

5. PEMBAHASAN

Keragaman nilai parameter fisik dan kimia tomat berbagai varietas/kultivar dan cara budidaya yang terangkum dalam *review* ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

5.1. Kualitas Fisik Tanaman Tomat

Jumlah buah paling tinggi di antara varietas/kultivar tanaman tomat pada budidaya hidroponik maupun konvensional terdapat pada kultivar Monica. Rata-rata jumlah buah kultivar Monica sebesar 38,73 buah. Pada proses penanaman kultivar Monica dilakukan beberapa perlakuan yang berpengaruh terhadap hasil buah per tanaman. Dari keenam perlakuan yang dilakukan oleh Magwaza *et al.* (2020) pada kedua artikel yang ditulis mengatakan bahwa jumlah buah paling tinggi terdapat pada perlakuan media air limbah desentralisasi dengan campuran pupuk hidroponik. Jumlah buah yang dihasilkan pada perlakuan tersebut adalah 92 buah.

Setiap perlakuan memberikan kandungan unsur hara makro dan mikro yang berbeda. Unsur hara makro dan mikro memiliki peran yang berpengaruh terhadap tanaman tomat pada fase vegetatif dan generatif. Unsur hara makro merupakan unsur yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah relatif lebih besar, sedangkan unsur hara mikro merupakan unsur hara yang diperlukan dalam jumlah yang sedikit namun memiliki manfaat bagi tanaman (Sulardi & Sany, 2018). Pada penelitian yang dilakukan oleh Magwaza *et al.* (2020) diketahui bahwa unsur makro terdiri dari nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan kalsium (Ca), sedangkan unsur mikro terdiri dari besi (Fe), seng (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn) dan natrium (Na). Kadar N, P, K, Mg, Ca dan unsur mikro lainnya yang diberikan memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tomat kultivar Monica.

Perbedaan hasil yang ekstrim antara budidaya hidroponik antara media air limbah desentralisasi dengan penambahan pupuk hidroponik (92 buah) dan urin nitrifikasi (4,1 buah) kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan kandungan nitrogen, fosfor dan kalium dalam media yang digunakan. Pemberian nitrogen pada media air limbah desentralisasi dengan penambahan pupuk hidroponik sebesar 63,4 mg/l akan sedangkan pada media urin nitrifikasi pemberian nitrogen sebesar 163,36 mg/l. Menurut Wijayani & Widodo (2005) pemberian unsur nitrogen yang terlalu tinggi akan bersifat meracuni tanaman, hal tersebut terjadi karena konsentrasi nitrogen yang tinggi mengakibatkan larutan hara menjadi pekat.

Jika larutan hara menjadi pekat maka penyerapan oleh akan tidak akan berjalan secara maksimal dikarenakan tekanan osmosis sel lebih kecil dibandingkan tekanan osmosis diluar sel.

Perlakuan air limbah desentralisasi dengan penambahan pupuk hidroponik menunjukkan bahwa unsur fosfor yang diberikan terhadap tanaman kultivar Monica sebesar 13,4 mg/l sedangkan pada perlakuan urin nitrifikasi sebesar 8,81 mg/l. Diketahui bahwa pemberian unsur fosfor yang lebih tinggi menunjukkan jumlah buah yang lebih banyak. Unsur fosfor pada tanaman tomat berfungsi meningkatkan jumlah tandan buah, bobot buah pertanaman serta ukuran buah (Setyowati, 2019). Selain itu unsur fosfor bermanfaat dalam merangsang pertumbuhan bunga dan buah, merangsang pembentukan biji serta merangsang pembelahan sel tanaman serta memperbesar jaringan sel (Waluyo, 2020).

Pemberian unsur kalium pada perlakuan air limbah desentralisasi dengan penambahan pupuk hidroponik sebesar 69 mg/l sedangkan pada perlakuan urin nitrifikasi sebesar 32,77 mg/l. Pemberian unsur kalium memiliki fungsi untuk membantu perkembangan jaringan penguat pada tangkai buah, sehingga meminimalisir gugurnya buah (Sulardi & Sany, 2018). Fungsi lain dari unsur kalium yaitu berperan dalam proses pembentukan protein, karbohidrat, metabolisme air dalam tanaman, penyerapan unsur hara, transpirasi kerja enzim, pembesaran ukuran serta warna buah dan berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas buah tomat (Ambarwati *et al.*, 2020).

Jumlah buah yang terendah terdapat pada kultivar Valouro budidaya konvensional dengan nilai rata-rata sebesar 4,24 buah. Faktor yang mempengaruhi jumlah buah kultivar Valouro kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Ketinggian tempat penanaman dan suhu memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan dan umur tanaman. Menurut Onggo *et al.* (2017) kondisi lingkungan yang kurang layak akan berpengaruh terhadap jumlah buah. Suhu dan kelembaban yang fluktuatif selama proses penanaman mengakibatkan jumlah buah yang dihasilkan tidak maksimal. Kondisi lingkungan saat penelitian berlangsung memiliki suhu yang cukup tinggi. Hal tersebut mengakibatkan proses respirasi tanaman berjalan cepat sehingga tanaman mengalami cekaman kekeringan pada saat fase pembesaran buah. Kurangnya kandungan air akan mengurangi penyerapan unsur mikro dan makro serta

mengakibatkan pelepasan kalsium pada saat pembesaran buah yang akan mengakibatkan buah mengalami defisiensi kalsium.

