang menyebar dalam radius (Kamaluddin, dkk., 2020).

c. Adaptasi Stomata Terhadap Naungan

Proses stomata dalam menyerap karbon dioksida dan melepas oksigen ke udara dengan cara stomata mengambil CO_2 dari udara untuk dijadikan bahan fotosintesis, mengeluarkan O_2 sebagai hasil fotosintesis. Stoma (jamak: stomata) ibarat hidung manusia dimana stoma mengambil O_2 dari udara dan mengeluarkan CO_2. Stoma terletak di epidermis bawah. Selain stoma, tumbuhan tertentu juga bernapas melalui lentisel yang terletak pada batangnya (Haryanti, 2010).

Stomata berperan penting sebagai salah satu alat beradaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Cekaman suhu tinggi selain menyebabkan penurunan jumlah stomata yang akan berdampak pada penurunan densitas stomata, juga menyebabkan kerusakan pada stomata (Rosmani, dkk., 2019). Hasil penelitian Haworth, (2018) menunjukkan, bahwa penurunan laju fotosintesis dapat terjadi akibat pengurangan jumlah stomata pada tanaman dan densitas stomata. Sedikitnya intensitas cahaya matahari yang diterima oleh cabai merah

(*Capsicum annuum* L.), akan mempengaruhi perfoma dan proses-proses yang terjadi seperti fotosintesis maupun transpirasi (Haryanti, 2010).

Intensitas paparan sinar matahari dan naungan atau luasan yang menghalangi daun dari cahaya matahari juga memengaruhi densitas stomata terbuka atau tertutup (Humami, 2020). Hal tersebut menunjukkan permukaan daun yang terkena paparan sinar matahari lebih banyak akan memiliki densitas stomata yang lebih tinggi dibandingkan dengan permukaan daun yang ternaung (Sitohang, 2017).

Tanaman yang tumbuh di daerah naungan membuat adaptasi dengan membuat klorofil terbungkus, sehingga memberikan jarak yang lebar antar stomata. Ketika intensitas cahaya matahari yang diterima rendah, kondisi fisiologi tanaman akan beradaptasi dengan melakukan pendistribusian cahaya secara efisien dengan memendarkan dan menyalurkan energi cahaya pada persebaran stomata melalui permukaan sel (Martins, 2014). Menurut Wahyuningsih, dkk. (2006) bahwa daun tumbuhan yang t.erpapar dengan intensitas tinggi akan memiliki jumlah stomata yang lebih banyak dan berukuran lebih kecil dibandingkan dengan tumbuhan yang tumbuh di tempat naungan dan lembab.

Nilai densitas stomata dipengaruhi oleh besarnya ukuran stomata, semakin kecil ukuran stomata semakin besar nilai kerapatannya (Wahyuningsih, dkk., 2006). Tingkat densitas stomata juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti: ketersediaan air, intensitas cahaya, temperatur, dan konsentrasi CO_2 (Kimbal, 2006). Sebagaimana hasil penelitian Meriko dan Abizar (2017) bahwa peningkatan intensitas cahaya diikuti dengan peingkatan indeks stomata yang menunjukkan tingkat densitas pada stomata, sedangkan densitas stomata pada

tempat ternaung lebih rendah dibandingkan dengan daun yang tidak ternaung. Tanaman yang tumbuh di daerah naungan membuat adaptasi dengan membuat klorofil terbungkus, sehingga memberikan jarak yang lebar antar stomata untuk mengoptimalkan proses metabolismenya.

3. Fotosintesis

Tumbuhan berklorofil memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan makanannya melalui proses fotosintesis. Proses fotosintesis yang berlangsung oleh tumbuhan akan memengaruhi proses fisiologisnya, diantaranya pertumbuhan, repsoduksi, dan hasil produksi tumbuhan (Sitohang, 2017). Fotosintesis berlangsung karena adanya suatu pigmen tertentu dengan bahan CO_2 dan H_2O. cahaya matahari terdiri atas beberapa spektrum yang mempunyai panjang gelombang berbeda, sehingga pengaruh intensitas cahaya terhadap proses fotosintesis juga berbeda (Saraswati, 2017).

Daun akan menyerap energi dan cahaya matahari kemudian mengubahnya menjadi energi kimia dalam bentuk gula melalui proses fotosintesis. Hal tersebut dibutuhkan tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang, serta melakukan aktivitas kehidupan lainnya yang memerlukan energi. Bagian tumbuhan terkait fotosintesis yang mekanisme kerjanya dipengaruhi oleh cahaya matahari adalah stomata (Setiawati, 2019). Perbedaan intensitas cahaya yang diterima tumbuhan akan memengaruhi ketersediaan energi cahaya yang akan diubah menjadi energi kimia. Dalam kondisi kekurangan cahaya akan berakibat terganggunya metabolisme, sehingga menyebabkan penurunan laju fotosintesis dan sintesis karbohidrat. Dimana karbohidrat hasil fotosintesis tersebut akan digunakan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan (Sitohang, 2017).

4. Transpirasi

Transpirasi merupakan penguapan yang terjadi pada tumbuhan melalui permukaannya. Peristiwa ini biasanya berhubungan dengan kehilangan air melalui stomata, kutikula, atau lentisel (Juairiah, 2014). Intensitas dan kecepatan transpirasi pada daun, sangat dipengaruhi oleh distribusi stomata. Semakin banyak pori-pori yang terdapat pada permukaan daun, maka semakin cepat penguapan. Begitu pun dengan semakin rapatnya pori, maka akan menghambat penguapan karena pori yang saling menutupi (Haryanti, 2010).

Kegiatan transpirasi berpengaruh oleh banyak faktor, baik faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor internal yang berpengaruh terhadap transpirasi yaitu besar kecilnya daun, tebal tipisnya daun, berlapiskan lilin atau tidaknya permukaan daun, banyak sedikitnya bulu pada permukaan daun, banyak sedikitnya stomata, bentuk dan lokasi stomata. faktor eksternal seperti radiasi, temperatur atau suhu, kebebeasan udara, tekanan udara, angin, serta keadaan air di dalam tanah (Lakitan, 2013).

