

II. TINJAUAN PUSTAKA

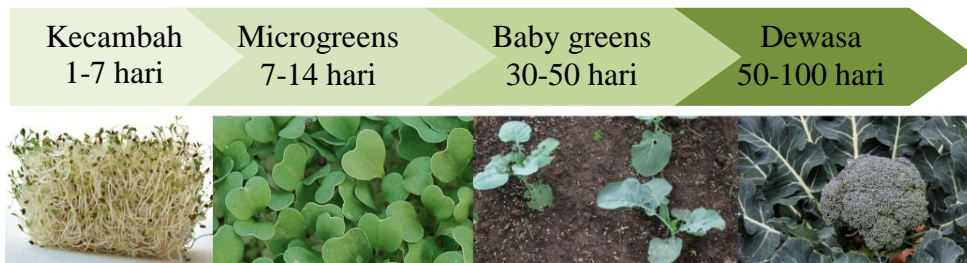
2.1. Botani Tanaman Brokoli

Brokoli merupakan tanaman semusim dengan daur hidup yang berlangsung minimal empat bulan dan maksimal setahun tergantung tipenya (Sharma *et al*, 2004). USDA (2012) mengemukakan bahwa brokoli termasuk :

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Superdivisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Subkelas : Dilleniidae
Ordo : Capparales
Famili : Brassicaceae
Genus : Brassica L.
Species : *Brassica oleracea* L.

2.2. Tahapan Brokoli Yang Dapat Dimakan

Brokoli merupakan tanaman sayuran yang termasuk dalam suku kubis-kubisan atau *Brassicaceae*. Brokoli yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat adalah bagian cropnya, yang merupakan tahapan ketika brokoli dewasa. Tahapan brokoli yang dapat dikonsumsi sebelum tahapan brokoli dewasa seperti Gambar 2.1. terdiri dari tiga tahapan yaitu kecambah, microgreens, dan baby greens (Frank, 2018).



Gambar 2.1. Tahapan Brokoli Yang Dapat Dimakan

Sumber : www.growjourney.com

Kecambah merupakan tahap pertama pertumbuhan dalam kehidupan sebuah tanaman, biasanya dilakukan tanpa memerlukan cahaya dan hanya menggunakan air, seluruh tunas dikonsumsi termasuk akarnya, dipanen umur 7-8 hari tergantung pada varietasnya (Bliss, 2014).

Microgreens lebih kecil dari baby greens dan dipanen umur 7-14 hari lebih lambat dari kecambah dengan tinggi 2-3 inchi tergantung pada varietasnya, serta hanya batang dan daun yang dimakan (Eric, 2018).

Baby Greens merupakan tanaman yang tumbuh di mana daun sejati pertama memiliki waktu untuk berkembang, daun pertama yang benar adalah daun pertama yang terlihat seperti apa yang membentuk sayuran dewasa, dipanen umur 30-50 hari tergantung varietasnya (Eric, 2018).

2.3. Microgreens

Microgreens telah diproduksi di Amerika Serikat sejak sekitar pertengahan 1990-an dimulai di California Selatan, pada awalnya ada sangat sedikit varietas yang ditawarkan. Varietas dasarnya adalah Arugula, Basil, Bit, Kale, Cilantro dan campuran yang disebut Rainbow Mix. Microgreens sekarang sedang tumbuh di sebagian besar negara dengan peningkatan jumlah varietas yang diproduksi dan pada saat ini industri microgreens di Amerika Serikat terdiri dari berbagai perusahaan benih dan petani (Bliss, 2014).

Microgreens adalah istilah pemasaran yang digunakan untuk mendeskripsikan sayuran kecil, lunak, dan dapat dimakan yang berkecambah di tanah atau pengganti tanah dari biji sayuran dan herbal (Bliss, 2014). Microgreens dipasarkan untuk kalangan menengah keatas dan dikategorikan khusus sebagai sayuran yang baik untuk menghidangkan salad, sup, plating, dan sandwich (Millard, 2014).

2.4. Morfologi Microgreens

Microgreens merupakan bibit yang tumbuh ke tahap kotiledon atau ketika daun asli pertama muncul di media yang membutuhkan cahaya untuk tumbuh. Bagian microgreens yang dikonsumsi hanya bagian batang dan daun. Microgreens memiliki tiga bagian dasar yaitu batang tengah, daun sejati, dan daun kotiledon biasanya muncul sepasang yang merupakan daun muda (Eric, 2018). Ukurannya

berkisar dari 1 hingga 3 inci (2,5 hingga 7,6 cm), termasuk batang dan daun. Microgreens memiliki satu batang sentral yang dipotong tepat di atas garis tanah pada saat panen (Vanderlinden, 2018).

