

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

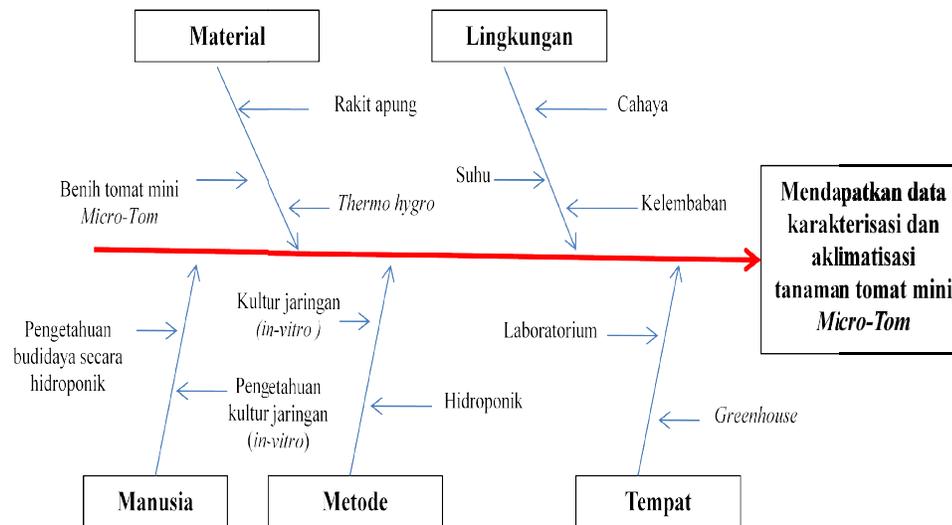
Tomat (*Solanum lycopersicum*) adalah tanaman yang diklasifikasikan dalam famili *Solanaceae*. Tanaman ini pula merupakan salah satu bahan makanan yang dianggap sebagai sumber terbaik dalam mendapatkan antioksidan serta vitamin (Dawid, 2016), maka tidak mengherankan bila tomat menjadi salah satu dari tanaman yang paling banyak dibudidayakan di dunia (Lesaca, 2019; dalam Luna *et al.*, 2019). Bila dianalogikan, antara tomat dengan beras memiliki perbandingan jumlah budidaya skala global sebesar 2:4 (FAO, 2019). Selain memiliki manfaat berupa gizi yang tinggi, tomat pula terpilih sebagai model pembelajaran mengenai perkembangan buah (Giovannoni, 2004; dalam Aoki *et al.*, 2013), dan juga bermacam-macam ilmu lainnya seperti psikologi sel, biokimia, molekuler, serta genetik (Schwarz *et al.*, 2014).

Perakitan tanaman unik, stabil, dan seragam merupakan salah satu tujuan dari penerapan ilmu pemuliaan tanaman. Hasil dari pemuliaan tanaman tersebut adalah tomat mini *Micro-Tom*. Tomat mini *Micro-Tom* adalah tomat yang susunan genetiknya telah diubah sedemikian rupa menjadi tomat berukuran mini (*drawf tomato*) dengan pemuliaan berbasis biologi molekuler. Tomat mini *Micro-Tom* merupakan tanaman yang digemari peneliti karena memiliki siklus hidup singkat dan berukuran kecil (Wahyudi *et al.*, 2020), selain itu tomat mini *Micro-Tom* dapat tumbuh dibawah lampu *fluorescent* dengan densitas tinggi (Ariizumi *et al.*, 2011) sehingga menjadi tanaman yang praktis dan cocok untuk mewakili penelitian tentang tanaman tomat atau tanaman famili *Solanaceae* lainnya. Apabila dibandingkan dengan tanaman tomat biasa yang memiliki ukuran besar, memakan tempat untuk tumbuh, dan terkadang siklus hidupnya panjang, tanaman tomat biasa menjadi tanaman yang *not so easy to handle*. Alasan tersebut yang membuat tomat mini *Micro-Tom* sekarang dideskripsikan sebagai *laboratory tomato* (Campos *et al.*, 2010). Dengan ukuran mininya, tomat mini *Micro-Tom*

sangat cocok bila diletakkan diatas meja dan sudut ruangan sebagai tanaman hias. Tomat mini *Micro-Tom* pantas disebut sebagai suatu terobosan baru dan unik dari tanaman hias yang selain indah dipandang mata, namun hasil buahnya dapat dinikmati