B. Kerangka Pikir

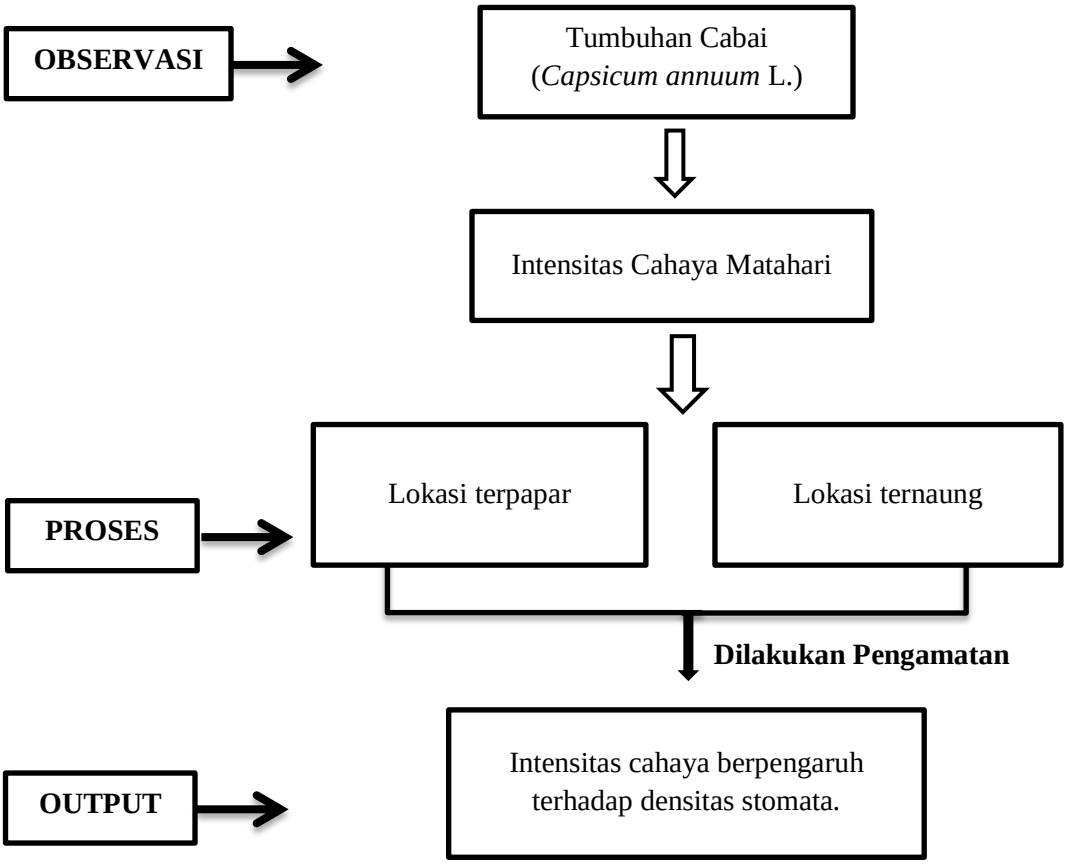
Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu komoditas rempah yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Pembudidayaan cabai merah relatif lebih mudah, namun tetap harus memperhatikan syarat-syarat tumbuh tanaman cabai merah tersebut.

Stomata erat kaitannya dengan aktivitas transpirasi dan fotosintesis, hal tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan yaitu intensitas cahaya matahari, kelembaban udara, dan suhu. Salah satu faktor yang

memengaruhi intensitas cahaya yang sampai pada daun adalah naungan. Perbedaan intensitas cahaya yang diterima tumbuhan akan memengaruhi ketersediaan energi cahaya yang akan diubah menjadi energi kimia untuk menghasilkan karbohidrat. Karbohidrat hasil fotosintesis akan digunakan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Naungan pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) secara alami maupun buatan mengakibatkan terjadinya penurunan intensitas cahaya yang diterima oleh tumbuhan. Sehingga dapat mempengaruhi kondisi stomata pada tumbuhan, terutama terkait densitas atau kerapatan stomata sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitasnya.

Densitas stomata pada penelitian ini menggunakan tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) di lokasi penanaman yang berbeda, yaitu pada tempat yang ternaung dan tempat yang terpapar. Sehingga penelitian ini dapat memberikan akses informasi kepada masyarakat terkait keadaan densitas stomata dalam daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) pada dua lokasi berbeda, yaitu tempat yang terpapar dan yang ternaung. Lokasi pengambilan sampel cabai merah (*Capsicum annuum* L.) yaitu Green House Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Parepare. Adapun bagan kerangka berpikir pada penelitian ini terdapat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Bagan Kerangka Pikir Penelitian

C. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. H_0 : $\tau_1 = \tau_2 = 0$. (tidak ada pengaruh intensitas cahaya terhadap densitas stomata).
2. H_1 : paling sedikit ada satu i dengan $\tau_1 \neq 0$. (ada pengaruh intensitas cahaya terhadap densitas stomata).

Keterangan:

H_0 : Intensitas cahaya tidak berpengaruh terhadap densitas stomata.

H_1 : Intensitas cahaya berpengaruh terhadap densitas stomata.

BAB III
METODE PENELITIAN

A. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yang berupa data analisis dari densitas stomata. Jenis penelitian yang digunakan yakni eksperimen yang terdiri dari satu faktor tunggal yaitu intensitas cahaya matahari, menggunakan dua perlakuan dan masing-masing tiga pengulangan.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penanaman dan pengambilan sampel penelitian ini berlokasi di Kebun Biologi dan Green House Pendidikan Biologi, dan pengamatan stomata dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Parepare. Dilaksanakan pada tanggal 17 Juli sampai 31 Agustus 2021.

C. Subjek Penelitian

Penelitian ini mengambil tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) sebagai subjek penelitian. Sampel penelitian menggunakan masing-masing satu helaian daun yang ketiga, dari tiga cabai merah (*Capsicum annuum* L.) pada usia 28 hari setelah penanaman.

D. Variabel Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini yakni cahaya matahari. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini, yakni densitas atau kerapatan stomata daun cabai (*Capsicum annuum* L.).

E. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini berupa pengamatan langsung untuk mengetahui kondisi lingkungan dan morfologi daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) berdasarkan lokasi berbeda yaitu yang terpapar dan ternaung dari cahaya matahari, dan menggunakan metode analitik untuk menghitung densitas stomata pada cabai merah (*Capsicum annuum* L.).

