

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kale

Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) merupakan jenis sayur kelas dunia yang mengandung nilai nutrisi tinggi. Kale berasal dari golongan *Brassica*, layaknya kubis, brokoli, dan kailan. Kata kale sendiri berasal dari bahasa Belanda yang artinya kubis petani. Sepintas, tampilan fisik kale mirip dengan brokoli dan kubis. Namun, daun sejati kale tidak berbentuk kepala dan warna daun hijau atau ungu kebiruan (Arifin, 2016).

Tanaman kale mengandung sulforaphane yang terbukti mampu menangkal penyakit kanker. Selain itu, kale mengandung vitamin, beta karoten, flavonoid, lutein, dan zeaxhantin yang paling tinggi dibandingkan dengan sayuran lainnya. Kale dapat dikonsumsi dalam bentuk mentah atau salad. Sementara itu, jika kale dimasak atau dikonsumsi dalam bentuk matang, kandungan sulforaphane akan berkurang. Kale sangat cocok diolah menjadi *smoothies*, *juice*, dan sebagai makanan diet (Arifin, 2016). Bennett (2015) mengemukakan terdapat beberapa jenis kale, masing-masing kale memiliki rasa, tekstur dan warna yang berbeda antara lain Kale Keriting (*Curly Kale*), *Tuscan Kale*, dan Kale Siberia (*Red Russian Kale*).

Kale keriting (*Curly Kale*) adalah jenis kale yang paling populer dan paling umum tersedia. Kale keriting memiliki warna hijau muda atau hijau tua, batang yang tebal dan renyah. Kale keriting memiliki rasa yang pedas dan pahit, sehingga semakin muda daun rasa pahit berkurang. Kale keriting dihidangkan sebagai salad, jus dan *smoothie*.

Tuscan kale memiliki berbagai nama yang berbeda yaitu *lacinato kale*, *nero di Toscano*, dan *dinosaur kale*. *Tuscan kale* adalah jenis kale yang memiliki warna daun hijau kebiruan dengan tekstur sedikit berkerut dan tegas. Memiliki rasa sedikit manis dan lebih lembut dari pada jenis keriting, tapi tidak terlalu pahit. Pada umumnya *tuscan kale* diolah sebagai makanan sup.

Red russian kale dikenal juga sebagai kale Siberia. *Red russian kale* memiliki batang yang panjang dan besar. Kale Rusia merah memiliki warna daun sedikit merah dan ungu kemerahan untuk batangnya, dan memiliki rasa yang

manis dan pedas. Berikut merupakan salah satu contoh gambar dari tanaman *red russian kale*.

Tanaman kale dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran tinggi. Suhu yang sesuai untuk tanaman kale ialah 60-80 °F atau 16-28 °C. Tanaman kale dapat tumbuh pada pH sekitar 6–7,5 (Shry dan Reiley, 2011). Hadi (2016) mengemukakan tanaman kale dapat dipanen pada umur 55 hari setelah pindah tanam.

2.2 Sistem Budidaya Hidroponik

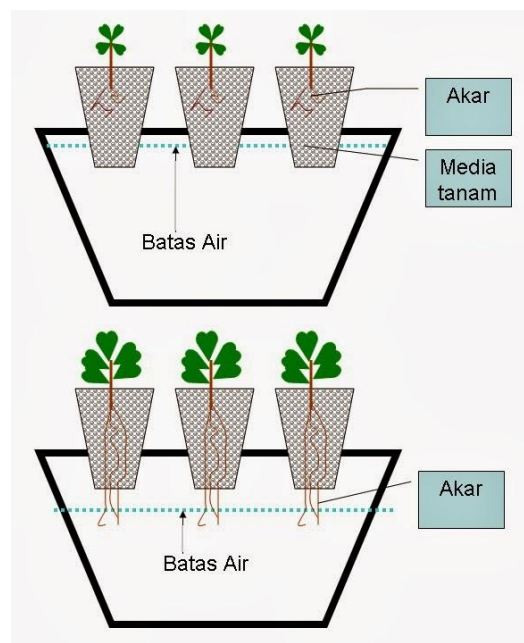
Hidroponik dikenal sebagai *soilless culture* atau budidaya tanaman tanpa tanah. Istilah hidroponik digunakan untuk menjelaskan tentang kegiatan bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Istilah lain dari hidroponik yaitu bercocok tanam tanpa tanah. Hal ini termasuk juga bercocok tanam di dalam pot atau wadah lain yang menggunakan air atau bahan porous lainnya, seperti pecahan genting, pasir kali, kerikil, dan gabus putih atau *styrofoam*. (Herwibowo dan Budiana, 2014)