2.5. Produksi Microgreens

Produksi microgreens dibagi antara petani konvensional dan petani hidroponik. Petani konvensional menumbuhkan microgreens di tempat datar atau bak yang diisi dengan campuran tumbuh kembang gambut berbasis gambut. Petani organik menggunakan campuran serupa, sering diubah dengan kompos atau kascing. Petani hidroponik menggunakan berbagai media yang berbeda dengan yang paling umum adalah perlit dan vermikulit, media lain yang kurang umum termasuk goni, handuk, kertas dan serat coco (Gutiérrez, 2006). Microgreens berumur singkat tergantung dari varietas tanaman yang ditanam, varietas cepat dapat tumbuh dalam 7-14 hari sementara varietas lambat membutuhkan waktu sekitar 16-25 hari (Bliss, 2014).

2.6. Syarat Tumbuh Microgreens

Syarat tumbuh sangat penting dalam menumbuhkan tanaman microgreens karena berpengaruh terhadap tumbuh kembang microgreens tersebut. Syarat tumbuh microgreens tersebut meliputi :

2.6.1. Kelembaban

Kelembaban adalah kunci untuk pertumbuhan yang baik, genangan air mengurangi oksigen di sekitar akar microgreens dan dapat mendorong masalah jamur dan alga. Kelembaban relatif rendah (20-30% RH ambient) menghasilkan microgreens yang lebih lembut untuk disentuh dibandingkan dengan yang tumbuh di kelembaban relatif yang lebih tinggi (50%). Pada kelembaban yang lebih tinggi, microgreens dari tanaman yang sama lebih renyah dan lebih segar daripada yang tumbuh pada kelembaban yang lebih rendah (Storey, 2017).

2.6.2. Cahaya

Cahaya merupakan aspek paling penting untuk menumbuhkan microgreens agar tumbuh dengan sehat dan kuat. Cahaya yang digunakan dapat diperoleh dari sinar matahari langsung atau sinar matahari tidak langsung berupa lampu. Microgreens saat berkecambah pada umur 2-5 hari pertama membutuhkan cahaya

yang sangat rendah, ketika berumur 7-10 hari microgreens dipindahkan ke tempat yang terang (Eric, 2018).

2.6.3. Suhu

Microgreens tumbuh subur pada suhu 18⁰-23⁰C (65⁰-75⁰F), apabila microgreens tumbuh di lingkungan yang lebih dingin maka akan memperlambat waktu perkecambahan dan pertumbuhan serta air akan lama menguap, sedangkan jika tumbuh di lingkungan yang lebih hangat maka air akan lebih cepat menguap dan tekstur tanaman microgreens berubah menjadi renyah (Eric, 2018).

2.6.4. Kerapatan Benih

Tanaman microgreens yang berbeda membutuhkan kepadatan benih yang berbeda. Ketika benih ditanam terlalu padat, aliran air dan drainase bisa menjadi masalah. Panas dan kelembaban terperangkap di dalam kanopi tanaman dengan lebih mudah. Perbedaan ini dapat menyebabkan masalah jamur (Weber, 2017). Hal-hal yang harus diperhatikan untuk menghindari pertumbuhan jamur adalah pastikan benih tidak diikat secara bersamaan di media pertumbuhan dan menyebarkan benih secara merata dalam lapisan tunggal, jika masalah jamur masih terjadi maka dilakukan penyemprotan dengan larutan hidrogen peroksida encer ~ 1 sdt hidrogen peroksida per gal air (Storey, 2017).

2.7. Microgreens Tanaman Brokoli

Microgreens tanaman brokoli ditumbuhkan dengan biji tanpa proses perendaman sebelum ditanam, berwarna hijau gelap, memiliki rasa ringan dan memerlukan waktu tumbuh 10-15 hari. Benih brokoli yang dibutuhkan untuk baki berukuran 5 x 5 inch membutuhkan benih sebanyak dua sendok makan. Tampilan visual microgreens tanaman brokoli yang siap dipanen seperti pada Gambar 2.2. Kedua daun yang di luar adalah daun kotiledon dianggap sebagai panel surya yang lebih kecil yang mengambil sinar matahari ke tanaman dan dapat mengembangkan daun sejati pertamanya. Daun di tengah adalah daun sejati pertama dan daun tersebut adalah daun “asli” pertama dari tunas yang menyerupai bentuk daun normal pada mahkota brokoli (Eric, 2018).