Penelitian ini menggunakan satu varietas cabai merah dengan dua perlakuan berbeda dan melakukan tiga kali pengamatan pada masing-masing perlakuan. Tabel pengambilan data pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Pengambilan Data Penelitian

Perlakuan	Hasil Pengamatan Densitas Stomata		
	Sampel	Jumlah Stomata	Rata-rata Densitas Stomata (sel/mm^2)
Ternaung	A_1	Sel	sel/mm^2
	A_2	Sel	
	A_3	Sel	
Terpapar	B_1	Sel	sel/mm^2
	B_2	Sel	
	B_3	Sel	

F. Instrumen Penelitian (Alat dan Bahan)

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Alat-alat yang Digunakan dalam Penelitian

Alat	Fungsi
Mikroskop	Untuk mengamati densitas stomata pada daun cabai.
Kamera	Untuk mendokumentasikan hasil penelitian.
Lux meter (aplikasi)	Untuk mengukut intensitas cahaya pada lokasi pengambilan sampel.
Termohygrometer	Untuk mengukur suhu dan kelembapan udara pada lokasi pengambilan sampel.
Kaca objek	Untuk menempatkan replika daun yang akan diamati di bawah mikroskop.
Kaca penutup	Untuk menutup objek yang akan diamati di bawah mikroskop.
Gunting	Untuk memotong sampel daun cabai yang akan diamati densitas stomatanya.

2. Bahan

Bahan penelitian yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

Bahan	Fungsi
Daun cabai (*Capsicum annuum* L.)	Sampel penelitian yang akan diamati
Selotip transparan	Untuk mengambil replika stomata dari sampel daun yang akan diamati.
Kuteks transparan	Untuk mengambil replika stomata dari pemukaan sampel daun yang akan diamati
Kertas label	Untuk menandai sampel yang telah diamati.

G. Data dan Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari sumber data primer dan sekunder, yaitu sebagai berikut:

1. Sumber data primer

Sumber data primer diambil dari hasil penelitian setelah dilakukan pengambilan data kondisi lingkungan dengan parameter berupa intensitas cahaya matahari, suhu, dan kelembaban. Hasil pengamatan kondisi stomata dan

menganalisis perbandingan densitas stomata daun cabai merah (*Capsicum annuum L.)*, berdasarkan lokasi yang berbeda yakni lokasi yang terpapar dan lokasi yang ternaung dari cahaya matahari.

2. Sumber Data Sekunder

Sumber data sekunder diambil dengan mengkaji dari berbagai literatur berupa jurnal, buku-buku, dan skripsi yang berkaitan dengan hasil penelitian.

H. Prosedur Penelitian

1. Persiapan Penelitian

a. Persiapan penanaman

Persiapan penanaman dimulai dengan menyiapkan benih yang diseleksi terlebih dahulu dengan dilakukan perendaman selama 3 jam, kemudian disemaikan. Benih yang tumbuh 3-4 helaian daun kemudian dipindahkan ke lokasi yang terpapar dan lokasi yang tenaung, hingga pada usia 28 hari setelah tanam.

b. Persiapan Pengamatan

Penelitian ini menyiapkan alat dan dan bahan berupa mikroskop, kamera, *lux meter* (aplikasi), termohygrometer, kaca penutup, kaca objek, selotip transparan, gunting, kertas label, kuteks transparan, dan sampel daun dari tanaman cabai.

2. Tahap Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dengan cara pengamatan kerapatan stomata daun cabai (*Capsiicum annuum* L.) dengan metode replika/cetakan, yaitu

menggunakan selotip transparan dan kuteks transparan. Setelah itu, diletakkan pada kaca objek kemudian diamati di bawah mikroskop.

Pembuatan preparat untuk pengamatan densitas stomata daun dilakukan dengan metode cetakan atau replika. Dimana pembuatan replika stomata pada daun cabai sebagai berikut:

a. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian.
b. Mengambil sampel helaian daun dan membersihkannya dari kotoran.
c. Mengoleskan kuteks transparan pada permukaan bagian tengah daun dan membiarkannya hingga kering.
d. Menempelkan selotip transparan pada permukaan daun yang telah diolesi kuteks transparan, dengan memijat perlahan permukaan daun menggunakan jari tangan, agar kuteks menempel dengan baik.
e. Mengelupas selotip secara perlahan dan menempelkannya pada kaca objek.
f. Memberikan kertas label pada sudut kaca objek dan memberikan keterangan.
g. Melakukan pengamatan densitas stomata sampai objek dapat teramati dengan jelas.
h. Melakukan pengamatan serupa setiap sampel dari kedua lokasi yang berbeda pukul 11.00 WITA pada tiga perulangan, agar hasil pengamatan lebih akurat. *(Sumber: Humami, 2020).*

3. Tahap Akhir

Tahap akhir pada penelitian ini yakni melakukan analisis data berdasarkan hasil pengamatan stomata. Stomata dalam bidang pandang dari mikroskop akan dihitung tiap selnya. Kemudian dimasukkan ke dalam rumus perhitungan densitas stomata. Data hasil pengamatan densitas stomata yang diperoleh dibuat dalam

bentuk grafik dan dibahas dalam bentuk deskriptif. Hasil penelitian ini akan ditarik sebuah kesimpulan dan dipublikasikan.

I. Teknik Analisis Data

Penelitian mengenai densitas stomata pada helaian daun cabai (*Capsicum annuum* L.), maka teknik analisis data yang dilakukan menggunakan analisis data deskripsi dan deskripsi kuantitatif yakni: menyajikan hasil analisis berdasarkan fakta yang ditampilkan dengan gambar (foto) dan uraian deskriptif, sehingga hasil penelitian dapat dikembalikan langsung pada data yang diperoleh.

Setelah mendapatkan hasil data deskriptif berupa gambar, selanjutnya menganalisis presentase densitas stomata dengan menggunakan rumus. Rumus pengukuran densitas stomata (Lestari, 2006):

$$\text{Densitas stomata} = \frac{\text{jumlah stomata}}{\text{luas bidang pandang}}$$

Pengukuran densitas stomata menggunakan perbesaran 400x dengan luas bidang pandang dari mikroskop diukur dengan rumus:

$$\text{Luas bidang pandang} = \tfrac{1}{4}\,\pi\, d^2$$

$$= \tfrac{1}{4} \times 3.14 \times (0.5\ \text{mm})^2$$

$$= 0.19625\ \text{mm}^2$$

Keterangan:

d : diameter bidang pandang pada mikroskop (0.5 mm)

π : nilai konstanta (3.14)

Hasil yang didapatkan dari perhitungan densitas stomata dari lokasi ternaung dan lokasi terpapar, dan menentukan kategori tingkat densitas stomata. Adapun kategori tingkat densitas stomata, dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Kategori Tingkat Densitas Stomata

Densitas Stomata	Kategori Tingkat Densitas Stomata
< 300 sel/mm^2	Rendah
300 – 500 sel/mm^2	Sedang
> 500 sel/mm^2	Tinggi

(Sumber: Setiawati, 2017)

Setelah didapatkan data hasil penelitian, kemudian data densitas stomata dianalisis menggunakan Uji-t untuk menguji Hipotesis dengan taraf signifikasi 5% (0.05) atau tingkat kepercayaan 95%. Hasil analisis kemudian digunakan dalam menyimpulkan hasil penelitian. Kriteria uji Hipotesis yaitu sebagai berikut:

1. H_0 : $\tau_1 = \tau_2 = 0$. (tidak ada pengaruh intensitas cahaya terhadap densitas stomata).
2. H_1 : paling sedikit ada satu i dengan $\tau_1 \neq 0$. (ada pengaruh intensitas cahaya terhadap densitas stomata).