Sistem budidaya hidroponik dikategorikan menjadi dua, yaitu sistem aktif dan sistem pasif (Suryani, 2015). Hidroponik sistem aktif yaitu larutan air beserta nutrisi terus bergerak dan bersirkulasi dengan menggunakan pompa air. Hidroponik sistem pasif yaitu larutan nutrisi diserap oleh medium dan diteruskan pada akar tanaman, tanpa tersirkulasi. Rahmat (2015) mengemukakan bertanam secara hidroponik juga memiliki banyak kelebihan lain dibandingkan dengan teknik bertanam konvensional. Beberapa kelebihan tersebut sebagai berikut, lebih praktis dan lebih mudah dikontrol perawatannya, pemakaian pupuk AB-Mix lebih hemat, proses penyulaman atau penggantian tanaman yang mati lebih mudah dilakukan, tidak membutuhkan banyak tenaga kerja, tanaman dapat tumbuh lebih cepat dan kondisi disekitar area penanaman juga terlihat tidak kotor, waktu produksi dan panen lebih kontinyu, tanaman yang ditanam tidak terpengaruh musim sehingga bisa ditanam kapan pun, dan dapat dilakukan di lahan atau ruang yang terbatas, seperti atap, pekarangan, atau garasi.

2.3 Sistem Hidroponik Rakit Apung

Hidroponik rakit apung dikenal juga dengan istilah *raft system*. Liferdi *et al.*, (2016) mengemukakan sistem rakit apung atau *raft system* adalah budidaya

tanaman dengan cara meletakkan tanaman pada suatu bidang datar dan diletakkan diatas cairan nutrisi. Dengan demikian, akar tanaman terendam dalam larutan nutrisi dengan kedalaman 6-10 cm. Maghfoer, Roedy dan Misky (2007) mengemukakan hidroponik rakit apung adalah menanam tanaman pada suatu rakit berupa panel tanam yang dapat mengapung diatas permukaan larutan nutrisi dengan akar menjuntai ke dalam air. Helaiian *styrofoam* setebal 2-3 cm terapung diatas larutan unsur hara. Kemudia *styrofoam* diberi lubang tanam. *Netpot* yang berisi media *rockwool* diletakkan pada *styrofoam* yang telah dilubangi. Berikut merupakan gambar sistem rakit apung (Gambar 1).



Gambar 1. Sistem Rakit Apung (Andayani, 2014)

Teknologi hidroponik rakit apung adalah salah satu sistem budidaya hidroponik yang dikembangkan dari *water culture*. Berbeda dari *Nutrient Film Technique* (NFT), pada sistem ini tidak dilakukan sirkulasi hara. NFT merupakan metode penanaman dengan menggunakan aliran air tipis yang mengandung unsur-unsur yang diperlukan tanaman dan tersirkulasi (Suryani, 2015). Sedangkan hidroponik sistem rakit apung tidak dilakukan resirkulasi hara. Sehingga hidroponik rakit apung tidak ketergantungan akan energi listrik.

Permasalahan dalam hidroponik sistem rakit apung adalah terendamnya akar tanaman dalam larutan hara karena tidak dilakukannya resirkulasi hara. Hal ini mengakibatkan rendahnya kadar oksigen di zona perakaran. Morard dan

Silvestre (1996) mengemukakan ruang pori pada akar yang terisi air berperan dalam memperlambat atau bahkan memutuskan pertukaran gas antara atmosfer dan rhizospher, akibatnya konsentrasi oksigen yang diperlukan untuk respirasi akar menjadi faktor pembatas. Kekurangan oksigen pada aktifitas sistem perakaran mempengaruhi terjadinya proses penyerapan air dan mineral hara.