Kultivar Marta-9 merupakan satu-satunya tomat yang dibudidayakan secara hidroponik dan konvensional. Diketahui bahwa kultivar Marta-9 pada budidaya hidroponik memiliki jumlah buah dan berat buah lebih tinggi dibandingkan budidaya konvensional. Faktor yang mempengaruhi terdiri dari intensitas penyiraman tanaman, dan suhu lingkungan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Fauziah *et al.* (2015) penyiraman yang dilakukan pada budidaya konvensional hanya dilakukan 1 kali sehari, sedangkan pada budidaya hidroponik penyiraman dilakukan sebanyak 2-3 kali sehari. Hal tersebut mengakibatkan buah tomat mengalami busuk ujung buah atau *blossom end rot* (BER). Peristiwa tersebut terjadi karena adanya fluktuasi pasokan air pada budidaya konvensional yang mengakibatkan kurangnya kalsium pada tanaman tomat.

Faktor berikutnya yang mempengaruhi yaitu suhu udara yang tinggi. Ketika saat suhu udara tinggi dengan pemberian air yang berlebihan akan mengakibatkan evapotranspirasi tanaman yang tinggi. Hal tersebut mengakibatkan kalsium yang berguna sebagai pembentuk kulit buah tidak dapat diserap oleh tanaman. Dampaknya akan mengakibatkan ujung buah mengkerut dan kemudian berwarna coklat. Sehingga apabila buah sudah mengalami BER disarankan untuk segera membuang buah tersebut agar unsur hara tanaman dapat dialihkan pada pembesaran buah yang lain. Namun dampaknya mengakibatkan jumlah buah yang dipanen akan menjadi berkurang. Kultivar Marta-9 memiliki sifat yang peka terhadap BER. Kandungan unsur Ca yang terdapat pada larutan hidroponik berfungsi untuk meminimalisir timbulnya gejala BER. pada kultivar Marta-9 yaitu perlakuan yang diberikan.

Jumlah buah serta berat buah paling rendah pada budidaya hidroponik terdapat pada varietas Permata. Hasil tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pemberian unsur hara dan kondisi lingkungan. Faktor yang mempengaruhi suatu varietas/kultivar tomat memiliki kemampuan menghasilkan produk terbaik yaitu kondisi lingkungan penanaman. Pemberian pupuk Gandasil B dan D pada varietas Permata menghasilkan bobot buah yang rendah. Hal ini dikarenakan pupuk Gandasil D memiliki unsur makro yang rendah. Pupuk Gandasil D memiliki kandungan nitrogen 20%, fosfor 15%, kalium 15% dan magnesium 1% (Palemba *et al.*, 2013). Sedangkan pupuk Gandasil B memiliki kandungan nitrogen 6%,

fosfor 20% dan kalium 30% (Bulan *et al.*, 2016). Kandungan unsur nitrogen yang rendah mengakibatkan tanaman tomat tumbuh kerdil, daunnya menjadi kuning atau pucat, perkembangan bunga dan buah kurang baik. Kekurangan unsur kalium juga mengakibatkan daun muncul bercak warna kuning yang mengakibatkan terhambatnya proses fotosintesis. Selain itu kekurangan unsur hara N, P, dan K dapat berpengaruh terhadap umur tanaman saat panen. Apabila unsur N, P, dan K yang diberikan dalam jumlah yang sedikit maka tanaman tomat akan lebih cepat berbunga dibandingkan tanaman dengan perlakuan unsur N, P, dan K yang optimal. Unsur hara yang rendah akan mengakibatkan tanaman mengalami stres hara dan nantinya berpengaruh terhadap kualitas hasil tanaman (Hamzah *et al.*, 2021).

Kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan varietas/kultivar yang ditanam, maka varietas/kultivar tidak dapat menunjukkan potensi terbaik yang dimiliki. Kemampuan suatu varietas/kultivar menghasilkan tomat dengan baik tergantung pada interaksi sifat genetik dan lingkungan tumbuhnya (Nasrulloh *et al.*, 2016). Varietas Permata merupakan tanaman tomat yang dapat tumbuh pada dataran rendah. Walaupun dapat tumbuh pada dataran rendah namun jika suhu terlalu tinggi dan kelembaban rendah maka menyebabkan bunga mudah gugur. Gugurnya bunga akan berpengaruh terhadap jumlah buah yang dihasilkan. Suhu optimal pertumbuhan dan pembungaan tomat berkisar antara 25-30°C pada siang hari dan 16-20°C pada malam hari (Wijayanti & Susila, 2013).