BAB IV
HASIL PENELITIAN

A. Kondisi Lingkungan

Hasil pengamatan kondisi lingkungan tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) pada dua lokasi yang berbeda, ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Kondisi Lingkungan

Perlakuan	Parameter Kondisi Lingkungan		
	Suhu (^{0}C)	Kelembapan (%)	Intensitas Cahaya (lux)
Ternaung	28.4^0 C	69%	32.834 lux
	28.4^0 C	69%	32.834 lux
	28.4^0 C	69%	32.834 lux
Terpapar	30^0 C	67%	65.536 lux
	30^0 C	67%	65.536 lux
	30^0 C	67%	65.536 lux

Data parameter kondisi lingkungan berdasarkan lokasi tanam yang berbeda pada cabai merah, menunjukkan kondisi lingkungan yang tidak memiliki signifikasi yang tinggi. Pengambilan sampel dilakukan pada pukul 11.00 WITA, dengan lokasi tanam tenaung berada di dalam Green House Pendidikan Biologi yang hanya mendapatkan sedikit intensitas cahaya matahari, adapun lokasi terpapar cahaya matahari yakni sekitar Green House Pendidikan Biologi.

Hasil pengamatan menunjukkan kondisi lingkungan yang terpapar cahaya matahari memiliki suhu rata-rata 30^0C dengan kelembapan 67%. Hasil pengamatan intensitas cahaya yang diukur dengan Lux Meter, yaitu 65.536 Lux. Pada kondisi lingkungan yang ternaung memiliki keadaan suhu rata-rata 28.4^0C dengan kelembapan 69%. Intensitas cahaya yang didapatkan dari hasil pengukuran yaitu 32.834 Lux. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima tanaman cabai, maka akan mempengaruhi peningkatan suhu dan menurunkan kelembapan.

B. Hasil Pengamatan dan Analisis Stomata

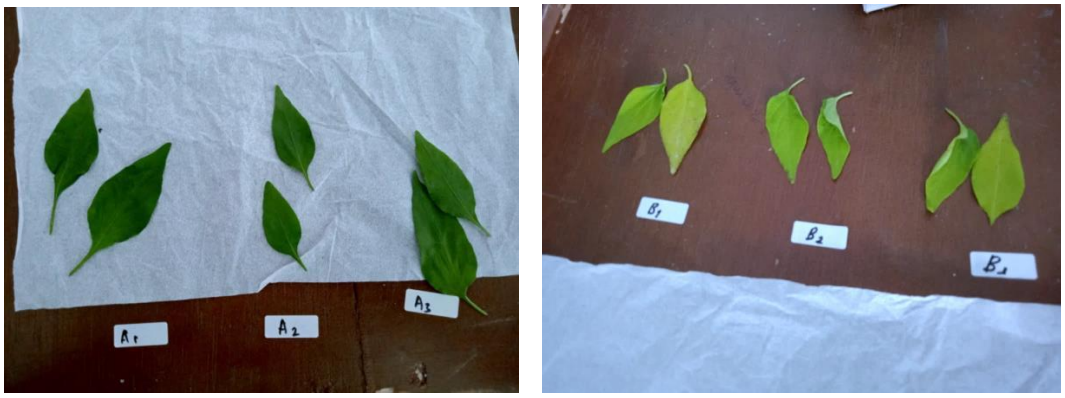
Hasil yang diperoleh dari pengamatan tanaman cabai merah di lokasi ternaung dan terpapar cahaya matahari, memiliki perbedaan jelas secara morfologi. Dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L). (a) Cabai Merah di Lokasi Ternaung, (b) Cabai Merah di Lokasi Terpapar.

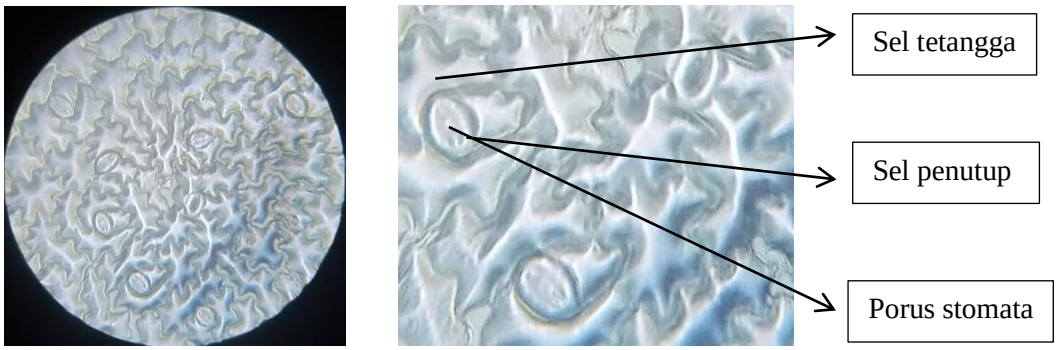
Hasil pengamatan pada helaian daun cabai merah di lokasi ternaung dan lokasi terpapar, juga memiliki perbedaan dari ukuran daun dan tekstur daunnya. Ukuran daun cabai merah yang ternaung rata-rata memiliki lebar daun 1.5 cm dan rata-rata panjang daun 2.8 cm, adapun ukuran daun cabai merah di lokasi

terpapar memiliki rata-rata lebar daun 1.7 cm dan panjangnya 2.2 cm. Helaian daun cabai merah di lokasi ternaung dan terpapar dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Helaian Daun Cabai Merah (*Capsicum annuum* L). (a) Helaian Daun Cabai Merah di Lokasi Ternaung, (b) Helaian daun Cabai Merah di Lokasi Terpapar.