Metode hidroponik non sirkulasi adalah metode yang unik dan sangat efisien untuk membudidayakan tanaman sayuran secara hidroponik. Metode ini mampu menumbuhkan seluruh tanaman hidroponik hanya dengan menggunakan aplikasi air dan nutrisi. Penggunaan tenaga listrik untuk aerator dan pompa, tidak diperlukan dalam aplikasi hidroponik tanpa sirkulasi ini. Lebih lanjut dijelaskan pula konsep dasar dari hidroponik non sirkulasi terdiri dari, bagian atas dari perakaran tanaman budidaya harus berada pada kondisi yang lembab, perakaran harus terhindar dari kekeringan, bagian bawah dari perakaran harus mampu menyerap air dan nutrisi, dan tingkat volume nutrisi seiring pertumbuhan tanaman akan berkurang. Volume larutan nutrisi dapat berkurang atau diatur agar tetap sama, tetapi tidak dapat ditambah dari volume awal karena pori-pori pada akar akan terbawa air sehingga tanaman akan mengalami kerusakan (Kratky, 2004).

Seiring dengan bertumbuhnya tanaman budidaya, volume larutan nutrisi akan berkurang dan akar semakin berkembang mengikuti perubahan volume larutan nutrisi. Bagian bawah dari sistem perakaran baru yang aktif akan tetap menyerap nutrisi dan air yang dibutuhkan oleh tanaman. Sementara itu, akar yang berada pada ruang udara yang tercipta dari turunnya volume larutan nutrisi, secara perkembangan morfologi akan berubah menjadi lebih tebal dan semakin banyak tumbuh cabang-cabang akar untuk menyerap lebih banyak oksigen (Kratky, 2004).

2.4 Larutan Nutrisi

Larutan nutrisi terdiri dari berbagai garam pupuk yang dilarutkan ke dalam air dan digunakan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman yang dibudidayakan secara hidroponik. Larutan nutrisi merupakan unsur utama dalam kegiatan bertanam secara hidroponik. Karena tanaman hidroponik sepenuhnya bergantung dari larutan nutrisi yang diterimanya. Begitu pentingnya pembuatan larutan ini sehingga ada beberapa hal yang harus diperhatikan (Hendra dan Agus, 2014).

Nutrisi yang diberikan dapat digolongkan menjadi dua kelompok yaitu, nutrisi yang mengandung unsur hara makro dan yang mengandung unsur hara mikro. Unsur hara makro yaitu nutrisi yang diperlukan tanaman dalam jumlah yang cukup banyak seperti N, P, K, S, Ca, dan Mg. Unsur hara mikro merupakan nutrisi yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit, seperti Mn, Cu, Mo, Zn, Cl, B dan Fe. Walaupun dalam jumlah sedikit, unsur mikro ini harus tetap ada (Sutanto, 2015).

Larutan nutrisi dapat diserap oleh tanaman melalui mekanisme penyerapan hara akar tanaman seperti aliran massa, difusi dan intersepsi akar. Aliran massa merupakan peristiwa tersedianya unsur hara yang terkandung di dalam air ikut bersama gerakan massa air ke permukaan akar tanaman. Selama tanaman mengalami proses transpirasi, terjadi juga proses penyerapan air oleh akar tanaman. Unsur hara yang tersedia melalui aliran massa diantaranya nitrogen (N), kalsium (Ca), belerang (S) dan molibdenum (Mo). Difusi merupakan peristiwa pergerakan unsur hara karena adanya perbedaan konsentrasi unsur hara. Unsur hara yang tersedia melalui difusi diantaranya fosfor (P), dan kalium (K). Intersepsi akar merupakan peristiwa akar tanaman terus-menerus tumbuh memanjang sehingga memperluas jangkauan akar untuk mendapatkan unsur hara. Unsur hara yang tersedia melalui intersepsi akar adalah kalsium (Ca) (Lubis dan Agus, 2011).

Nutrisi yang digunakan dalam budidaya tanaman secara hidroponik adalah nutrisi AB mix. AB mix terdiri dari larutan hara stok A yang mengandung hara makro dan stok B yang mengandung hara mikro (Nugraha, 2014). Nutrisi AB mix harus diencerkan sebelum digunakan. Formula A dilarutkan dalam wadah berisi 5 liter air, lalu aduk hingga tercampur rata. Dengan cara yang sama, formula B dilarutkan dalam wadah berisi 5 liter air (Hendra *et al.*, 2014). Tanaman menyerap unsur hara melalui pertukaran ion. Kandungan unsur hara di dalam pupuk hanya dapat diserap tanaman dalam bentuk ion anorganik yang bermuatan positif maupun negatif. Kation adalah ion bermuatan positif, contohnya seperti Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} , Na^{+} , NH_4^{+} , Al^{+3} , dan H^{+} . Anion adalah ion bermuatan negative, contohnya seperti Cl^{-} dan NO_3^{-} (Rizkika, 2015).