Sifat unik dari tanaman tomat mini *Micro-Tom* ini bisa digunakan sebagai variasi sumber genetik dalam upaya peningkatan kualitas tomat pada program pemuliaan, untuk mengeksplorasi lebih dalam mengenai karakter suatu kultivar maka proses yang wajib untuk dilewati yaitu karakterisasi. Karakterisasi dapat mencerminkan variabilitas genetik dalam tomat melalui pengamatan fenotipik (Chime *et al.*, 2017). Fenotip merupakan penampakan dari suatu tanaman yang timbul akibat adanya interaksi genotip dan lingkungan, yang menjadi kendala saat ini adalah tomat mini *Micro-Tom* merupakan tomat introduksi yang daya adaptasinya di Indonesia masi belum diketahui. Tidak sedikit terjadinya kasus tanaman sukar tumbuh atau pertumbuhannya berhenti di fase vegetatif ketika membudidayakan tanaman introduksi di Indonesia sehingga tanaman tidak bisa menghasilkan buah maupun biji. Terhentinya pertumbuhan tanaman akan menjadi hambatan besar dalam kegiatan karakterisasi dikarenakan pengamatan karakter umumnya dilakukan disetiap fase tanaman. Oleh karena itu dalam rangka menyukkseskan kegiatan karakterisasi pada tomat mini *Micro-Tom* maka diperlukan pula tindakan yang mengkaji kondisi lingkungan seperti apa yang cocok bagi tomat mini *Micto-Tom* untuk tumbuh dengan baik di Indonesia. Rothan *et al.* (2016), telah melakukan budidaya tomat mini *Micro-Tom* pada *greenhouse* yang kemudian dijelaskan bahwa tanaman mampu memproduksi buah dan benih, sementara itu, Motohashi *et al.* (2015), pula dilaporkan sukses membudidayakan tomat mini *Micro-Tom* pada *greenhouse* dan *plant room* secara hidroponik di Jepang. Mengkritisi dari keberhasilan diatas, terdapat dua poin penting yang menjadi dasar untuk mengadopsi riset ini di Indonesia, yang pertama adalah rujukan di atas tidak dilakukan di Indonesia, poin kedua adalah tidak ditampilkannya data perbandingan karakter tomat mini *Micro-Tom* yang dibudidayakan antara laboratorium dan *greenhouse*, sehingga studi mengenai karakterisasi dan aklimatisasi tomat mini *Micro-Tom* di Indonesia perlu dilakukan.

State of the art dari penelitian ini adalah penggunaan tomat mini *Micro-Tom* yang masi belum banyak dikaji oleh peneliti lain serta minimnya informasi terkait karakter dari tomat mini *Micro-Tom* yang ditanam di Indonesia. Meskipun telah dikahui bahwa banyak kelebihan dari tomat mini *Micro-Tom* seperti apa yang telah dipaparkan, di Indonesia, eksperimen yang melibatkan tomat mini *Micro-Tom* masi tergolong sedikit. Kajian ilmiah mengenai karakterisasi dan aklimatisasi tomat mini *Micro-Tom* yang ditanam pada laboratorium dan *greenhouse* belum ada yang melaporkan. Minimnya sumber dan referensi terkait tomat mini *Micro-Tom* menjadi motivasi kuat untuk melakukan penelitian yang mempelajari tentang seberapa adaptif dan bagaimana karakter tomat mini *Micro-Tom* yang akan terbentuk pada kondisi lingkungan laboratorium dan *greenhouse* di Indonesia.