Gambar 2.2. Microgreens tanaman brokoli yang siap dipanen

Sumber : www.growformore.com

2.8. Kriteria Panen Microgreens Tanaman Brokoli

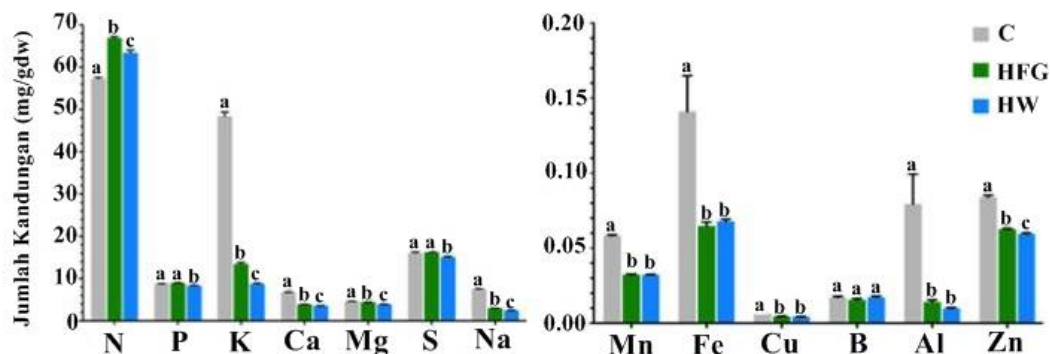
Microgreens tanaman brokoli dipanen pada penampakan daun sejati pertama dengan kotiledon sepenuhnya melebar, masih dalam keadaan segar dan tidak layu, mempertahankan warna khas mereka yaitu berwarna hijau tua dan memiliki tinggi 5-10 cm. Panen dilakukan dengan memotong microgreens secara manual atau secara mekanis beberapa milimeter di atas permukaan media yang sedang tumbuh (Di Gioia dan Santamaria, 2015).

2.9. Nilai Gizi Microgreens Tanaman Brokoli

Nilai gizi dari microgreens tanaman brokoli relatif tinggi dibandingkan dengan sayuran dewasa, bahwa pada tahap pertumbuhan awal yaitu kecambah, microgreens, dan baby greens adalah sumber nutrisi yang lebih padat daripada sayuran dewasa (Fahey *et al*, 1997). Nilai gizi microgreens dapat dipengaruhi oleh media tanam serta metode yang digunakan untuk menanam microgreens seperti pada Gambar 2.3. Media tanam dan metode yang digunakan yaitu tanah, kompos, dan hidroponik dapat secara signifikan berdampak pada nilai gizi microgreens tersebut (Weber, 2017).

Hasil menunjukkan bahwa microgreens tanaman brokoli memiliki nilai gizi yang unggul untuk sayuran matang sehubungan dengan beberapa mineral yang diperiksa (Weber, 2017). Weber menganalisis 13 elemen (N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Mn, Fe, Cu , B , Al, Zn) microgreens tanaman brokoli yang ditanam dengan

vermikompost (C), hidroponik dihidrasi dengan air (HW), dan hidroponik dihidrasi dengan larutan 0,4% nutrisi (HFG).



Gambar 2.3. Nilai Gizi Microgreens Tanaman Brokoli

Sumber : www.growingmicrogreens.com

Hasil penelitian Weber (2017) dengan judul Broccoli Microgreens A Mineral-Rich Crop That Can Diversify Food Systems menunjukkan hasil microgreens tanaman brokoli ditanam dengan vermikompost (C) memiliki jumlah sembilan unsur yang lebih besar secara signifikan (K, Ca, Mg, Na, Mn, Fe, Cu, Al, dan Zn) daripada microgreens yang ditanam secara hidroponik. Microgreens yang ditanam secara hidroponik dihidrasi dengan larutan 0,4% nutrisi (HFG) memiliki jumlah yang jauh lebih besar tujuh elemen (N, P, K, Ca, Mg, S, dan Na) dibandingkan dengan hidroponik dihidrasi dengan air (HW). HFG dan HW microgreens yang ditanam secara hidroponik dihidrasi dengan air (HW) dan larutan 0,4% nutrisi (HFG) memiliki jumlah yang sama dari elemen nutrisi lainnya (Mn, Fe, Cu, dan Zn). Menanam microgreens mungkin tidak memerlukan pupuk karena benih menyediakan cukup nutrisi untuk pertumbuhan ke tahap kotiledon, oleh karena itu penambahan pupuk tidak akan meningkatkan konsentrasi mineral (Treadwell *et al.*, 2010).