2.5 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH merupakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki suatu zat atau larutan sebagai akibat dari aktivitas ion hidrogen. Derajat keasaman dianggap normal atau netral bila memiliki nilai 7 dengan tingkat keasaman tertinggi 0 dan kebasaan tertinggi 14. Suatu zat atau larutan bersifat basa bila pH-nya diatas 7 dan bersifat asam bila pH-nya di bawah 7 (Tim Penebar Swadaya, 2008). PH nutrisi berperan penting bagi tanaman hidroponik. Angka pH ideal untuk beragam tanaman sayuran dan buah hidroponik berada pada kisaran 5,5 – 6,5 dengan suhu nutrisi 22⁰C. Peningkatan dan penurunan suhu juga mempengaruhi pH. Pada siang hari angka pH akan menurun, sebaliknya pada sore hari angka pH naik. Pada kisaran pH 4,0 - 6,0 semua nutrisi umumnya tersedia untuk tanaman. Pada kondisi pH dibawah 6 dan pH di atas 7,5 unsur hara sulit diserap tanaman (Syariefa, Sandi, Syah, Rosy, Argohartono, Kiki, Desi, Andari, Bondan, Riefza, Rizky, Hermawan dan Muhammad, 2014).

2.6 Kepekatan Larutan Nutrisi

Sistem hidroponik sangat bergantung pada kepekatan larutan nutrisi yang digunakan. Tingkat kepekatan larutan dapat diukur dengan menggunakan EC (*electrical conductivity*) meter yang dinyatakan dalam satuan milliSiemens/cm (mS/cm) (Hendra *et al.*, 2014). Selain EC meter dapat digunakan juga TDS (*Total Dissolved Solids*). Pada umumnya TDS meter sering digunakan dalam melaksanakan budidaya tanaman secara hidroponik, karena lebih praktis dan mudah dalam mengukur kepekatan larutan nutrisi. TDS meter sebenarnya untuk mengukur total padatan yang terlarut dalam larutan nutrisi, tetapi angka yang diperoleh dalam TDS meter akan diubah oleh alat sehingga pada layar TDS meter akan tampak angka dengan satuan (*part per million*, bagian seperjuta). Hubungannya dengan EC ialah bahwa 1 EC mS/cm akan setara dengan 700 ppm pada TDS meter (Ainina, 2017). Cara mengukurnya tinggal mencelupkan alat ke larutan dan pada TDS meter akan tercantum angka kepekataannya (Suryani, 2015).

Kepekatan larutan sering juga disebut kegaraman (*salinitas*) karena hara terlarut tersebut berupa garam-garaman. Kandungan garam yang berada dalam nutrisi memiliki daya hantar listrik (*electrical conductivity* atau EC). EC atau konduktivitas listrik mengandung elektron yang dapat mengalir dari satu set elektroda ke elektroda lainnya dalam air. Hal itu disebabkan karena ion-ion yang

berperan mengangkut elektron terlarut dalam air. Konsentrasi ion dalam air menentukan jumlah elektron yang dapat berpindah dari elektroda satu ke elektroda lain. Artinya, semakin tinggi konsentrasi ion, makin besar aliran elektron (Syariefa *et al.*, 2014).

Kepekatan larutan nutrisi dipengaruhi oleh kandungan garam total serta akumulasi ion-ion yang berada didalam larutan nutrisi. Konduktivitas listrik dalam larutan mempengaruhi metabolisme tanaman yaitu dalam hal kecepatan fotosintesis, aktivitas enzim, dan potensi penyerapan ion-ion oleh akar tanaman (Sukawati, 2010). Larutan nutrisi pada kepekatan yang lebih rendah dapat mengakibatkan efektivitas pupuk menjadi berkurang. Larutan nutrisi pada kepekatan yang lebih rendah mengandung unsur hara yang sedikit, sehingga penyerapan unsur hara oleh akar akan semakin lama dan dapat berpengaruh pada lambatnya pertumbuhan tanaman. Ketersediaan unsur hara kurang dari jumlah yang dibutuhkan tanaman, maka akan terganggu metabolisme tanaman yang secara visual dapat terlihat dari penyimpangan pada pertumbuhan tanaman. Pengaruh defisiensi unsur hara yang nyata adalah menghambat pertumbuhan tanaman sehingga ukuran tanaman menjadi relatif lebih kecil (Adelia, 2013). Menurut Suryani (2015) menyatakan untuk sayuran daun menggunakan EC berkisar 2,4-3,2 mS/cm.