Gambar 1. Diagram *Fishbone* Penelitian

1.2 Tujuan

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi sifat yang muncul berdasarkan pengamatan variabel kuantitatif dan kualitatif dari tomat mini *Micro-Tom* serta melakukan observasi terhadap aklimatisasi tomat mini *Micro-Tom* merah, kuning, dan *rainbow* pada kondisi lingkungan laboratorium dan *greenhouse*

1.3 Kerangka Pemikiran

Tomat mini *Micro-Tom* (*Solanum lycopersicum* cv *Micro-Tom*) merupakan tomat yang memiliki cakupan kegunaan dalam aspek luas, pemanfaatannya bisa digunakan dalam segi ilmu pengetahuan, estetika, dan konsumsi. Famili *Solanaceae* sendiri sudah akrab dikenali sebagai tanaman model untuk pembelajaran biologi molekuler seperti pada *Arabidopsis thaliana* (*Brassicaceae*), *Oryza sativa* (*Poaceae*), *Lotus japonicus* (*Fabaceae*) (Shitaka *et al.*, 2016). Fungsi lain tomat mini *Micro-Tom* disamping menjadi model studi perkembangan tanaman, tomat mini *Micro-Tom* pula dapat dijadikan tanaman hias *indoor* karena ukurannya yang mini. Sifat-sifat yang ada pada tomat mini *Micro-Tom* ini menjadikannya sebagai tomat unik dan menurut Mubarok *et al.* (2015), sifat unik pada tomat mini *Micro-Tom* yang kita kehendaki bisa ditransfer kepada tomat komersil lain dengan mudah. Bisa dikatakan tomat mini *Micro-Tom* dapat dijadikan plasma nutfah yang berguna untuk kegiatan pemuliaan tanaman khususnya dalam improvisasi varietas.

Tujuan dari program pemuliaan yaitu menghasilkan suatu varietas yang memiliki keunggulan dalam produktivitas ataupun kualitas (Pradana *et al.*, 2019). Sebelum merakit suatu varietas dengan keunggulan yang dikehendaki, pemulia haruslah mempunyai plasma nutfah sebagai sumber genetik dengan karakteristik yang sesuai dengan keunggulan yang hendak dicapai, oleh karena itu karakterisasi merupakan tahapan penting yang harus dilalui karena dari karakterisasi lah informasi mengenai karakter suatu tanaman dapat diketahui. Karakterisasi ini diamati dari morfologi tanaman, namun selain dari pengaruh genetik ternyata morfologi pula dipengaruhi oleh interaksi lingkungan (Fagbemi *et al.*, 2021), hal ini sejalan dengan pernyataan bahwa lingkungan dipercaya dapat mempengaruhi metilasi dan merubah keadaan kromatin DNA tanaman (Zakir, 2018). Kondisi lingkungan yang tidak tepat dapat menjadi hambatan dalam kegiatan karakterisasi tomat mini *Micro-Tom* mengingat bahwa tomat mini *Micro-Tom* adalah tanaman introduksi maka daya adaptif tomat mini *Micro-Tom* di Indonesia masih belum diketahui dengan jelas.

Tanaman introduksi bisa menjadi tetua bila sudah melewati proses seleksi dan adaptasi (Nazirwan *et al.*, 2014). Status tomat mini *Micro-Tom* sebagai

tanaman introduksi menyebabkan tomat mini *Micro-Tom* masih sulit dibudidayakan di Indonesia, penelitian terkait tomat mini *Micro-Tom* di Indonesia yang telah dilaksanakan oleh Wahyudi *et al.*, (2020) tidak dilaksanakan secara konvensional melainkan secara kultur *in-vitro* di laboratorium, dengan demikian karakterisasi dan aklimatisasi yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan tiga jenis tomat mini *Micro-Tom* yaitu tomat mini *Micro-Tom* merah, kuning dan *rainbow* pada lingkungan laboratorium dan *greenhouse* menggunakan sistem rakit apung.