Tanaman tomat memiliki berat total terendah pada budidaya konvensional. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata berat total tomat yang dihasilkan sebesar 291,97 gram. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Fadhillah & Harahap (2020) penyebab berat total buah tomat yang rendah dikarenakan jumlah populasi tanaman yang tinggi dan jarak penanaman yang berdekatan. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya persaingan dalam mendapatkan unsur hara untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman tomat. Jarak penanaman yang rapat akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan dan mengakibatkan penurunan hasil tanaman. Semakin rapat jarak penanaman maka persaingan untuk mendapatkan cahaya matahari akan terbatas. Pengurangan cahaya matahari pada tahap pembentukan buah akan menghasilkan buah yang kecil. Jarak tanaman yang rapat akan mengakibatkan tidak leluasnya pertumbuhan tanaman yang akan menyebabkan terjadinya penindihan daun, persaingan dalam memperoleh air, udara, unsur hara, dan cahaya matahari. Selain itu jarak tanaman yang rapat akan mengakibatkan kelembapan udara disekitar

tanaman menjadi tinggi yang akan mengakibatkan tanaman mudah terserang penyakit (St. Sabahannur & Herawati, 2017).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (1992), klasifikasi berat tomat segar dibagi menjadi 3 jenis yaitu besar, sedang dan kecil. Tomat segar yang tergolong dalam kategori besar yaitu memiliki berat buah lebih dari 150 gram/buah. Tomat yang memiliki klasifikasi tomat sedang yaitu memiliki berat dengan rentang antara 100-150 gram/buah. Tomat dengan klasifikasi tomat kecil yaitu memiliki spesifikasi dengan berat kurang dari 100 gram/buah. Persyaratan mutu ukuran tomat yaitu memiliki ukuran yang seragam. Ukuran tomat dikatakan seragam apabila sesuai dengan penggolongan 3 jenis ukuran berat yang telah ditentukan.

5.2. Kualitas Fisik Buah Tomat

Varietas Punjab Varkha Bahar memiliki rata-rata tingkat kekerasan yang paling tinggi di antara varietas/kultivar tomat pada budidaya hidroponik maupun konvensional. Rata-rata kekerasan varietas Punjab Varkha Bahar sebesar 48,4 N. Faktor utama yang mempengaruhi tingkat kekerasan varietas Punjab Varkha bahar yaitu perbandingan pemberian unsur nitrogen dan kalium. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kaur *et al.* (2018) terdapat 4 perlakuan yang diberikan terhadap varietas Punjab Varkha Bahar. Tingkat kekerasan buah varietas Punjab Varkha Bahar paling tinggi terdapat pada perlakuan perbandingan nitrogen dengan kalium sebesar 1,7:3,5. Sedangkan tingkat kekerasan paling rendah terdapat pada perlakuan perbandingan nitrogen dan kalium sebesar 1,5:2,5.

Unsur nitrogen berpengaruh terhadap aktifitas sitokinin pada akar. Jika akar menyerap nitrogen secara tidak sempurna maka akan mengakibatkan turunnya aktifitas sitokinin. Penurunan aktifitas sitokinin mengakibatkan terganggunya metabolisme protein pada daun tanaman tomat. Sitokinin berperan sebagai regulator dalam pembentukan protein pada tanaman. Protein yang terkandung pada tanaman akan disintesis menjadi vitamin C pada buah tomat. Peningkatan kandungan nitrogen akan meningkatkan kandungan protein serta vitamin C pada buah tomat (Wijayani & Widodo, 2005). Kandungan unsur nitrogen yang optimal akan meningkatkan kekerasan buah tomat, sedangkan jika pemberian unsur nitrogen dilakukan secara berlebihan maka akan mengakibatkan buah mudah rusak (Kaur *et al.*, 2018).

Unsur kalium berfungsi membantu dalam proses pembentukan protein dan karbohidrat. Kandungan protein pada buah tomat akan berpengaruh terhadap kandungan vitamin C pada buah tomat. Vitamin C yang dihasilkan merupakan hasil sintesa dari protein. Selain itu tingginya kandungan pati pada buah tomat akan berdampak pada meningkatnya padatan terlarut buah tomat. Peningkatan serapan kalium pada daun tanaman akan meningkatkan ketersediaan kalium pada organ tanaman. Kalium juga berfungsi untuk meningkatkan pertahanan yang berperan memperbaiki kerusakan yang ditimbulkan oleh patogen. Tanaman akan meningkatkan kekuatan dinding sel sehingga tingkat kekerasan buah akan semakin bertambah (Rosyidah, 2017).

Rata-rata tingkat kekerasan paling rendah terdapat tomat dengan budidaya konvensional sebesar 2,56 N. Faktor yang mempengaruhi yaitu perlakuan irigasi yang diberikan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kumar *et al.* (2015) perlakuan yang diberikan meliputi irigasi defisit selama 30 hari, irigasi defisit selama 60 hari dan menahan irigasi selama 15 hari. Irigasi defisit merupakan cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dengan cara memberikan air secara tidak penuh. Pemberian air dapat dilakukan pada tahap/fase pertumbuhan tanaman yang diinginkan (Tusi & Bustomi, 2009). Menurut Riskiyah (2012) kebutuhan air pada budidaya tomat tidaklah banyak namun tanaman tidak boleh kekurangan air.