Nilai EC yang terlalu tinggi melebihi ambang batas akan merusak tanaman yang mengakibatkan plasmolisis sel tanaman. Plasmolisis terjadi karena tanaman ditempatkan di larutan lebih pekat atau mengandung garam yang tinggi. Larutan nutrisi mengandung garam yang tinggi tidak dapat diserap oleh akar secara maksimum, menyebabkan tekanan osmosis sel menjadi lebih kecil dibandingkan tekanan osmosis di luar sel, sehingga terjadi aliran balik cairan sel-sel tanaman atau keluarnya cairan sel karena tertarik oleh larutan hara yang lebih pekat. Selain itu, larutan nutrisi yang terlalu pekat karena pemberian dosis nutrisi yang dilarutkan terlalu tinggi dapat menyebabkan pemborosan terhadap larutan nutrisi yang digunakan (Wijayani dan Wahyu, 2005).

Setiap tanaman memiliki kebutuhan EC yang berbeda. Berikut tingkat EC yang ideal bagi beberapa jenis tanaman (Suryani, 2015). Berikut merupakan nilai

tingkat EC ideal untuk beberapa jenis tanaman (Tabel 1) dan tingkat kepekatan larutan nutrisi yang dibutuhkan berdasarkan nilai EC tanaman (Tabel 2).

Tabel 1. Tingkat EC Ideal Beberapa Jenis Tanaman (Hendra *et al.*, 2014)

Jenis Tanaman	Nilai EC (mS/cm)
Asparagus	1,4-1,8
Kacang-kacangan	2,0-4,0
Brokoli	2,8-3,5
Kubis	2,5-3
Lombok	2-2,5
Wortel	1,5-2,0
Seledri	2-2,5
Mentimun	2-2,5
Selada	1,0-1,5
Pakcoy	1,5-2,0
Tomat	2,0-4,6
Semangka	1,8-2,5

Tabel 2. Tingkat Kepekatan Larutan Nutrisi Yang Dibutuhkan Berdasarkan Nilai EC Tanaman (Hendra *et al.*, 2014)

Nilai EC (mS/cm)	Kepekatan Larutan (ppm)
1	700
1,5	1.050
2	1.400
2,5	1.750
3	2.000
3,5	2.450
4	2.800
4,5	3.150
5	3.500

2.7 Populasi Tanaman

Populasi tanaman adalah sekelompok tanaman dari spesies yang sama baik secara genetik maupun secara morfologi dan berada dalam satu wilayah atau area yang sama. Menurut Hayward, Bosemark dan Romagosa (1993) populasi adalah sekelompok individu dari spesies yang sama berbagi wilayah yang sama. Populasi tanaman juga merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi hasil tanaman yang ditanam pada suatu area. Menurut Gullita (2012) mengemukakan kerapatan tanaman dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, semakin rapat

suatu populasi tanaman maka semakin sedikit jumlah intensitas cahaya matahari yang dapat diserap oleh permukaan daun dan semakin tinggi juga tingkat kompetisi antar tanaman. Tinggi tingkat populasi tanaman ditentukan oleh jarak tanam antar tanaman, tanaman dapat memanfaatkan lingkungan secara efisien terutama cahaya, air dan hara.

Persaingan antar tanaman dalam mendapatkan air maupun cahaya matahari berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, sehingga jarak tanam yang lebih lebar akan memacu pertumbuhan vegetatif tanaman. Jarak tanam yang longgar dapat menghasilkan berat kering brangkasan yang lebih besar daripada berat kering pada penanaman pada jarak tanam yang rapat. Hal ini terjadi karena pada jarak tanam yang rapat terjadi kompetisi dalam penggunaan cahaya matahari yang berpengaruh pula terhadap pengambilan unsur hara, air maupun udara. Jarak tanam yang terlalu rapat akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman yang menyebabkan terjadi penurunan laju fotosintesis dan perkembangan daun. Kerapatan tanam sangat mempengaruhi perkembangan vegetatif tanaman dan juga mempengaruhi tingkat produksi panen suatu tanaman. Hal ini dikarenakan tanaman akan menyesuaikan diri terhadap kondisi yang baru dengan menciptakan suatu keseimbangan yang baru, misalnya tanaman akan mengurangi ukuran dan laju pertumbuhannya sesuai dengan jumlah faktor yang tersedia (Gullita, 2012).