Perlakuan yang diterapkan berupa tempat tumbuhnya dan jenis tomat mini *Micro-Tom* yang dipakai, ada yang di laboratorium dan di *greenhouse* serta penggunaan beragam benih tomat mini *Micro-Tom* yakni tomat mini *Micro-Tom* merah, kuning, dan *rainbow*. Adanya perbedaan dua tempat yang diaplikasikan maka kondisi lingkungannya juga akan berbeda terutama dari faktor yang di-*highlight* berupa fotoperiodisitas, temperatur, dan kelembaban. Penelitian ini diharapkan akan mengeluarkan *output* berupa data karakter tomat mini *Micro-Tom* yang diukur menggunakan variabel kuantitatif dan kualitatif.

1.4 Hipotesis

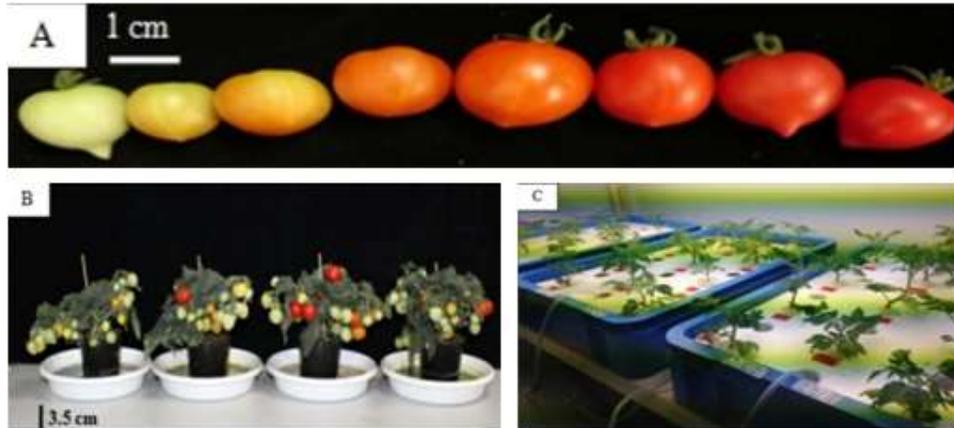
Terdapat perbedaan baik karakter kuantitatif maupun kualitatif dari tomat mini *Micro-Tom* merah, kuning dan *rainbow* yang dibudidayakan antara laboratorium dan *greenhouse*.

1.5 Kontribusi

Adapun kontribusi yang diinginkan dari penelitian ini berupa informasi mengenai karakterisasi dan aklimatisasi tomat mini *Micro-Tom* merah, kuning, dan *rainbow* pada kondisi lingkungan laboratorium dan *greenhouse* untuk kepentingan pemuliaan tanaman serta hasil yang didapat bisa menjadi rujukan untuk penelitian-penelitian mendatang pada tomat mini *Micro-Tom* yang diharapkan dapat membuka jalan bagi peneliti lain untuk melakukan studi yang melibatkan tomat mini *Micro-Tom*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

