

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Baby Carrot (*Daucus carota* L.)

Menurut Dwipiyono *et al.*, (2012) dalam Fathurohman dan Sobari (2017) Wortel (*Daucus carota* L.) merupakan tanaman sayuran umbi biennial berbentuk semak. Sayuran jenis ini mudah dijumpai diberbagai tempat dan dapat tumbuh sepanjang tahun baik penghujan maupun kemarau. Wortel memiliki batang pendek yang hampir tidak tampak. Akarnya berupa akar tunggang yang berubah bentuk dan fungsi menjadi bulat dan memanjang. Tanaman wortel dapat tumbuh optimal di daerah bersuhu dingin atau berada dipegunungan dengan syarat ketinggian sekitar 1200 mdpl. Wortel mempunyai batang daun basah yang berupa sekumpulan pelepah pada tangkai daun yang muncul dari pangkal umbi bagian atas, yang mirip dengan daun seledri.

Menurut Berlian dan Hartuti (2003) tanaman wortel dalam tata nama atau sistematika (Taksonomi) tumbuh-tumbuhan wortel diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Umbelliferales
Famili	: Umbelliferae / Apiaceae / Ammiaceae
Genus	: <i>Daucus</i>
Species	: <i>Daucus carota</i> L.

Wortel merupakan tanaman yang prospek pengembangannya baik di Indonesia. *Baby carrot* ukurannya mungil, panjang sekitar 10 cm dengan diameter 2 - 4 cm. umur panen kurang lebih 50 – 60 HST (hari setelah tanam) (Wangsitala *et al.*, 2012).

Wortel merupakan sayuran umbi semusim berbentuk rumput. Wortel memiliki batang pendek yang hampir tidak tampak. Akarnya berupa akar tunggang yang tumbuh membengkok, membesar, dan memanjang menyerupai umbi. Umbi wortel berwarna kuning kemerahan yang disebabkan kandungan karoten yang

tinggi, kulitnya tipis, teksturnya agak keras dan renyah. Rasanya gurih dan agak manis (Berlian dan Hartuti, 2003).

### 2.1.1 Morfologi Wortel

Morfologi wortel menurut Dewi (2014) terbagi dalam 5 bagian yaitu daun, batang, akar dan bunga.

#### a. Daun

Daun tanaman wortel merupakan daun majemuk, menyirip ganda dua atau tiga, dan bertangkai. Anak-anak daun berbentuk lanset dengan tepi daun bercangap. Setiap tanaman memiliki 5 – 7 tangkai daun yang berukuran agak panjang, kaku dan tebal dengan permukaan yang halus, sedangkan helaian daun lemas dan tipis. Fungsinya sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis untuk menghasilkan zat-zat yang diperlukan dalam pembentukan organ vegetatif dan generatif.

#### b. Batang

Batang tanaman wortel sangat pendek sehingga hampir tidak tampak, berbentuk bulat, tidak berkayu, agak keras, dan berdiameter (1 – 1,5) mm. Umumnya warnanya berwarna hijau tua. Batang tidak bercabang tetapi ditumbuhi oleh tangkai-tangkai daun yang berukuran panjang sehingga terlihat seperti bercabang-cabang. Batang memiliki permukaan yang halus dan mengalami penebalan pada tempat tumbuh tangkai daun. Fungsinya sebagai jalan untuk mengangkut air dan zat makanan dari tanah ke daun dan zat hasil asimilasi dari daun ke seluruh bagian tubuh tanaman.

#### c. Akar

Akar tanaman wortel termasuk sistem perakaran tunggang dan serabut. Akar tunggang akan mengalami perubahan bentuk dan fungsi menjadi tempat penyimpanan cadangan makanan, bentuknya akan berubah menjadi besar dan bulat memanjang hingga mencapai diameter 6 cm dan memanjang sampai 30 cm tergantung varietasnya. Akar tunggang yang telah berubah bentuk dan fungsi inilah yang dikenal sebagai “umbi wortel”. Akar serabut menempel pada akar tunggang yang telah membesar (umbi), tumbuh menyamping dan berwarna kekuning-kuningan (putih gading). Fungsinya menyerap zat-zat hara dan air yang diperlukan tanaman untuk melangsungkan proses fotosintesis serta memperkokoh berdirinya tanaman.