Apabila terjadi defisit air maka penyerapan unsur hara oleh akar dan translokasi unsur hara ke daun akan menjadi terhambat. Jika defisit air terjadi pada saat fase vegetatif maka pertumbuhan dan perkembangan sel akan terhambat yang mengakibatkan daun tanaman menjadi kecil. Jika daun tanaman tomat kecil maka fotosintat yang ditranslokasikan ke buah menjadi lebih sedikit. Buah tomat yang dihasilkan memiliki ukuran yang kecil yang akan berpengaruh terhadap kualitasnya. Selain itu kekerasan buah tomat dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung pada buah. Apabila kadar air yang terkandung pada buah tinggi maka buah tomat akan lembek atau berkurang kekerasannya (Wijayani & Widodo, 2005). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kumar *et al.* (2015) rata-rata bahan kering pada tomat sebesar 8,14%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tomat memiliki kadar air yang tinggi sehingga tingkat kekerasan buah tomat yang dihasilkan lebih rendah daripada varietas/kultivar lain.

Kultivar Ramyle dan kultivar Racymo merupakan tomat yang dibudidayakan secara hidroponik maupun konvensional. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata tingkat kekerasan buah tomat pada budidaya hidroponik memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan budidaya konvensional. Faktor yang mempengaruhi tingkat kekerasan pada kedua kultivar tersebut adalah kandungan kalsium pada air serta media penanaman yang digunakan. Pada penelitian Antolinos *et al.* (2020) media yang digunakan pada penanaman kultivar Ramyle dan kultivar Racymo terdiri dari 2 media yang berbeda. Pada budidaya hidroponik menggunakan media serabut kelapa dengan sistem drainase ulang sedangkan pada budidaya konvensional menggunakan media tanah yang dilapisi oleh campuran pasir dengan pupuk tanpa sistem drainase ulang. Penggunaan serabut kelapa sebagai media penanaman hidroponik memiliki daya simpan air serta penyerapan unsur hara yang baik (Indrawati *et al.*, 2012). Selain itu serabut kelapa juga memiliki unsur-unsur hara yang diperlukan oleh tanaman seperti Ca, Mg, Na dan P (Susanti, 2016). Penyerapan kalsium yang lebih tinggi pada media serabut kelapa menjadi penyebab perbedaan tingkat kekerasan kultivar Ramyle dan kultivar Racymo dibandingkan pada budidaya konvensional.

Kalsium merupakan unsur hara yang sering dikaitkan dengan kekerasan buah. Kalsium memiliki peran yang berfungsi untuk membentuk dinding sel yang berguna untuk membentuk sel baru dan mendorong terbentuknya buah dan biji (Salim & Sriharti, 2008). Pada pembentukan dinding sel dan kulit tomat, kalsium berfungsi untuk memperkuat kulit buah sehingga tidak mudah terserang penyakit (Pertiwi *et al.*, 2020). Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Breemer *et al.* (2015) bahwa semakin banyak unsur kalsium yang terakumulasi dalam buah tomat akan menyebabkan kenaikan kekerasan buah secara signifikan. Hal tersebut dikarenakan terjadi interaksi antara kalsium dengan pektin pada dinding sel tomat. Pemberian kalsium akan mengakibatkan terjadinya rigiditas pada dinding sel. Hal tersebut terjadi karena asam pektat akan mengikat kalsium yang berdampak akan mengurangi permeabilitas air pada membran sel, sehingga akan menghambat terjadinya penurunan berat buah dan laju respirasi (Breemer *et al.*, 2015).

Warna merupakan salah satu parameter yang cukup penting dalam penentuan kualitas buah tomat. Konsumen akan melihat warna buah tomat terlebih dahulu sebelum membeli tomat yang beredar dipasaran. Warna juga menjadi parameter yang digunakan untuk mengetahui

tingkat kematangan pada buah tomat. Untuk mendapatkan parameter warna yang unik serta untuk mempelajari perbedaan warna antara sampel tomat, beberapa parameter yang digunakan untuk membandingkan warna tomat antara lain Chroma, hue, *total color index*, nilai a/b.