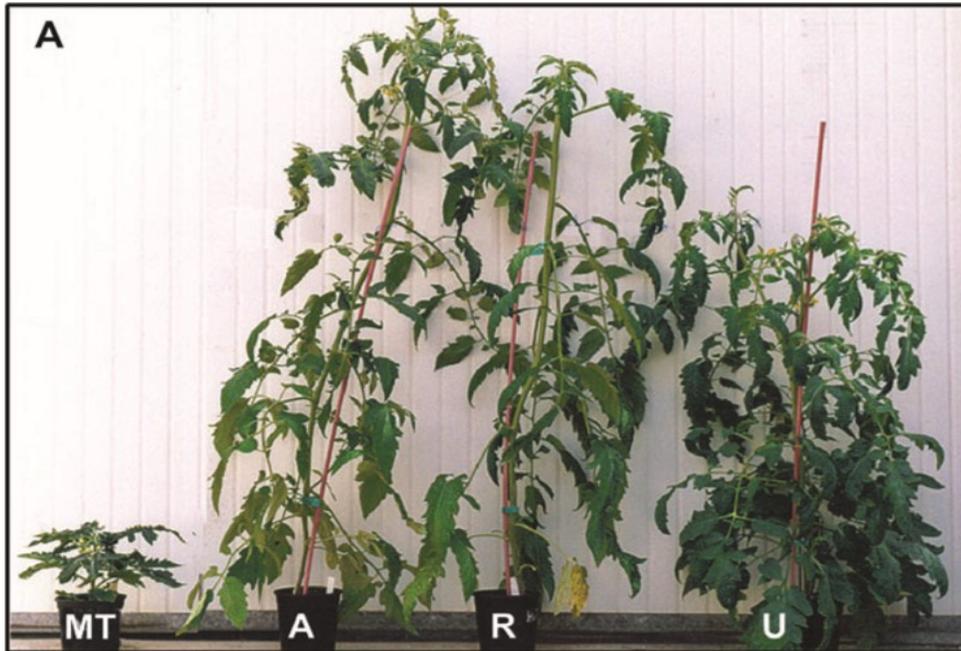
2.1 Tomat Mini (*Micro-Tom*)



Gambar 2. Tomat Mini *Micro-Tom* (*Solanum lycopersicum* cv. *Micro-Tom*). (a) Fenotipe Buah Tomat Mini *Micro-Tom* dari Hijau ke Merah. (b) Fenotipe Tanaman Tomat Mini *Micro-Tom* dengan Sistem Budidaya Dalam Pot Tanah. (c) Fenotipe Tanaman Tomat Mini *Micro-Tom* dengan Sistem Budidaya secara Hidroponik (Wahyudi, 2018)

Tomat adalah komoditi sayur yang paling populer sebagai tanaman pekarangan ataupun komersial yang budidayanya dapat dilakukan di lahan atau rumah kaca (Nazirwan *et al.*, 2017). Tomat mini *Micro-Tom* dihasilkan dari persilangan antara kultivar Florida Basket dan Ohio 4013-3, bukan hanya sebagai tanaman ideal untuk berkebun di rumah, tetapi juga sebagai kultivar percontohan yang baik untuk penelitian tomat dengan beberapa keuntungan berupa ukurannya yang kecil, siklus hidup singkat, pengaturan buah mudah, mudah ditumbuhkan, dan kemampuannya untuk tumbuh di bawah lampu pijar pada densitas tinggi (Scott and Harbaugh, 1989; dalam Wahyudi, 2018). Selain itu menurut Emmanuel dan Levy (2002), buah matang tomat mini *Micro-Tom* dapat langsung dipanen dalam 70-90 hari setelah semai. Penampilan tomat mini *Micro-Tom* yang kerdil dengan tinggi sekitar 10-20 cm dan keuntungan lainnya seperti yang disebutkan di atas diduga karena tomat mini *Micro-Tom* mempunyai beberapa mutasi khusus. Alel mutasi yang paling banyak diketahui adalah : *dwarf* (d), brassinosteroid (BR)

berkaitan dengan mutasi yang memicu tanam berukuran kecil, dan *self-pruning* (sp), bertanggung jawab atas penampilan pada pertumbuhan tomat mini *Micro-Tom* (Marti *et al.*, 2006 ;dalam Campos *et al.*, 2010). *Miniature* (mnt), alel ini diduga berkontribusi terhadap terbentuknya ukuran kecil tanaman tomat mini *Micro-Tom* (Meisnerr *et al.*, 1997;dalam Campos *et al.*, 2010).