d. Bunga

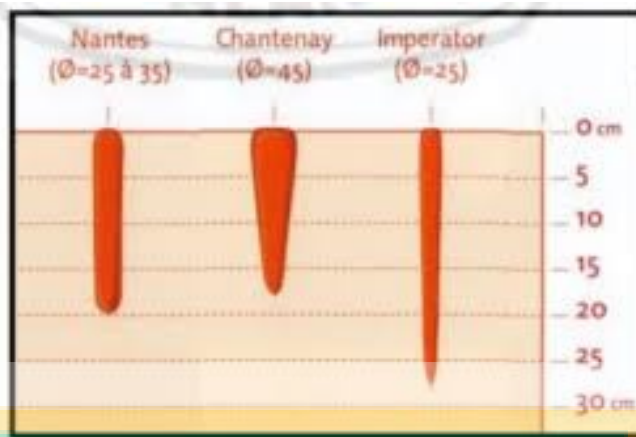
Bunga tanaman wortel tumbuh pada ujung tanaman, berbentuk payung berganda, dan berwarna putih atau merah jambu agak pucat. Bunga memiliki tangkai yang pendek dan tebal. Kuntum-kuntumnya terletak pada bidang lengkung yang sama. Bunga yang telah mengalami penyerbukan akan menghasilkan buah dan biji-biji yang berukuran kecil dan berbulu.

e. Umbi

Cahyono (2006) mengatakan bahwa pada awalnya hanya dikenal beberapa varietas wortel, namun dengan berkembangnya peradaban manusia dan teknologi, saat ini telah ditemukan varietas-varietas baru yang lebih unggul dari pada generasi-generasi sebelumnya. Varietas-varietas wortel terbagi menjadi 3 kelompok yang berdasarkan pada bentuk umbi, yaitu tipe *Imperator*, *Chantenay*, dan *Nantes*.

- 1) *Tipe Imperator*. Umbi berbentuk bulat panjang dengan ujung runcing (menyerupai kerucut), panjang umbi 20 - 30 cm, dan rasa yang kurang manis sehingga kurang disukai oleh konsumen.
- 2) *Tipe Chantenay*. Umbi berbentuk bulat panjang dengan ujung tumpul, panjang antara 15 - 20 cm, dan rasa yang manis sehingga disukai oleh konsumen.
- 3) *Tipe Nantes*. Umbi berbentuk peralihan antara *tipe Imperator* dan *tipe Chantenay*, yaitu bulat pendek dengan ukuran panjang 5 - 6 cm atau berbentuk bulat agak panjang dengan ukuran panjang 10 - 15 cm.

Dari ketiga kelompok tersebut, varietas yang termasuk ke dalam kelompok *chantenay* yang dapat memberikan hasil (produksi) paling baik, sehingga paling banyak dikembangkan. Perbedaan ketiga tipe wortel dijelaskan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Perbedaan Tipe Nantes, Chantenay dan Imperator**

Sumber: <http://duniapertanian1.blogspot.com/>

### 2.1.2 Kandungan Wortel

Wortel terkenal karena kandungan tinggi vitamin A di dalamnya. Selain vitamin A, wortel juga memiliki kandungan vitamin lain seperti vitamin B dan E. Wortel mengandung vitamin A membantu menjaga kesejahteraan mata. Bahan utama lainnya dari wortel adalah beta-karoten, setelah Anda mengonsumsi wortel, beta-karoten yang masuk ke dalam pencernaan kita akan dikonversi menjadi vitamin A, beberapa studi menunjukkan bahwa beta-karoten dapat menangkal radikal bebas penyebab kanker (Lidiyawati *et al.*, 2010).

Konsumsi wortel dapat menurunkan kolesterol dan meningkatkan pencernaan karena mengandung unsur senyawa asam folat, asam pantotenat dan elemen penting lainnya K, Na, Ca, Mg, P, S, Mn, Fe, Cu dan Zn (Bystricka *et al.*, 2015). Wortel sudah sangat dikenal tetapi banyak yang tidak tahu kandungan di dalam wortel selain vitamin A untuk kesehatan mata, selain itu wortel juga mengandung pigmen beta karoten. Kandungan beta karoten merupakan pigmen pemberi warna *orange* pada buah dan sayuran (Trianto *et al.*, 2014). Karoten digunakan untuk beberapa senyawa yang berhubungan memiliki formula C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>. Karotenoid terdapat di dalam kloroplas tanaman dan berperan sebagai katalisator dalam fotosintesis yang dilakukan oleh klorofil (Amiruddin, 2013). Jumlah beta karotein 100 gram tanaman wortel hibrida sebanyak 19.6 mg (Karkleliene *et al.*, 2012). Komposisi gizi dan manfaat wortel. Adapun komposisi zat gizi wortel tiap 100 gram bahan dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