2.10. Manfaat Tanaman Brokoli

Brokoli merupakan sayuran yang kaya akan nilai gizi, mengandung beberapa kandungan seperti protein, sulforaphane, indole, glukisinolat, zat besi, beta-karoten (karotenoid), sulfur, kalium, vitamin A, B1, B2, dan C. Brokoli memiliki banyak manfaat dan dikenal sebagai sumber serat, vitamin C, K, E, A,

serta berbagai mineral penting. Berikut ini adalah beberapa manfaat tanaman brokoli :

- **Rendah kalori**

Brokoli merupakan salah satu sayuran yang memiliki kalori yang sangat rendah, yaitu hanya 34 kalori per 100 g. Namun demikian, brokoli kaya serat, mineral, vitamin, dan antioksidan, yang terbukti banyak bermanfaat untuk kesehatan. Kekuatan total antioksidan diukur dari segi kapasitas penyerapan oksigen radikal oksigen (ORAC), dan pada brokoli perbandingannya adalah 1632 umol TE/100 g (Gomies *et al*, 2012).

- **Brokoli memiliki sifat anti kanker**

Brokoli yang masih segar adalah gudang nutrisi nabati seperti tiosianat, indoles, sulforaphane, isothiocyanate dan flavonoid seperti beta-karoten cryptoxanthin, lutein, dan zeaxanthin. Penelitian telah menunjukkan bahwa senyawa ini memberikan sinyal positif dengan memodifikasi pada tingkat reseptor molekul membantu melindungi kita dari berbagai jenis kanker, seperti prostat, usus besar, kandung kemih, pankreas, dan kanker payudara (Gomies *et al*, 2012).

- **Brokoli kaya zat sebagai antioksidan alami yang kuat**

Brokoli sangat populer akan sumber yang kaya vitamin C. Brokoli mengandung 89,2 mg atau sekitar 150% per 100 g (RDA). Vitamin C adalah anti-oksidan dan modulator kekebalan tubuh alami yang kuat, berguna membantu untuk melawan virus penyebab flu (Gomies *et al*, 2012).

- **Mengandung vitamin A untuk kesehatan mata**

Sumber antioksidan lain dari kepala brokoli adalah vitamin A. 100 gram brokoli segar mengandung Vitamin A 623 IU, atau 21% dari tingkat kebutuhan harian yang direkomendasikan. Pro-vitamin lainnya pada brokoli seperti beta-karoten, alfa-karoten, dan zeaxanthin berguna untuk membantu menjaga integritas kulit dan selaput lendir. Vitamin A penting untuk kesehatan mata, dan akan membantu mencegah degenerasi makula pada retina pada lanjut usia. Daun Brokoli (pucuk hijau) merupakan sumber karotenoid dan vitamin A (16000 IU vitamin A per 100 g), senyawa ini lebih banyak beberapa kali dari yang di bunga (Gomies *et al*, 2012).

- **Brokoli sumber folat yang baik**

Brokoli segar adalah sumber folat yang sangat baik, mengandung sekitar 63 \hat{I} 4g/100 g (sebesar 16% dari RDA), dari penelitian telah menunjukkan bahwa mengkonsumsi sayuran segar dan buah-buahan yang kaya folat selama kehamilan dapat membantu mencegah cacat tabung saraf pada bayi (Indrayoga dkk, 2013).

- **Brokoli kaya vitamin K**

Bunga brokoli merupakan sumber yang kaya vitamin-K, dan kelompok vitamin B-kompleks seperti niacin (vitamin B3), asam pantotenat (Vitamin B5), piridoksin (Vitamin B6), vitamin B-12, dan riboflavin. Bunga brokoli juga mengandung asam lemak omega-3 selain ikan (Kumarawati dkk, 2013).

- **Sumber mineral yang baik**

Brokoli juga merupakan sumber mineral yang baik, seperti kalsium, mangan, zat besi, magnesium, selenium, zinc dan fosfor (Gomies *et al*, 2012).

2.11. Kandungan Sulforaphane pada Tanaman Brokoli

Sulforaphane merupakan senyawa antioksidan paling ampuh yang tersimpan pada tanaman brokoli, selain betakaroten, indola, kuersetin, dan glutation. (Apriadi, 2008). Sulforaphane adalah senyawa organosulfur alami yang mendukung fungsi antioksidan tubuh, dan menunjukkan antidiabetes, sifat antimikroba dan antikanker. Sulforaphane merupakan senyawa luar biasa yang dapat mengaktifkan pertahanan internal sel-sel tubuh dengan mengaktifkan lebih dari 200 gen pertahanan berbeda yang digunakan sel untuk melindungi diri, beberapa gen ini membantu mengatur tingkat antioksidan sel sementara yang lain mengaktifkan proses detoksifikasi internal sel dan dua cara utama sel manusia mempertahankan diri terhadap penyakit (Zhang dan Callaway, 2002).