Hasil pengamatan stomata daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) junga memperhatikan pada bentuk dan bagian-bagian stomata. Berdasarkan bentuk stomata yang ditemukan pada pengamatan, maka stomata pada cabai merah (*Capsicum annuum* L.) termasuk ke dalam tipe *Anisositik*. Stomata pada cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Pengamatan Stomata pada Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). (a) Pengamatan Tipe Stomata, (b) Pengamatan Morfologi Stomata

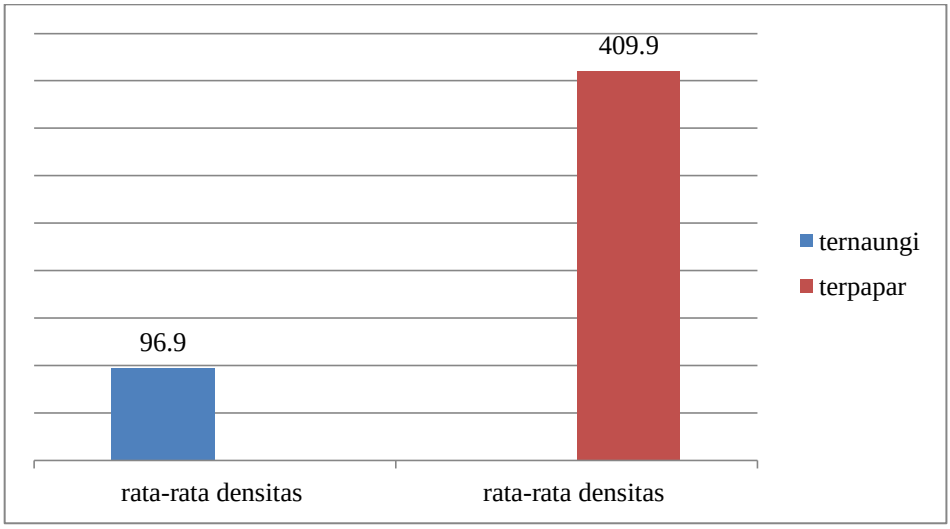
Hasil pengamatan densitas stomata yang diperoleh dari perhitungan jumlah stomata dan luas permukaan bidang pandang mikroskop, kemudian dianalisis untuk masing-masing sampel. Hasil pengamatan densitas stomata dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengamatan Densitas Stomata

Perlakuan	Hasil Pengamatan Densitas Stomata		
	Sampel	Jumlah Stomata	Densitas Stomata (sel/mm^2)
Ternaung	A_1	19	96.9
	A_2	14	71.4
	A_3	24	122.4
Terpapar	B_1	88	448.9
	B_2	82	418.3
	B_3	71	362.5

Hasil pengamatan menunjukkan stomata pada dua lokasi yang berbeda yakni ternaung dan terpapar cahaya matahari. Pada sampel A1, A2, dan A3 merupakan kondisi daun yang ternaung. Sampel A1 terdapat jumlah stomata 19 dengan densitas stomata 96.9 sel/mm^2, sampel A2 terdapat jumlah stomata 14 dengan densitas stomata 71.4 sel/mm^2, sampel A3 memiliki 24 jumlah stomata dengan kerpatan 122.4 sel/mm^2. Pada sampel B1, B2, dan B3 merupakan kondisi daun yang terpapar cahaya matahari. Sampel B1 terdapat jumlah stomata 88 dengan kerapatan 448.9 sel/mm^2, sampel B2 memiliki jumlah stomata 82 dengan kerapatan 418.3 sel/mm^2, dan sampel B3 terdapat 71 jumlah stomata dengan kerapatan 362.5 sel/mm^2.

Diagram perbandingan rata-rata hasil pengukuran densitas stomata daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.4. Diagram Perbandingan Densitas Stomata

Diagram tersebut menunjukkan, bahwa rata-rata densitas stomata yang berada di lokasi yang ternaung yakni 96.9 sel/mm^2, sedangkan rata-rata densitas stomata yang berada di lokasi terpapar cahaya matahari yaitu 409.9 sel/mm^2. Hasil analisis densitas stomata pada lokasi ternaung termasuk kategori densitas stomata yang rendah. Sedangkan pada lokasi terpapar, analisis densitas stomata termasuk sedang sebagaimana kategori tingkat densitas stomata (Tabel 3.4.).

Selanjutnya dilakukan Analisis Uji-t untuk menguji hipotesis, dengan kriteria uji Hipotesis yaitu sebagai berikut:

1. $H_0 : \tau_1 = \tau_2 = 0$. (tidak ada pengaruh intensitas cahaya terhadap densitas stomata).
2. H_1 : paling sedikit ada satu i dengan $\tau_1 \neq 0$. (ada pengaruh intensitas cahaya terhadap densitas stomata).

Hasil uji hipotesis dapat dilihat pada Tabel 4.3. yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.3. Pengujian Hipotesis Penelitian

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	Terpapar - Ternaung	313,00000	63,18473	36,47972	156,04043	469,95957	8,580	2	1,03

H_0 : Intensitas cahaya tidak berpengaruh terhadap densitas stomata.

H_1 : Intensitas cahaya berpengaruh terhadap densitas stomata

Berdasarkan uji-t berpasangan (*Paired sample test*) dengan SPSS yang ditunjukkan pada Tabel 4.3. diperoleh nilai $\text{Sig} \neq 0$ (1,03), maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Oleh karena itu disimpulkan bahwa Intensitas cahaya berpengaruh terhadap densitas stomata.

BAB V
PEMBAHASAN

A. Kondisi Stomata Daun Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Pengambilan sampel stomata pada daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dilakukan pada pukul 11.00 WITA, dan langsung dilakukan pengamatan stomata dengan metode replika. Sehingga memungkinkan tidak adanya kerusakan stomata yang terjadi pada sampel daun yang akan diamati. Pengamatan stomata daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dilakukan untuk mengetahui bagian-bagian stomata dan karakteristik tipe stomata (Gambar 4.3.). Perbedaan intensitas cahaya yang diterima juga mempengaruhi suhu dan kelembaban. Intensitas cahaya matahari yang diterima di daerah ternaung lebih rendah sehingga memiliki suhu yang lebih rendah dan kelembapan yang tinggi. Sedangkan di daerah terpapar cahaya matahari memiliki suhu yang tinggi dengan kelembapan yang rendah.

Berdasarkan bentuk stomata yang ditemukan pada pengamatan, maka stomata pada cabai merah (*Capsicum annuum* L.) termasuk ke dalam tipe *Anisositik*. Sebagaimana ditemukan yaitu memiliki sel tetangga yang berukuran tidak sama. Tipe *Anisositik* atau *Cruciferous* yaitu setiap sel penutup dikelilingi oleh 3 sel tetangga yang ukurannya tidak sama, terdapat pada *Crucifera dan Solanaceae* (Kamaluddin, dkk., 2020).