Gambar 3. Perbandingan Tinggi Tomat Mini *Micro-Tom* terhadap Tomat Lain (MT) Tomat Mini *Micro-Tom* (A) Ailsa-Craig (R) Rutgers (U) UC-82 (Marti *et al.*, 2006)

2.2 Aklimatisasi

Aklmatisasi adalah kemampuan organisme untuk menyesuaikan fenotipnya pada lingkungan selama organisme tersebut hidup (Levin, 2013). Pertumbuhan serta perkembangan tanaman dipengaruhi oleh gen yang terdapat dalam tanaman tersebut, lingkungan, dan interaksi dari gen terhadap lingkungan (El-Soda *et al.*, 2014). Interaksi ini dapat menyebabkan perubahan dari kenampakan karakter dari dua genotip atau lebih pada dua kondisi lingkungan atau lebih (Osei *et al.*, 2018) Karakteristik yang terbentuk dari korelasi antara genotip dan lingkungan ini disebut fenotip. Menurut Trustinah dan Rudi (2013), semua faktor diluar dari gen yang mempengaruhi fenotip termasuk dalam faktor

lingkungan seperti iklim atau cuaca, serta tempat dan cara tanam. Bisa disimpulkan bila lama penyinaran, temperature dan kelembaban termasuk kedalam faktor lingkungan yang dapat menyebabkan modifikasi pada penampakan karakter dari yang seharusnya.

2.2.1 Fotoperiodisitas (Lama Penyinaran)

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah cahaya (Becerra dan Juan 2020). Puspitasari dan Didik (2018), menyatakan bahwa kenampakan karakteristik fenotif tanaman sangat dipengaruhi oleh cahaya. Karakteristik fenotif tersebut bisa berubah tergantung cahaya karena adanya suatu reaksi yang terjadi, seperti yang dilaporkan oleh (Van Leperen, 2012; dalam Poudel, 2013), cahaya dapat mempengaruhi perkembangan dari kerapatan dan bukaan stomata. Selain itu, cahaya dapat menghasilkan eustres yang berguna untuk kenaikan produksi tanaman atau peningkatan sintesis metabolit tertentu (Alvarado *et al.*, 2019).

Terdapat 3 faktor penting pada penggunaan cahaya sebagai sumber energi tanaman berupa intensitas, kualitas, serta fotoperiodesitas (Sutoyo 2011). Sutoyo (2011), berpendapat bahwa fotoperiodisme merupakan respon perkembangan tumbuhan terhadap fotoperiode, sementara fotoperiode sendiri adalah perbandingan relatif dari lamanya penyinaran matahari pada siang dan malam hari. Fotoperiode memiliki keterkaitan pada proses fotosintesis dan pembentukan karbohidrat sehingga dapat dikatakan fotoperiode menentukan tingkat pertumbuhan dan vigor dari tanaman tersebut (Kang *et al.*, 2013; dalam Hwang *et al.*, 2020). Hal diatas disebabkan oleh pigmen penangkap cahaya pada tanaman yang disebut fitokrom. Fitokrom memiliki tugas dalam proses perkecambahan, pertumbuhan dari batang dan daun, bahkan pengaturan munculnya bunga hingga biji diatur oleh pigmen ini (Salisbury dan Ross, 1992).

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, selain mempengaruhi fotosintesis, fotoperiode juga menentukan pembungaan pada tanaman. Berdasarkan respon tanaman terhadap lama penyinaran maka tanaman diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu tanaman hari panjang, hari pendek, dan hari netral. Dikarenakan asal spesies atau proses seleksinya, tomat tergolong kedalam

tanaman hari netral (Lifschitz *et al.*, 2006; Mizoguchi *et al.*, 2007; Murneek, 1948; Samach *et al.*, 2007; Orozco, 2012). Artinya pembungaan tanaman tomat tidak ditentukan oleh lama penyinaran. Dalam penelitian Xu *et al.* (2011), dihasilkan data fotoperiode yang terbaik dalam membudidayakan Micro-Tom adalah selama 18 – 20 jam. Penelitian lain yang menggunakan Micro-Tom, memiliki rentang lama penyinaran yang berbeda seperti Hu *et al.* (2014), menerapkan fotoperiode 14 jam dalam upaya menumbuhkan Micro-Tom di ruang tumbuh, serta Rajendran *et al.* (2021), yang pada metodologinya memberikan 16 jam terang dan 8 jam gelap pada Micro-Tom.