Chroma dipilih sebagai indikator yang tepat untuk penerimaan konsumen terhadap tomat matang. Hal ini dikarenakan chroma mencerminkan saturasi warna pada tomat. Pengujian warna pada kultivar Racymo dan kultivar Ramyle menunjukkan nilai chroma tertinggi terdapat pada kultivar Racymo. Nilai tersebut sesuai dengan nilai a dan b yang lebih tinggi menunjukkan bahwa warna buah kultivar Racymo memiliki warna merah yang lebih intens dibandingkan kultivar Ramyle. Warna merah merupakan hasil dari degradasi klorofil serta sintesis likopen dan karotenoid lainnya. Warna buah tomat pada dasarnya berkaitan erat dengan kandungan likopen dalam buah. Pada tomat matang karotenoid utama terdiri dari likopen (70-83% dari total karotenoid) diikuti β -karoten (3-7% dari total karotenoid). Semakin tinggi nilai chroma maka buah tomat memiliki kandungan likopen yang tinggi. Kandungan likopen yang lebih tinggi dipengaruhi oleh media tanam kultivar Racymo. Pada budidaya hidroponik penggunaan serabut kelapa menyebabkan kandungan likopen lebih tinggi dibandingkan budidaya konvensional dengan media tanah dicampur pasir dan pupuk. (Antolinos *et al.*, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Sholeha *et al.* (2015) selama proses pematangan buah tomat akan mengalami degradasi kloroplas dan pembentukan karotenoid pada kulit buah tomat. Hal tersebut yang mengakibatkan warna buah tomat akan menjadi merah. Proses pematangan buah tomat mengakibatkan terjadinya penurunan kandungan klorofil pada buah tomat, namun sejumlah zat hijau tersebut tetap ada dalam buah tomat terutama terdapat pada jaringan bagian dalam buah.

Pada penelitian Kumar *et al.* (2015) selama pematangan tomat nilai L mengalami penurunan namun nilai a mengalami peningkatan yang mengkonfirmasi ada korelasi antara likopen dan parameter kolorimetri lainnya. Nilai a pada buah tomat berkisar antara 20,35-35,14. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai a/b sangat berkorelasi dengan kandungan likopen. Faktor yang mempengaruhi indeks warna tomat yaitu cekaman air selama pertumbuhan dan tahap pematangan buah. Hal ini dikaitkan dengan peningkatan kandungan etilen pada kondisi

kekurangan air yang mengakibatkan kandungan likopen pada buah menjadi meningkat. Selain itu warna buah dipengaruhi oleh jenis tomat yang ditanam. Pada penelitian Bhandari *et al.* (2016) hasil menunjukkan tomat reguler memiliki intensitas warna yang lebih tinggi dibandingkan tomat ceri.

5.3. Kandungan Zat Gizi Buah Tomat

Total padatan terlarut merupakan penentu utama dari umur simpan dan kualitas tomat. Total padatan terlarut berkontribusi terhadap rasa dan kandungan gula yang ada di buah terutama glukosa dan fruktosa. Total padatan terlarut tertinggi terdapat pada kultivar Rubyking dengan nilai $8,77^{\circ}\text{Brix}$ dan total padatan terlarut terendah terdapat pada kultivar Tamesis dengan nilai $4,1^{\circ}\text{Brix}$. Perbedaan total padatan terlarut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan genotipe dan media tanam. Total padatan terlarut pada tomat ceri memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan tomat reguler (Bhandari *et al.*, 2016). Hal tersebut diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Purba *et al.* (2020) bahwa ukuran tomat yang besar memiliki nilai yang lebih rendah ($4-6^{\circ}\text{Brix}$) dibandingkan tomat ceri ($6-8^{\circ}\text{Brix}$). Selain itu semakin tinggi nilai total padatan terlarut menunjukkan semakin masak buah tomat. Hal tersebut dikarenakan terjadinya degradasi pati (karbohidrat) menjadi gula sederhana mengakibatkan kandungan gula dalam buah tomat menjadi meningkat.

Media tanam konvensional dengan penambahan pupuk memiliki pengaruh terhadap nilai total padatan terlarut. Penambahan bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan serapan unsur hara N dan K oleh tanaman tomat. Peningkatan unsur hara N dan K akan meningkatkan kandungan padatan terlarut pada buah tomat (D. H. Pangaribuan *et al.*, 2012). Nitrogen berfungsi sebagai penyusun klorofil dan organel terpenting dalam proses fotosintesis (Ramdani *et al.*, 2018). Fungsi kalium yaitu membantu pembentukan protein dan karbohidrat. Tingginya kandungan pati pada buah tomat akan berdampak pada peningkatan total padatan terlarut pada buah tomat yang merupakan indikator tingkat kemanisan buah yang dihasilkan (Rosyidah, 2017).

Kultivar Ramyle dan kultivar Racymo merupakan tomat yang dibudidayakan secara hidroponik dan konvensional. Kultivar Ramyle memiliki rata-rata total padatan terlarut tertinggi pada budidaya hidroponik, sedangkan kultivar Racymo memiliki rata-rata total padatan terlarut tertinggi pada budidaya konvensional. Faktor yang mempengaruhi