**Tabel 1. Komposisi Zat Gizi Wortel Tiap 100 g**

No.	Kandungan Gizi	Satuan	Jumlah
1.	Energi	Kkal	36,0
2.	Protein	g	1,0
3.	Lemak	g	0,6
4.	Karbohidrat	g	7,9
5.	Serat	g	1,0
6.	Kalsium	mg	45,0
7.	Fospor	mg	74,0
8.	Besi	mg	1,0
9.	Natrium	mg	70,0
10.	Vitamin A	SI	7125
11.	Tiamin	mg	0,04
12.	Riboflavin	mg	0,04
13.	Niasin	mg	1,0
14.	Vitamin C	mg	18,0
15.	Air	g	89,9

Sumber : USDA (2019)

Menurut (Lidiyawati *et al.*, 2013) Berdasarkan komposisi zat gizi yang terkandung dalam wortel, setiap zat gizi mempunyai manfaat bagi tubuh manusia. Manfaat tersebut antara lain:

1. Wortel mengandung vitamin A dalam jumlah yang tinggi sehingga ini sangatlah bermanfaat untuk menjaga kesehatan mata agar tetap prima. Semua pigmen penglihatan yang ada pada mata berasal dari protein yang mengandung vitamin A.
2. Kandungan gizi wortel berupa beta karoten ini memiliki fungsi yang sangat luar biasa terhadap radikal bebas yang sering kali menyebabkan penyakit berbahaya seperti kanker. Selain itu beta karoten juga sangat bermanfaat untuk menurunkan resiko terjadinya kanker prostat pada pria. Dengan demikian inovasi produk wortel ini diharapkan dapat meningkatkan konsumsi wortel dan dapat meningkatkan nilai jual wortel di pasaran sehingga petani wortel dapat meningkatkan kesejahteraan hidupnya.

### 2.1.3 Fisiologi Tanaman

Fisiologi berasal dari bahasa latin, *physis* berarti alam (*nature*) dan *logos* berarti ilmu. Jadi dapat di artikan bahwa Fisiologi tumbuhan merupakan salah satu cabang biologi yang mempelajari tentang proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh tumbuhan yang menyebabkan tumbuhan tersebut dapat hidup. Laju proses metabolisme ini dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan mikro di sekitar tumbuhan tersebut. Fisiologi tumbuhan juga merupakan ilmu yang mempelajari tentang proses, fungsi, dan aktivitas tumbuhan dalam menjaga dan mengatur kehidupannya. Dapat dikatakan juga bahwa, Fisiologi tumbuhan merupakan ilmu yang membahas proses-proses yang terjadi di dalam tubuh tumbuhan pada tingkatan molekuler dan seluler (Khairuna, 2019).

Air memegang peranan yang sangat penting di dalam sel dan jaringan tumbuhan karena air diperlukan dalam menunjang berbagai proses fisiologi di dalam sel dan jaringan tumbuhan. Tumbuhan menyerap air dalam jumlah besar melalui akar namun sebagian besar air tersebut (lebih kurang 97%) akan dilepaskan kembali dalam bentuk uap air melalui transpirasi, hanya lebih kurang 2% saja yang digunakan dalam proses pertumbuhan serta 1% saja yang terlibat dalam proses metabolisme seperti fotosintesis, respirasi, dan lainnya. Meskipun demikian, lepasnya air ke udara melalui transpirasi tersebut turut berperan serta menggerakkan berbagai proses yang dibutuhkan tumbuhan (Hamim, 2018).

Kandungan air nisbi merupakan ukuran yang menunjukkan kandungan air rata-rata yang terdapat pada suatu organ tanaman, misalnya daun. Kandungan air nisbi merupakan kandungan air aktual tanaman jika dibandingkan dengan kandungan air saat jenuh. Fungsi kandungan air nisbi adalah untuk mengetahui kandungan air aktual pada tanaman tersebut apakah dalam keadaan berlebih atau dalam keadaan cekaman kekeringan, jika dalam keadaan berlebih berarti proses transpirasinya harus digiatkan kembali, tetapi jika dalam keadaan kekeringan berarti kegiatan pengairan (penyiraman) harus digiatkan kembali (Rivan, 2012).

Proses sintesis karbohidrat dari bahan-bahan anorganik ( $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ ) pada tumbuhan berpigmen dengan bantuan energi cahaya matahari disebut fotosintesis.  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  merupakan substrat dalam reaksi fotosintesis dan pigmen fotosintesis akan menghasilkan karbohidrat dan melepaskan oksigen. Atom O pada karbohidrat

berasal dari CO<sub>2</sub> dan atom H pada karbohidrat berasal dari H<sub>2</sub>O (Sasmithamiharja dan Siregar, 1996). Nitrogen berperan penting dalam pembentukan protein, merangsang pertumbuhan vegetatif, dan meningkatkan hasil buah. Tanaman yang tumbuh pada tanah dengan kadar nitrogen cukup akan berwarna lebih hijau (Bambang *et al.*, 2006).