Struktur dan distribusi stomata pada setiap tumbuhan berbeda-beda. Begitupun dengan distribusi stomata yang terdapat pada daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) di lokasi ternaung dan terpapar cahaya matahari, memiliki

pola distribusi yang sama, yaitu menyesuaikan dengan morfologi daunnya yang menyirip, sehingga pola distribusinya juga tersebar.

B. Densitas Stomata Pada Daun Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Tingkat densitas stomata dipengaruhi oleh faktor lingkungan berupa intensitas cahaya matahari, ketersediaan air, temperatur dan kelembapan. Peningkatan intensitas cahaya sebanding dengan peningkatan suhu lingkungan, yakni pada lokasi tanam cabai merah (*Capsicum annuum* L.) yang terpapar cahaya matahari penuh memiliki suhu yang tinggi dengan kelembapan yang rendah. Sebaliknya pada lokasi tanam yang ternaung, akan menerima sedikit intensitas cahaya sehingga memiliki suhu yang rendah dengan tingkat kelembapan yang tinggi (Meriko, 2017).

Hasil analisis densitas stomata didapatkan, bahwa intensitas cahaya berpengaruh terhadap densitas stomata. Intensitas cahaya yang tinggi berpengaruh meningkatkan densitas stomata. Sedangkan kondisi dengan intensitas cahaya yang rendah menunjukkan densitas stomata yang rendah.

1. Lokasi Ternaung

Pengamatan kondisi lingkungan yang ternaung tetap menerima paparan cahaya matahari pagi yakni pada pukul 07.00 hingga pukul 09.00 WITA. Pengambilan sampel dilakukan pada pukul 11.00 WITA, dengan intensitas cahaya matahari yang diterima sebesar 32.834 Lux. Lokasi tanam cabai merah (*Capsicum annuum* L.) di bawah naungan menunjukkan jumlah stomata dalam bidang pandang mikroskop yaitu 19,14, dan maksimal 24 sel stomata. Hal ini merupakan respon stomata terhadap lingkungannya, karena adanya naungan yang

mengakibatkan rendahnya intensitas cahaya matahari yang diperoleh, sehingga jumlah stomata sedikit.

Lokasi tanam tersebut memberikan pengaruh terhadap kondisi stomata, yaitu rata-rata densitas stomata yang didapatkan 96.9 (sel/mm^2). Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) yang ditanam pada lokasi yang ternaung akan mendapatkan intensitas cahaya yang lebih sedikit, sehingga densitas stomata yang ditemukan termasuk kategori rendah sesuai (Tabel 3.4.) menunjukkan kategori densitas stomata. Hal ini dikarenakan adanya adaptasi fisiologi pada tanaman di bawah naungan, menyebabkan distribusi stomata pada permukaan daun memencar agar cahaya matahari yang diterima tersebut dapat terdistribusi secara efisien untuk keberlangsungan hidupnya. Sebagaimana dijelaskan pada penelitian Martins (2014), tanaman yang tumbuh di daerah naungan membuat adaptasi dengan membuat klorofil terbungkus, sehingga memberikan jarak yang lebar antar stomata untuk mengoptimalkan proses metabolismenya.

Sedikitnya intensitas cahaya matahari yang diterima oleh cabai merah (*Capsicum annuum* L.), akan mempengaruhi perfoma dan proses-proses yang terjadi seperti fotosintesis maupun transpirasi (Haryanti, 2010). Hasil pengamatan pada morfologi cabai merah menunjukkan kondisi daun yang rata-rata lebih lebar yaitu 1.5 cm dan panjang daun 2.8 cm (Gambar 4.2.) dibandingkan daun cabai di lokasi terpapar. Hal tersebut dikarenakan adaptasi daun cabai merah terhadap intensitas cahaya yang diterima dengan meningkatkan luas permukaan daun agar menghindari defisit cahaya sehingga dapat menerima cahaya secara optimal untuk proses fotosintesis. Sejalan dengan penjelasan Yustiningsih (2019), terkait adanya perubahan struktur morfologi daun merupakan salah satu mekanisme adaptasi

yang dilakukan tumbuhan terhadap intensitas cahaya yang berbeda. Hal tersebut dilakukan agar tumbuhan mampu melakukan penyerapan cahaya optimal dan melakukan fotosintesis secara efisien dengan cara meningkatkan luas permukaan daun.

Daun tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) yang ditanam dilokasi ternaungi lebih tipis dan lebih hijau (Tabel 4.2.) dibandingkan di lokasi terpapar. Hal ini karena intensitas cahaya yang diterima lebih rendah, mengakibatkan jaringan mesofil pada daun berkurang agar dapat mengoptimalkan transmisi cahaya pada daun. Sejalan dengan hasil penelitian Ardie (2007) bahwa kondisi intensitas cahaya rendah membuat tanaman beradaptasi dengan mengurangi pembentukan jumlah sel mesofil yang berakibat pada menurunnya ketebalan daun. Sedangkan warna daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) pada lokasi ternaung lebih hijau, disebabkan karena intensitas cahaya matahari yang rendah mempengaruhi meningkatnya klorofil pada daun. Sebagaimana menurut Yustiningsih (2019), kandungan klorofil yang tinggi juga akan meningkatkan optimalisasi proses fotosintesis jika tanaman mampu beradaptasi pada kondisi naungan.

2. Lokasi Terpapar

Lokasi terpapar cahaya matahari yakni memiliki kondisi lingkungan yang menerima cahaya matahari penuh dari pukul 08.00 sampai pukul 17.00 WITA tanpa adanya pengahalang atau naungan. Pada saat pengambilan sampel yang dilakukan pada pukul 11.00 WITA, memiliki intensitas cahaya 65.536 Lux. Lokasi tanam tersebut memberikan pengaruh terhadap kondisi stomata, yakni memiliki jumlah stomata yang cukup tinggi dalam bidang pandang mikroskop

yaitu 71, 82, dan maksimal 88 sel stomata. Hal ini karena permukaan daun cabai merah yang terkena paparan sinar matahari yang lebih intens secara signifikan akan meningkatkan jumlah stomata, akibat peningkatan laju difusi CO_2. Sebagaimana dijelaskan Humami (2010) tingginya paparan cahaya matahari memicu daun untuk meningkatkan jumlah stomata, sehingga asimilasi terhadap difusi CO_2 mempengaruhi ukuran pencahayaan yang masuk pada stomata.