Kecambah brokoli adalah sumber yang baik dari sayuran sehat untuk mencegah berbagai penyakit. Kecambah ini relatif mudah tumbuh dan dapat diproduksi dalam waktu kurang dari seminggu, dari biji kering hingga kecambah akhir. Kecambah brokoli memiliki sedikit bau belerang ketika tumbuh, karena biokimia tertentu yang dilepaskan selama proses perkecambahan. Brokoli terkenal dengan kandungan antioksidannya. Kecambah brokoli dapat mengandung sekitar

50 kali sulforaphane yang ditemukan dalam brokoli matang menurut beratnya, sehingga dapat mendapatkan sebanyak mungkin antioksidan dalam 1 ons kecambah brokoli seperti yang dilakukan jika memakan 3 pon brokoli yang tumbuh penuh (Fahey *et al*, 1997).

2.12. Media Tanam

2.12.1. Rockwool

Rockwool dibuat dengan melelehkan kombinasi batu dan pasir kemudian campuran diputar untuk membuat serat yang dibentuk menjadi berbagai bentuk dan ukuran. Bentuk rockwool bervariasi dari 1x1x1 inchi dimulai dengan bentuk kubus hingga 3x12x36 inchi lempengan seperti pada Gambar 2.4. Rockwool merupakan media semai dan media tanam yang paling baik dan cocok untuk sayuran. Rockwool dapat menghindarkan dari kegagalan semai akibat bakteri dan cendawan penyebab layu fusarium. Rockwool merupakan media anorganik dengan komponen media berbentuk granula yang berguna untuk menyerap dan meneruskan air sehingga mempunyai kapasitas memegang air tinggi (Handreck dan Black, 1994).



Gambar 2.4. Media Tanam Rockwool

Sumber : www.rockwool.com

Media tanam rockwool mengandung unsur hara fosfor (P) dan kalium (K) yang dibutuhkan tanaman untuk proses fotosintesis sehingga tanaman lebih cepat tumbuh dan produksinya lebih tinggi dengan nutrisi dan air yang mencukupi bagi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian media tanam rockwool merupakan media yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil produksi selada (Saroh dkk, 2016).

2.12.2. Cocopeat

Cocopeat merupakan proses penghancuran sabut dihasilkan serat atau fiber serta serbuk halus (Irawan dan Kafiar, 2015). Cocopeat merupakan salah satu media tanam tanpa tanah yang tersedia didaerah tropis, cocopeat adalah hasil pertanian yang didapatkan dari ekstraksi serat dari sabut kelapa seperti Gambar 2.5. Sabut kelapa merupakan salah satu bahan organik alternatif untuk media tanam. Media tanam sabut kelapa ini digunakan pada daerah dengan curah hujan yang rendah, karena jika sabut kelapa berada pada keadaan air yang berlebih akan menyebabkan sabut lapuk kemudian akan ditumbuhi jamur serta cendawan yang sangat merugikan tanaman (Pratiwi dkk, 2017).



Gambar 2.5. Media Tanam Cocopeat

Sumber : www.hidroponikstore.com

Kelebihan sabut kelapa sebagai media tanam dikarenakan karakteristiknya yang mampu mengikat dan menyimpan air dengan kuat, sesuai untuk daerah panas, dan mengandung unsur-unsur hara esensial, seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (N), dan fosfor (P). Cocopeat dianggap sebagai komponen media tanam yang baik dengan pH, EC dan reaksi kimia lainnya. Cocopeat telah dikenal memiliki kapasitas menyerap air yang tinggi sehingga menyebabkan pergerakan udara dalam air buruk, aerasi yang rendah dapat mempengaruhi difusi oksigen ke akar (Awang dkk, 2009). Kekurangan cocopeat adalah banyak mengandung tanin, zat tanin diketahui sebagai zat yang menghambat pertumbuhan tanaman (Fahmi, 2015).

Cocopeat memiliki beberapa keunggulan sebagai media tanam, salah satunya yang paling sering dimanfaatkan adalah kemampuan mengikat air (water holding capacity). Media serbuk sabut kelapa memiliki daya simpan air yang

tinggi dibandingkan media tanah dan media campuran serbuk sabut kelapa + tanah. Cocopeat memiliki kemampuan menyimpan air yang sangat besar, yaitu sebesar 69% (Pratiwi dkk, 2017). Tanaman sengan dan mahoni dengan perlakuan serbuk sabut kelapa lebih lama mengalami kekeringan (*dry spell*), sengan mengalami kekeringan pada hari ke-25 dan mahoni pada hari ke-55 (Hasriani dkk, 2013).