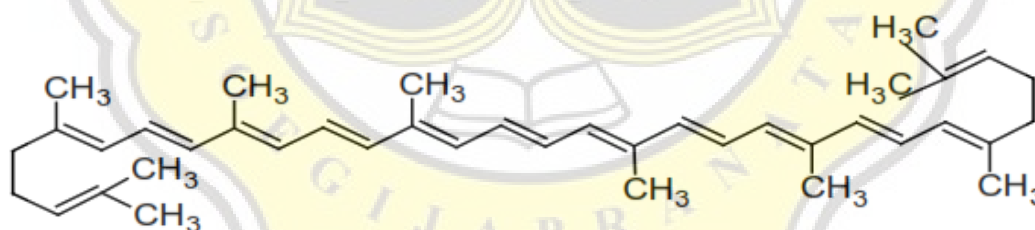
kemungkinan berasal dari jenis air irigasi yang digunakan. Jenis air irigasi yang digunakan pada penanaman kulvitar Ramyle dan kultivar Racymo adalah air laut desalinasi dan air sumur. Pada penelitian Antolinos *et al.* (2020) air laut memiliki daya hantar listrik yang rendah dibandingkan air sumur. Semakin tinggi nilai daya hantar listrik menandakan bahwa semakin besar besar jumlah ion yang terkandung dalam larutan (Diatara & Nurpilihan, 2019). Semakin tinggi daya hantar listrik akan mengakibatkan tingkat kepekatan larutan menjadi tinggi yang berakibat kadar air yang terkandung dalam substrat susah untuk bergerak. Hal tersebut dapat mengganggu penyerapan air dan nutrisi oleh tanaman (Diatara & Nurpilihan, 2019).

Tingginya nilai daya hantar listrik berbanding terbalik dengan penelitian Antolinos *et al.* (2020) pada air sumur dengan nilai daya hantar listrik yang tinggi memiliki nilai total padatan terlarut lebih tinggi dibandingkan air laut desalinasi dengan nilai daya hantar listrik yang rendah. Selain dipengaruhi oleh nilai daya hantar listrik, kandungan NaCl dalam air yang digunakan juga berpengaruh terhadap nilai total padatan terlarut. Pada penelitian Antolinos *et al.* (2020) kadar Na^+ dan Cl^- pada air sumur memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan air laut desalinasi. Pemberian NaCl akan menghasilkan fotosintat yang lebih rendah namun dapat meningkatkan nilai total padatan terlarut. Meskipun hasil fotosintat yang dihasilkan rendah namun banyak diubah menjadi padatan terlarut. Hal tersebut diperkuat dengan penelitian yang oleh Rahmawati *et al.* (2010) menunjukkan bahwa tanaman tomat tanpa pemberian NaCl memiliki total padatan terlarut paling rendah dibandingkan tomat dengan pemberian NaCl.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia, (1998) persyaratan mutu padatan terlarut yang terkandung dalam buah tomat minimal $4,5^\circ\text{Brix}$. Varietas/kultivar yang terdapat pada data sebagian besar cenderung memiliki total padatan terlarut yang melebihi batas minimal persyaratan yang ditentukan oleh Badan Standar Nasional Indonesia. Beberapa varietas/kultivar yang tidak sesuai dengan standar yaitu kultivar Dafinis, kultivar Lezaforta, kultivar Seyran dan kultivar Tamesis. Faktor yang mempengaruhi total padatan terlarut pada beberapa kultivar tersebut yaitu ukuran buah yang besar memiliki total padatan terlarut yang lebih rendah dibandingkan buah tomat yang berukuran lebih kecil.

Likopen merupakan suatu karotenoid pigmen merah yang banyak ditemukan pada buah tomat maupun buah-buahan merah lainnya. Likopen merupakan antioksidan yang dapat menangkan radikal bebas (Waluyo, 2020). Likopen dapat mengendalikan radikal bebas 100 kali lebih efektif dibandingkan vitamin E. Likopen memiliki manfaat yaitu sebagai anti *aging*, mencegah penyakit cardiovascular, kencing manis, osteoporosis, infertilitas dan kanker. Semakin tinggi kadar likopen dalam buah menunjukkan semakin tinggi aktivitas antioksidan. Likopen lebih efisien sebagai penangkap singlet oksigen daripada karotenid lainnya. Kemampuan likopen menangkap oksigen singlet sebesar dua kali lipat dibandingkan α -karoten (Mu'nisa, 2012).

Likopen merupakan karotenoid asiklik dengan 11 ikatan rangkap terkonjugasi ikatan ganda yang tersusun secara linier dan ditemukan dalam makanan dalam jumlah yang relatif sedikit. Likopen tidak memiliki stuktur cincin p-ionon karena itu likopen tidak memiliki aktivitas provitamin A. Kandungan likopen pada buah tomat segar berkisar antara 0,088-4,20 mg/100g (Clinton, 1998). Likopen memiliki bentuk kristal seperti jarum, panjang dan dalam bentuk tepung berwarna merah kecoklatan. Likopen dapat larut dalam kloroform, benzena, n-heksana dan pelarut organik lainnya yang bersifat hidrofobik kuat (Dewi, 2018). Likopen memiliki rumus molekul $C_{40}H_{56}$. Struktur kimia likopen dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Struktur Likopen
Sumber: (Dewi, 2018)