Hasil analisis dari jumlah stomata dengan luas bidang pandang pada mikroskop didapatkan bahwa cabai merah yang ditanam di lokasi terpapar memiliki rata-rata densitas stomata 409.9 (sel/mm^2). Tingginya tingkat densitas stomata yang ditemukan pada daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) yang ditanam di lokasi terpapar, termasuk dalam kategori densitas sedang sesuai pada (Tabel 3.4.) kategori tingkat densitas stomata. Hasil tersebut menunjukkan tingginya intensitas cahaya matahari yang diterima membuat daun beradaptasi dengan meningkatkan jumlah stomata yang sejalan dengan bertambahnya tingkat densitas stomata. Sebagaimana hasil penelitian Yustiningsih (2019), bahwa tumbuhan yang mampu beradaptasi dengan lingkungan akan menghasilkan struktur, morfologi, dan fisiologi yang sesuai lingkungan tempat tumbuhnya. Hal ini memungkinkan tumbuhan melakukan spesifikasi khusus untuk menghadapi perbedaan lingkungan, termasuk intensitas cahaya matahari yang diterima.

Perbedaan kondisi densitas stomata yang ternaung dan terpapar dari cahaya matahari, berpengaruh terhadap proses transpirasi pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). Tingkat densitas stomata yang tinggi menunjukkan semakin banyak pori-pori yang terdapat pada permukaan daun, maka semakin

cepat penguapan. Begitu pun dengan semakin rapatnya pori, maka akan menghambat penguapan karena pori yang saling menutupi (Haryanti, 2010).

Daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) yang ditanam di lokasi terpapar cahaya matahari, memiliki morfologi daun lebih tebal, luas permukaan yang kecil, serta warna kekuningan. Tingginya intensitas cahaya yang diterima membuat daun menebal karena meningkatkan jumlah sel mesofil, serta luas permukaan daun yang kecil dikarenakan daun telah menerima intensitas cahaya yang maksimal membuat daun tidak lagi memperulas permukaannya untuk mengefisienkan penerimaan cahaya matahari. Sebagaimana dijelaskan oleh Khoiroh (2014), pada tanaman yang menerima intensitas cahaya tinggi menghasilkan daun yang lebih kecil, lebih tebal, lebih kompak dengan lapisan kutikula dan dinding sel lebih tebal, ruang antar sel lebih kecil, serta tekstur daun keras.

Warna kekuningan terjadi pada daun cabai merah (Capsicum annuum L.) karena kemungkinan pengaruh akibat adanya gluma-gulma sekitar lokasi tanam terpapar cahaya matahari. Sebagaimana dijelaskan Zulkarnain (2013) bahwa pertumbuhan cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat terganggu akibat kurangnya hidronasi dan aerasi sepanjang masa awal pertumbuhannya, serta adanya gangguan dari serangan hama penyakit dan gulma-gulma sekitar. Adapun kondisi tanah optimal untuk penanaman Cabai merah asalkan tanah tersebut memiliki kondisi drainase dan aerasi yang baik, serta air yang tersedia dan jumlah yang cukup selama masa pertumbuhan tanaman (Zulkarnain, 2013).

C. Kendala/Keterbatasan Penelitian

Kendala yang dihadapi peneliti selama melakukan penelitian, sebagai berikut:

1. Kurangnya kontrol terhadap kondisi lingkungan setelah penanaman, sehingga sekitar lokasi terpapar cahaya matahari ditumbuhi gulma yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.
2. Peneliti hanya mengamati kondisi stomata pada masa pertumbuhan, sehingga pengaruh perbedaan densitas stomata terhadap kualitas buah tidak diamati.

BAB VI
PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka didapatkan bahwa lokasi tanam pada cabai merah (*Capsicum annuum* L.) di tempat yang ternaung dan terpapar cahaya matahari, berpengaruh nyata terhadap perbedaan densitas stomata. Perbedaan densitas stomata daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) yang ditanam pada lokasi terpapar cahaya matahari penuh, memiliki densitas stomata lebih tinggi. Sedangkan densitas stomata daun cabai merah (*Capsicum annuum* L.) yang ditanam pada lokasi ternaung, memiliki densitas stomata yang lebih rendah.

B. Saran

Saran dari penelitian ini, yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih dalam terkait pengaruh kondisi stomata terhadap kualitas buah dan anakan pada cabai merah (*Capsicum annuum* L.).
2. Pembuatan sampel dalam penelitian sebaiknya dilebihkan untuk menghindari kemungkinan adanya kerusakan pada sampel penelitian jika dalam jumlah yang sesuai.

DAFTAR RUJUKAN

Adisyahputra, Sudarsono, Kukuh, S. (2011). Pewarisan Sifat Densitas Stomata dan Laju Kehilangan Air Daun (*rate leaf water loss RWL*) pada Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.). *Jurnal* Natur Indonesia. 14 (1): 74-89. Online: https://www.researchgate.net/publication/337694704.

Agus, A. (2013). *Budidaya Cabai Merah Secara Vertikulur Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Agustina, S., Pudji, W., Hexa, A.H. (2014). Analisis Fenetik Kultivar Cabai Besar (*Capsicum annuum* L.) dan Cabai Kecil (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Biologica.* 1 (1): 117-125. Online: https://journal.unsoed.ac.id.

Anu, O., Henny, L. R., Johanis, J. P. (2017). Struktur Sel Epidermis dan Stomata Daun Beberapa Tumbuhan Suku Euphorbiaceae. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*. 6 (1): 69-73. Online: https://ejournal.unsrat.ac.id.

Campbell, N.A., Reece, dan Mitchell, L.G. (2003). *BIOLOGI.* Jakarta: Penerbit Erlangga.

Dwipayani, L. N. K., Ida, A. A., Oka, N., (2012). Perubahan Anatomi Stomata Daun Lili Trumpet (*Lilium longiflorum*) Setelah Pemaparan Sinar X. *Jurnal Metamorfosa*. 1 (1): 1-5. Online: https://ojs.nud.ac.id/index.php.

Fitriani, L., Toekidjo, dan Setyastuti, P. (2013). Keanekaragaman Lima Kultivar Cabai (*Capsicum annuum* L.) di Dataran Medium. *Jurnal Vegetalika*. 2 (2): 50-63. Online: https://jurnal.ugm.ac.id/jbp/article/view/2415.