2.12.3. Kertas Merang

Media kertas dapat menggunakan kertas merang adapun spesifikasi substrat untuk dijadikan media berkecambah adalah kertas harus berpori, memungkinkan akar tumbuh, bebas dari cendawan, dan bakteri yang dapat memengaruhi perkecambahan, tetap ulet/kuat selama jangka waktu penanaman dan mampu menahan air cukup selama penanaman, pH 6,0-7,5, secara fisik media harus mempunyai porositas yang tinggi, drainase dan aerasi yang baik (Hardiwinoto dkk, 2011).



Gambar 2.6. Media Tanam Kertas Merang

Sumber : *Sumber : [www. indotrading.com](http://www.indotrading.com)*

Kamil (1982) mengemukakan bahwa yang dimaksud dengan substrat/media perkecambahan adalah bahan atau material tempat benih disimpan untuk perkecambahan. Kertas merang memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi sehingga menyebabkan media menjadi terlalu lembab sehingga kertas merang mempunyai kelemahan yaitu mudah terserang jamur seperti pada Gambar 2.6. Hasil penelitian Suwarno dan Hapsari (2008) bahwa kertas merang memiliki kemampuan terbesar dalam penyerapan air (46,5 g per unit media). Hasil penelitian Yuniarti *et al*, (2015) menyatakan bahwa daya berkecambah benih *E. pellita* yang dihasilkan dari benih yang disortasi dengan ukuran ayakan 600 μm yang dikecambahkan dengan menggunakan substrat kertas merang dan metoda uji

di atas kertas yaitu sebanyak 184 kecambah/0,1 gr benih. Sadjad (1972) mengemukakan bahwa kertas merang dipilih karena memiliki daya absorpsi air yang tinggi serta harganya yang murah.

2.12.4. Hidroton

Hidroton merupakan media tanam hidroponik yang terbuat dari bahan dasar lempung yang berbentuk bulatan-bulatan dengan ukuran bervariasi antara 1cm-2,5 cm seperti pada Gambar 2.7., dalam bulatan-bulatan ini terdapat pori-pori yang dapat menyerap air (nutrisi) sehingga dapat menjaga ketersediaan nutrisi untuk tanaman. Hidroton berbentuk bulat (tidak bersudut) maka dapat mengurangi resiko merusak akar, dan ruang antar bulatan-bulatan ini bagus untuk ketersediaan oksigen bagi akar (Chirino dan Vilagrosa, 2011).



Gambar 2.7. Media Tanam Hidroton

Sumber : www.hidroponikstore.com

Pembuatan Hidroton menggunakan tanah liat karena merupakan jenis tanah yang bertekstur paling halus dan lengket atau berlumpur. Karakteristik dari tanah liat adalah memiliki pori-pori berukuran kecil (pori-pori mikro) yang lebih banyak daripada pori-pori yang berukuran besar (pori-pori makro) sehingga memiliki kemampuan mengikat air yang cukup kuat. Pori-pori mikro adalah pori-pori halus yang berisi air kapiler atau udara, sementara pori-pori makro adalah pori-pori kasar yang berisi udara atau air gravitasi yang mudah hilang. Ruang dari setiap pori-pori mikro berukuran sangat sempit sehingga menyebabkan sirkulasi air atau udara menjadi lambat. Hidroton yang baik dihasilkan dari pembakaran pada tanur dengan suhu 500-800°C selama 2 jam (Hanafiah, 2005). Astuti (1997) mengemukakan bahwa tanah liat yang dibakar pada suhu berkisar antara 500-800°C akan menggelas, selain itu dapat menghilangkan uap air yang terikat pada

molekul tanah liat, serta membakar habis unsur karbon dan bahan organik. Syarat media tanam yang baik adalah memiliki rasio menahan air dan udara yang baik, memiliki pH stabil (antara 5,5-6,5), bisa dibasahi kembali setelah kering (bisa digunakan kembali, berulang-ulang kali, tidak cepat rusak), murah, mudah didapat, cukup ringan, sehingga tidak menyulitkan transportasi. Hidroton memiliki pH netral dan stabil, dan dapat dipakai berulang-ulang, cukup dicuci saja dari kotoran/lumut/alga jika akan digunakan untuk penanaman selanjutnya (Lingga, 2005). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tanaman kangkung, bayam dan sawi dengan ukuran granul hidroton sangat signifikan terhadap evapotranspirasi (Marlina dkk, 2015).

2.13. Manfaat Air Kelapa untuk Pertumbuhan Tanaman

Manfaat lain dari penggunaan bahan organik untuk pertanian adalah untuk mengurangi pemakaian pupuk kimia. Cara lain yang dapat digunakan untuk membantu mempercepat pertumbuhan tanaman yaitu dengan menggunakan air kelapa (*Cocos nucifera* L.) sebagai pengganti pupuk kimia. Air kelapa merupakan salah satu produk tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Lawalata, 2011).