Kandungan likopen yang tinggi, rata-rata 0,00931 g/100g pada varietas Punjab Varkha Bahar budidaya hidroponik. Faktor yang mempengaruhi kemungkinan diakibatkan oleh perbandingan unsur nitrogen dan kalium yang diberikan. Pemberian unsur nitrogen yang lebih tinggi menunjukkan kandungan likopen yang terdapat pada buah hanya meningkat sedikit saja sedangkan pemberian unsur kalium yang lebih tinggi menunjukkan peningkatan kandungan likopen yang signifikan dalam buah tomat. Unsur kalium sangat berpengaruh terhadap kandungan likopen pada buah tomat. Peningkatan kandungan likopen terjadi

karena unsur kalium berperan dalam mempercepat aktivitas enzimatik dalam buah tomat (Javaria *et al.*, 2012). Unsur kalium berperan khusus dalam proses biosintesis karotenoid dengan mengaktifkan beberapa enzim yang mengatur metabolisme karbohidrat (piruvat kinase dan fosfofruktokinase) serta prekursor isopentenil difosfat (piruvat dan gliseraldehida 3-fosfat) (Serio *et al.*, 2007).

Kandungan likopen yang rendah, rata-rata 0,00122 g/100g pada tomat budidaya konvensional. Faktor yang mempengaruhi rendahnya kandungan likopen pada buah tomat yaitu kekurangan air pada saat masa pertumbuhan dan perkembangan tanaman tomat. Kekurangan air pada tomat menyebabkan akar tanaman tomat tidak mampu menyerap unsur-unsur hara yang diperlukan untuk bertumbuh dan berkembang. Apabila tanaman tomat mengalami kekurangan air maka akan mengakibatkan translokasi unsur hara ke daun akan menjadi terhambat. Kekurangan air pada saat pertumbuhan vegetatif akan mengakibatkan pertumbuhan sel menjadi yang terhambat. Imbasnya adalah daun tanaman akan menjadi kecil sehingga fotosintat yang ditranslokasikan ke buah akan menjadi sedikit (Riskiyah, 2012).

Kultivar Ramyle dan kultivar Racymo yang dibudidayakan pada budidaya konvensional dan hidroponik, hasil menunjukkan bahwa kandungan likopen pada budidaya hidroponik lebih tinggi dibandingkan pada budidaya konvensional. Hal ini berbanding lurus dengan penjelasan pada parameter warna buah tomat. Likopen merupakan pigmen warna alami yang disintesis oleh tanaman. Warna merah yang dihasilkan dari kandungan likopen dikarenakan adanya struktur poliena yang terkonjugasi secara luas. Likopen mudah mengalami fotooksidasi, degradasi, dan penurunan bioavailabilitas apabila terkena cahaya (Sujana *et al.*, 2020).

Total asam tertitrasi merupakan kandungan asam yang terdapat dalam bahan pangan. Semakin tinggi nilai total asam tertitrasi pada buah menunjukkan nilai pH yang rendah begitu juga sebaliknya. Asam tertitrasi terdiri dari asam-asam organik seperti sitrat, malat, laktat, dan tartarat (Thalib, 2019). Asam organik utama dalam buah tomat terdiri dari asam malat dan asam sitrat (Pangaribuan & Pujisiswanto, 2008). Kandungan asam organik berasal dari karbohidrat yang tersimpan dalam buah (Baharuddin *et al.*, 2014). Komponen asam dalam buah merupakan hasil produk samping dari siklus metabolisme sel yang dihasilkan dari

siklus krebs (Angelia, 2017). Adanya asam tertitrasi akan mempengaruhi rasa, kestabilan mikroba dan kualitas selama penyimpanan (Thalib, 2019).

Varietas Punjab Varkha Bahar pada budidaya hidroponik memiliki rata-rata total asam tertitrasi tertinggi di antara vareitas dengan budidaya penanaman hidroponik maupun konvensional. Total asam tertitrasi menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada varietas Punjab Varkha Bahar yang dipasok dengan larutan yang mengandung kalium lebih tinggi Kaur *et al.*, 2018). Faktor yang mempengaruhi yaitu perbandingan pemberian unsur nitrogen dan kalium. Pemberian unsur kalium dapat meningkatkan total asam tertitrasi pada buah tomat (Gunawan *et al.*, 2019). Pada penelitian Davies & Winsor (1967) bahwa penambahan unsur nitrogen hanya meningkatkan total asam tertitrasi dalam jumlah yang sedikit, sedangkan pada penambahan unsur kalium total asam tertitrasi meningkat dalam jumlah yang signifikan. Unsur kalium yang diberikan terhadap varietas Punjab Varkha Bahar berpengaruh terhadap tanaman karena tanaman akan meningkatkan produksi asam-asam organik. Kalium berperan dalam proses fotosintesis, akumulasi karbohidrat dan asam organik yang berdampak pada pertumbuhan dan fungsi tanaman (Huda *et al.*, 2018).