2.2.2 Temperatur

Temperatur diketahui sebagai salah satu parameter yang memberikan efek signifikan terhadap pertumbuhan, siklus psikologi, serta transpirasi tanaman (Shamshiri, 2017). Setiap tanaman menghendaki kondisi yang berbeda-beda, termasuk pada keadaan temperatur. Pada tomat, temperatur dibawah optimum akan mengubah sistem metabolik tanaman dan mengganggu *fruit set*, disisi lain temperatur yang terlalu tinggi dapat menyebabkan berbagai kerugian, seperti menghambat pertumbuhan, gugur buah, bahkan kematian tanaman.

Sisi yang paling berdampak dari pengaruh temperatur adalah hasil buah. Fruit set berkaitan erat dengan hasil buah akhir, penyebabnya adalah munculnya efek yang merugikan pada tahap meiosis dari sel induk ovul dan polen, mengurangi polen yang sebagai akibat dari adanya gangguan pada perkembangan endotesium di anter, posisi stigma, jumlah serbuk sari, pembentukan polen pertumbuhan tabung polen, daya hidup ovul, proses penyerbukan dan pasca penyerbukan, serta perkembangan endosperm (Driedonks *et al.*, 2016; Peet *et al.*, 1997; Sato *et al.*, 2002; Zhou *et al.*, 2017; Panthee, 2018). Menurut Shamsiri *et al.* (2018), suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah 18,3 – 32,2 °C.

2.2.3 Kelembaban

Fotosintesis pada tanaman erat kaitannya dengan kelembaban, hal ini disebabkan karena pembukaan stomata dipengaruhi oleh tingkat kelembaban. Menurut Grange dan Hand (1897), kelembaban yang rendah mengakibatkan

kehilangan air dari tanaman, untuk mencegah kehilangan air yang berlebih maka stomata pada tanaman akan menutup yang selanjutnya akan terjadi pembatasan pertukaran karbon dioksida. Pembatasan ini sangat mempengaruhi fotosintesis mengingat bahan utama dari proses ini adalah karbon dioksida. Telah banyak dilaporkan penelitian mengenai pengaturan kelembaban terhadap suatu tanaman dalam rangka untuk meningkatkan hasil produksi tanaman yang dikehendaki. Menurut Suzuki *et al.* (2015), mempertahankan kelembaban pada kondisi sesuai untuk fotosintesis dapat meningkatkan hasil tomat. Tomat sendiri menghendaki kelembaban relatif berkisar 50 – 70% (Shamsiri *et al.*, 2018).

2.3 Karakterisasi

Pengkarakterisasian berisikan data mengenai karakter-karakter yang diwariskan secara tinggi, dapat dikenali oleh mata telanjang, serta kerekter tersebut harus nampak pada segala jenis lingkungan (Salim *et al.*, 2020). Menurut Fajar (2021), menyatakan bahwa karakter yang dipilih mampu diidentifikasi dengan mudah, dapat dikelompokkan dengan cepat antar seleksi, benar secara jenis, dalam kelompok secara homogen serta secara umum ditentukan dengan kriteria yang digunakan pemulia dan pengkoleksi plasma nutfah. Karakterisasi morfologi merupakan hal yang penting, tidak hanya sebagai pembeda spesies tanaman, tetapi juga untuk mempromosikan nilai ekonominya (Chime *et al.*, 2017).