Air kelapa merupakan salah satu zat pengatur tumbuh alami yang lebih murah dan mudah didapatkan dan juga telah lama dikenal sebagai zat tumbuh. Air kelapa yang sering dibuang oleh para pedagang di pasar tidak ada salahnya bila dimanfaatkan sebagai penyiram tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air kelapa kaya akan kalium, mineral diantaranya Kalsium (Ca), Natrium (Na), Magnesium (Mg), Ferum (Fe), Cuprum (Cu), dan Sulfur (S), gula serta protein, selain itu dalam air kelapa juga terdapat dua hormon alami yaitu auksin dan sitokinin yang berperan sebagai pendukung pembelahan sel (Suryanto, 2009).

Kecukupan hormon sitokinin yang terdapat pada air kelapa berperan dalam mendorong terjadinya pembelahan sel dan diferensiasi jaringan dalam merangsang pertumbuhan tunas, selain sitokinin peran auksin yang terkandung dalam air kelapa yang diserap oleh jaringan tanaman akan mengaktifkan energi cadangan makanan dan meningkatkan pembelahan sel, pemanjangan dan

diferensiasi sel yang pada akhirnya membentuk tunas dan berperan dalam proses pemanjangan tunas (Manurung dkk, 2017).

Air kelapa mengandung zeatin yang diketahui termasuk dalam kelompok sitokinin. Air kelapa merupakan salah satu bahan alami yang mengandung hormon sitokinin 5,8 mg/l (Setiawan, 2013). Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Bey, dkk (2006) juga menyatakan bahwa air kelapa mengandung zat pengatur tumbuh seperti sitokinin sebanyak 5,8 mg/l. Djahuri (2011) mengemukakan bahwa air kelapa selain mengandung mineral juga mengandung sitokinin, fosfor, dan kinetin yang berfungsi mempercepat pembelahan sel serta pertumbuhan tunas. Pertumbuhan panjang tunas disebabkan oleh aktivitas meristem apikal yang lancar sehingga ketersediaan karbohidrat yang diperoleh digunakan untuk proses pembelahan sel. Penggunaan ZPT alami yang tepat akan memberi pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tanaman, namun apabila dalam jumlah yang terlalu banyak justru akan merugikan tanaman. Santoso (2013) mengemukakan bahwa sitokinin dalam air kelapa diketahui mampu menunda penuaan daun dengan jalan menghambat penguraian protein. Setiawan (2013) mengemukakan bahwa sitokinin dalam air kelapa juga mampu mencegah terjadinya penguningan daun yang timbul dari proses penuaan.

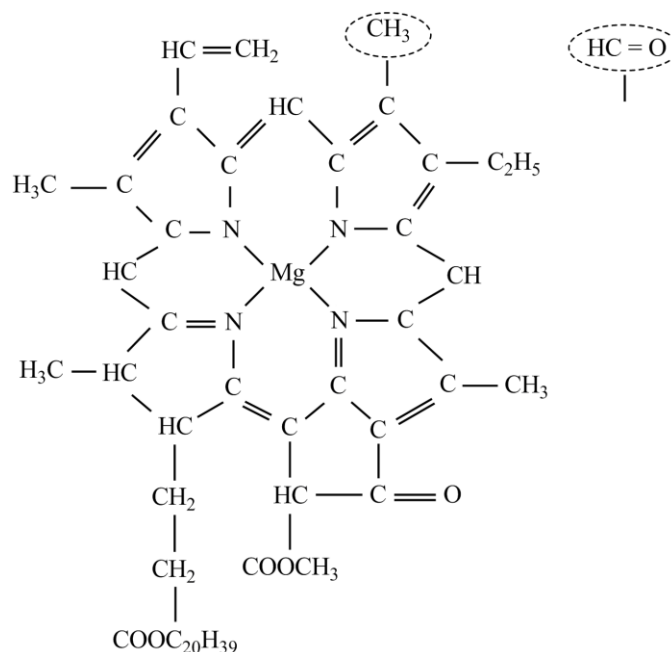
2.14. Klorofil Total

Klorofil total terdiri dari klorofil a yang menghasilkan warna hijau biru, klorofil b yang menghasilkan warna hijau kekuningan, klorofil c yang menghasilkan warna hijau cokelat, klorofil d yang menghasilkan warna hijau merah. Senyawa ini yang berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah tenaga cahaya matahari menjadi tenaga kimia. Proses fotosintesis, terdapat 3 fungsi utama dari klorofil yaitu yg pertama memanfaatkan energi matahari, kedua memicu fiksasi CO₂ menjadi karbohidrat dan yang ketiga menyediakan dasar energetik bagi ekosistem secara keseluruhan. Karbohidrat yang dihasilkan fotosintesis melalui proses anabolisme diubah menjadi protein, lemak, asam nukleat, dan molekul organik lainnya (Muthalib, 2009).