Kultivar Seyran dan kultivar Lezaforta merupakan buah dengan total asam tertitrasi paling rendah di antara varietas/kultivar yang lain. Total asam tertitrasi pada buah tomat dipengaruhi oleh jenis tomat. Pada penelitian Bhandari *et al.* (2016) total asam tertitrasi tomat reguler memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan tomat ceri. Perbedaan total asam tertitrasi pada buah tomat dipengaruhi oleh kandungan asam organik yang ada dalam buah dan faktor lingkungan (Baharuddin *et al.*, 2014). Nilai total asam tertitrasi yang rendah diduga disebabkan karena asam diubah menjadi gula. Kandungan asam dalam buah semakin rendah selama proses pemasakan karena digunakan sebagai substrat untuk respirasi. Kandungan asam yang semakin sedikit menunjukkan bahwa kandungan gula pada buah akan semakin bertambah, sehingga pada tingkat kematangan tertentu dicapai kualitas rasa yang diinginkan oleh konsumen (Budiman, 2012).

Perbandingan total asam tertitrasi pada kultivar Ramyle dan Racymo yang ditanam dengan budidaya konvensional dan budidaya hidroponik menunjukkan nilai total asam tertitrasi pada budidaya konvensional lebih tinggi dibandingkan budidaya hidroponik. Nilai total asam tertitrasi pada kedua kultivar tersebut berbanding terbalik dengan nilai total padatan terlarut.

Hal ini dikarenakan penggunaan asam yang sedikit untuk proses respirasi, sehingga hanya sedikit asam organik yang diubah menjadi gula (Amalia *et al.*, 2020). Tingginya nilai total asam tertitrasi dikarenakan jaringan buah dalam kondisi yang masih segar sehingga mampu memproduksi asam organik pada siklus Krebs (Purwanti *et al.*, 2016).

Kultivar Betatniy merupakan tomat yang memiliki kandungan vitamin C tertinggi pada budidaya konvensional di antara varietas/kultivar pada budidaya konvensional maupun hidroponik. Hasil kandungan vitamin C paling rendah terdapat pada kultivar TOP 2299. Berdasarkan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, (2018) kandungan vitamin C minimal pada buah tomat yaitu 0,034 g/100gram. Hasil perhitungan kandungan vitamin C pada tomat dipengaruhi tingkat kematangan buah dan unsur-unsur yang diberikan terhadap tanaman. Semakin matang buah tomat memiliki kadar vitamin C yang lebih tinggi. Ketika buah masih dalam kondisi yang mentah, kemampuan tumbuhan dalam melakukan proses biosintetik vitamin C masih tergolong rendah. Sedangkan pada buah yang terlewat matang pelepasan hormon etilen akan mengaktifkan gen transkripsi untuk sintesis enzim yang akan menonaktifkan aktivitas vitamin. Selain itu rendahnya kandungan vitamin C dapat disebabkan adanya manifestasi antioksidan untuk memperbaiki jaringan tumbuhan yang rusak akibat meningkatnya kadar radikal dalam sel (Purwanti *et al.*, 2016).

Unsur nitrogen berpengaruh terhadap aktifitas sitokinin pada akar. Jika akar menyerap nitrogen secara tidak sempurna maka akan mengakibatkan turunnya aktifitas sitokinin. Penurunan aktifitas sitokinin mengakibatkan terganggunya metabolisme protein pada daun tanaman tomat. Sitokinin berperan sebagai regulator dalam pembentukan protein pada tanaman. Protein yang terkandung pada tanaman akan disintesis menjadi vitamin C pada buah tomat. Peningkatan kandungan nitrogen akan meningkatkan kandungan protein serta vitamin C pada buah tomat. Kandungan nitrogen yang tinggi maka akan meningkatkan kandungan protein yang sekaligus meningkatkan kandungan vitamin C. (Wijayani & Widodo, 2005).

Faktor lain yang berpengaruh terhadap vitamin C pada buah tomat yaitu kondisi iklim dan lingkungan, perlakuan pasca panen, suhu, gas etilen dan asupan oksigen. Suplai air dalam penanaman tomat sangat diperlukan untuk menginduksi perkecambahan biji tomat. Benih tomat yang dalam kondisi kekurangan air pada saat pertumbuhan akan menghasilkan

tanaman yang berbuah dengan kandungan vitamin C yang rendah. Selain suplai air intensitas cahaya yang diberikan terhadap tanaman memiliki pengaruh terhadap kadar vitamin C. Intensitas cahaya yang tinggi akan meningkatkan aktivitas enzim yang berperan dalam sintesis vitamin C. Tingginya intensitas cahaya akan mempercepat laju fotosintesis sehingga semakin banyak karbohidrat yang terbentuk yang nantinya akan menjadi bahan prekursor terbentuknya vitamin C (Purwanti *et al.*, 2016).

5.4. Peluang Penelitian Baru

Berdasarkan pemetaan dan penetapan status terkini dapat diidentifikasi mengenai beberapa peluang penelitian baru yang dapat dilakukan yaitu (1) menentukan media dan penambahan pupuk yang efektif untuk pertumbuhan tanaman tomat pada budidaya konvensional maupun hidroponik, (2) mengetahui pengaruh kandungan unsur hara pada media penanaman terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman tomat, dan (3) menetapkan intensitas atau jumlah pemberian nutrisi pada tanaman tomat yang efektif dan efisien untuk menghasilkan buah tomat dengan kualitas dan kandungan nutrisi yang tinggi.