Haryanti, S., dan Meirina, T. (2009). Optimalisasi Pembukaan Porus Stomata Daun Kedelai (*Glycine max* (L) merril) pada Pagi Hari dan Sore. *Jurnal Bioma*. 1 (1). ISSN: 1410-8801. Online: https://ejournal.undip.ac.id/index.php/bioma/article/view/3357.

Haryanti, S. (2010). Jumlah dan Distribusi Stomata pada Daun Beberapa Spesies Tanaman Dikotil dan Monokotil. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 18 (1): 41-48.

Humami, D. W., Puput, A. W. S., Iska, D. (2020). Densitas dan Morfologi Stomata Daun *Pterocarpus indicus* di Jalan Arif Rahman dan Kampus ITS, Surabaya. *Journal of Science and Technology*. 13 (3): 240-245.

Juairiah, L. (2014). Studi Karakteristik Stomata Beberapa Jenis Tanaman Revegetasi di Lahan Pascapenambangan Timah di Bangka. *UPT Balai Konservasi Tumbuhan*. 17 (2): 213-218.

Kamaluddin, Gede, A. W., Muhammad, R. (2020). Karateristik Stomata pada Berbagai Jenis Daun Pohon di Sekitar Kampus Universitas Timor. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*. 2 (1): 29-31. Online: https://e-journal.upr.ac.id/index.php.

Lakitan, B. (2013). *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Rajawali Press.

Martins, S.C.V., Jeroni, G., Paulo, C.C., Lucas, F.P., Marilia, C.V., Fabio, M.D. (2014). Undertsanding the Low Photosynthetic Rates of Sun and Shade Coffee Leaves: Bridging the Gap on the Relative Roles of Hydraulic, Diffusive and Biochemical Constraints to Photosinthesis. *Journal Plos One*. 9 (4): 1-10.

Meriko, L. dan Abizar. (2017). Struktur Stomata Daun Beberapa Tumbuhan Kantong Semar (*Nepenthes* spp.). *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati*. 16 (13): 325-330.

Nurfalach, D.R. (2010). Budidaya Tanaman Cabai Merah *(Capsicum annuum* L.) di UPTD Pembibitan Tanaman Hortikultura Desa Pakopen Kecamatan Bandungan, Semarang. *Tugas Akhir Program Diploma III Agribisnis*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Putriani, A., Hari, P., Reine, S.W. (2019). Karakteristik Stomata pada Pohon di Ruang Terbuka Hijau Universtitas Tanjungpura Kota Pontianak. *Jurnal Hutan Lestari*. 7 (2): 746-751.

Rosmania, Randi, Z., Penti, S., Mokhamad, I., Zulfahmi. (2019). Penurunan Kandungan Klorofil dan Kerusakan Stomata Akibat Cekaman Suhu Tinggi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) pada Fase Juvenil. *Prosiding SEMIRATA BKS-PTN Wilayah Barat, Bidang Ilmu Pertanian, Oleh Fakultas Pertanian Universitas Jambi, 29 Agustus 2019*. Jambi: Universitas Jambi.

Tonny, K. M., Laksminiwati, P. (2011). *Budidaya Cabai Merah di Bawah Naungan untuk Menekan Serangan Hama dan Penyakit*. Lembang: Yayasan Bina Tani Sejahtera.

Saraswati, S. A. (2017). Pebedaan Kerapatan Stomata Daun Tumbuhan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril.) pada Tempat Terang dan Tempat Teduh. *Skripsi*. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan.

Setiawati, T. dan Inneke, F. S. (2019). Karakteristik Stomata Berdasarkan Estimasi Waktu dan Perbedaan Intensitas Cahaya pada Daun *Hibiscus tiliaceus* Linn. di Pangandaran, Jawa Barat. *Jurnal Pro-Life*. 6 (2): 2579-7557. Online: http://ejournal.uki.ac.id/index.php.

Shaheen, N., Shahlla, I., Safia, A., Rafi, A. S., Iqbal, A., Zafar, A. M. (2018). Comparative Pharmacognostic Evaluation and Standardization of *Capsicum annuum* L. (Red Chili). *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 9 (7): 2807-2817. Online:

https://ijpsr.com/bft-article/comparative-pharmacognostic-evaluation-and-standardization-of-capsicum-annuum-l-red-chili.

Sitohang, L. (2017). Analisis Densitas Stomata Tanaman Antanan (*Centella asiatica* L.) dengan Perbedaan Intensitas Cahaya. *Jurnal Pro-life* 4 (2): 329-338. Online: https://ejournal.uki.ac.id/index.php/article/view/389.

Suharso. (2017). Kajian Pemberian Pupuk Gandapan Subima dan Pupuk Mikro Java Green Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agroradix*. 1 (1): 33-40.

Sumarni, N., Agus, M. (2005). *Budidaya Tanaman Cabai Merah.* Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.

Sulistiana, S., Ludivica, E. S. (2016). Akumulasi Timbal (Pb) dan Struktur Stomata Daun Puring (*Codiaeum variegatum* Lam. Blume). *Jurnal Agrosains dan Teknologi*. 1 (2): 10-20. Online: https://jurnal.umj.ac.id/index.php/ftan/article/view/1481.

Wahyuningsih, Elimasni, R. Sinaga. (2006). *Inovasi Pembelajaran melalui E Learning Untuk Meningkatkan Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Fisiologi Tumbuhan*. Buku Hibah Kompetensi Konten Mata Kuliah. Sumatera Utara: FMIPA Universitas Sumatera Utara.

Wati, D. S. (2018). Pertumbuhan vegetatif tanaman cabai merah (*Capsicum anuum* L.) Secara Hidroponik dengan Nutrisi Pupuk Organik Cair dari Kotoran Kambing. *Skripsi*. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Xiang, L., Wang, R.G., Mao, G., Koczan, J.M. (2006). Identification of Drought Tolerance Determinant by Genetic Analysis of Root Response to Drought Stress and Abscisic Acid. *Journal of Plant Physiol.* 1 (142): 1065-1074. Online: https://academic.oup.com/plphys/article/142/3.

Yeni, T., Muliyani, H. R. A. (2012). Pengaruh Induksi Giberelin Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi.* 5 (1): 2-9.

Yustiningsih, M. (2019). Intensitas Cahaya dan Efisiensi Fotosintesis pada Tanaman Naungan dan Tanaman Terpapar Cahaya Langsung. *Jurnal BIOEDU*. 4 (2): 43-48.

Zulkarnain, H. (2013). *Budidaya Sayuran Tropis.* Jakarta: PT. Bumi Aksara.