Sifat fisik klorofil adalah menerima dan atau memantulkan cahaya dengan gelombang yang berlainan (berpendar atau berfluoresensi). Klorofil banyak

menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400-700 nm, terutama sinar merah dan biru. Sifat kimia klorofil antara lain tidak larut dalam air, melainkan larut dalam pelarut organik yang lebih polar, seperti etanol dan kloroform, inti Mg akan tergeser oleh 2 atom H bila dalam suasana asam yang dapat dilihat pada Gambar 2.8., sehingga membentuk suatu persenyawaan yang disebut feofitin yang berwarna coklat (Dwidjoseputro, 2005).

Lakitan (2000) mengemukakan bahwa unsur Mg dan N merupakan penyusun klorofil untuk fotosintesis. Klorofil yang cukup pada daun dapat menyebabkan daun berkemampuan untuk menyerap cahaya matahari sehingga terjadi proses fotosintesis yang kemudian menghasilkan energi yang diperlukan sel untuk melakukan aktivitas pembelahan dan pembesaran sel yang terdapat pada daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyiraman air kelapa dapat mencukupi kebutuhan hara microgreens tanaman brokoli, sehingga dapat mendukung proses metabolisme dan memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta dalam proses fotosintesis.



Gambar 2.8. Struktur Kimia Klorofil

Sumber : www.oseanografi.lipi.go.id

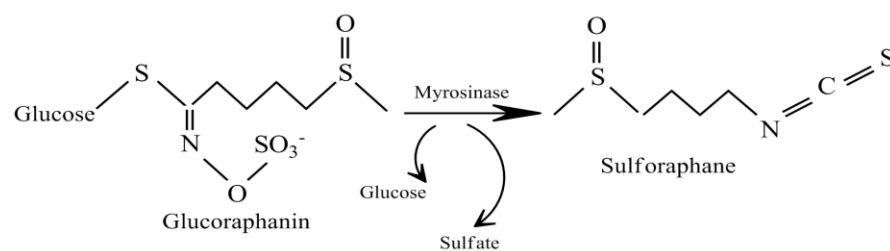
Klorofil dibentuk dari kodensasi suksinil CoA beserta dengan asam amino glisin menjadi suatu senyawa, setelah melalui beberapa tahap reaksi dengan

adanya fitol dan enzim klorofilase dirubah menjadi klorofil (Darmawan dan Baharsyah, 1983). Unsur besi (Fe) dan mineral-mineral lainnya adalah esensial bagi pembentukan klorofil dalam sel-sel hidup, namun magnesium (Mg) adalah satu-satunya unsur logam yang merupakan komponen klorofil (Riyono, 2007).

2.14. Sulforaphane

Sulforaphane adalah sulfur alami mengandung turunan isotiosianat yang membantu untuk memobilisasi sumber daya alami tubuh manusia yang melawan kanker dan mengurangi risiko kanker berkembang. Sulforaphane terdapat pada tanaman terikat dengan molekul gula, glukosinolat, dan sulforaphane. Sulforaphane adalah fase 2 enzim induser, sehingga menetralkan karsinogen sebelum mereka dapat merusak DNA. Sulforaphane menghambat benzo [a] pyrene-DNA dan 1,6-dinitropyrene-DNA. Sulforaphane merupakan senyawa antioksidan paling ampuh yang tersimpan pada tanaman brokoli, selain betakaroten, indola, kuersetin, dan glutathion (Apriadi, 2008).

Sulforaphane [1-isothiocyanato-4-(methylsulfinyl)-butane] diidentifikasi dalam brokoli (anggota Brassicaceae) sebagai produk hidrolisis enzimatis atau asam dari co-(methylsulfinyl)-alkyl-glucosinolate (glucoraphanin), Myrosinase merupakan enzim yang hadir dalam brokoli segar dan kecambahnya, menghidrolisis glukoraphanin (GRA) prekursor glukosinolat inert dari sulforaphane (SFN), ke dalam isothiocyanate yang aktif secara biologis (Soni dan Kohli, 2005). Metionin merupakan prekursor dari glukorafanin dan juga prekursor dari sulforaphane. Kandungan metionin akan meningkatkan kandungan sulforaphane (Marhaenus *et al*, 2013). Ding *et al*, (2006) mengemukakan bahwa sulforaphane dibentuk dari metionin dan glukorafanin yang merupakan prazat atau prekursor terhadap sulforaphane seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Struktur Kimia Sulforaphane

Sumber : www.researchgate.net/Glucoraphanin-is-the-major-in-broccoli