## 2.2 Media Tanam

Media tanam merupakan komponen utama ketika akan bercocok tanam. Media tanam yang akan digunakan harus disesuaikan dengan jenis tanaman yang ingin ditanam. Menentukan media tanam yang tepat dan standar untuk jenis tanaman yang berbeda habitat asalnya merupakan hal yang sulit. Hal ini dikarenakan setiap daerah memiliki kelembaban dan kecepatan angin yang berbeda. Secara umum, media tanam harus dapat menjaga kelembaban daerah sekitar akar, menyediakan cukup udara, dan dapat menahan ketersediaan unsur hara. (Roni, 2015). Media tanam terdiri dari dua tipe yaitu campuran tanah (*soil-mixes*) yang mengandung tanah alami dan campuran tanpa tanah (*soilless-mixes*) yang tidak mengandung tanah alami. Prinsipnya suatu media tanam harus memiliki empat fungsi pokok untuk memberikan pertumbuhan yang baik bagi tanaman yaitu menunjang tanaman, menahan air yang tersedia, menyimpan unsur hara bagi tanaman serta mempertahankan kelembaban disekitar akar tanaman (Cahyati, 2006). Menurut Purwanto (2006) Persyaratan media tanam yang baik memiliki 5 faktor yaitu:

1. Mampu mengikat dan menyimpan air serta hara dengan baik.
2. Memiliki aerasi dan drainase yang baik.
3. Tidak menjadi sumber penyakit.
4. Cukup porous (memiliki banyak rongga) sehingga mampu menyimpan oksigen yang diperlukan untuk proses respirasi (pernapasan).
5. Tahan lama.

Media tanam adalah salah satu komponen penting yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman. media tanam yang baik memiliki sifat-sifat fisika, biologi dan kimia yang sesuai dengan kebutuhan tanaman adalah dapat menjaga kelembaban disekitar akar tanaman, memberikan ruang untuk udara. Media tanam

menyediakan bahan organik tambahan untuk tanaman seperti CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan mineral merupakan sumber unsur hara yang diserap tanaman sebagai zat makanan (Wiryanta, 2007). Berbagai jenis media tanam yang digunakan pada penelitian ini tanah, pasir, arang sekam, *cocopeat*, ampas kelapa dan kompos.

Media tanam pasir sering digunakan sebagai media tanam alternatif untuk menggantikan fungsi tanah. Sejauh ini, pasir dianggap memadai dan sesuai jika digunakan sebagai media untuk penyemaian benih, pertumbuhan bibit tanaman, dan perakaran stek batang tanaman. Sifatnya yang cepat kering akan memudahkan proses pengangkatan bibit tanaman yang dianggap sudah cukup umur untuk dipindahkan ke media lain. Sementara bobot pasir yang cukup berat akan mempermudah tegaknya stek batang. Selain itu, keunggulan media tanam pasir adalah kemudahan dalam penggunaan dan dapat meningkatkan sistem aerasi serta drainase media tanam. Pasir malang dan pasir bangunan merupakan jenis pasir yang sering digunakan sebagai media tanam. Pori-pori berukuran yang besar (pori-pori makro) maka pasir menjadi mudah basah dan cepat kering oleh proses penguapan. Kohesi dan konsistensi (ketahanan terhadap proses pemisahan) pasir sangat kecil sehingga mudah terkikis oleh air atau angin (Magfiranur, 2019).

Arang sekam merupakan material penting yang sering dipakai untuk bahan baku pertanian. Selain itu arang sekam juga dapat digunakan untuk kebutuhan industri. Para petani memanfaatkan arang sekam sebagai penggembur tanah, bahan pembuatan kompos, media tanam dan media persemaian (Surdianto *et al.*, 2018).

*Cocopeat* merupakan proses penghancuran sabut dihasilkan serat atau fiber, serta serbuk halus (Irawan *et al.*, 2014). Salah satu media tanam tanpa tanah yang tersedia di daerah tropis adalah sabut kelapa atau dapat disebut sebagai *cocopeat*. *Cocopeat* adalah hasil pertanian yang didapatkan dari ekstraksi serat dari sabut kelapa. *Cocopeat* dianggap sebagai komponen media tanah 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 *et al.*, 2009).

Menurut Agoes (1994) dalam Risnawati (2016) Keunggulan *cocopeat* sebagai media tanam antara lain yaitu: dapat menyimpan air yang mengandung unsur hara, sifat *cocopeat* yang senang menampung air dalam pori-pori



menguntungkan karena akan menyimpan pupuk cair sehingga frekuensi pemupukan dapat dikurangi dan di dalam *cocopeat* juga terkandung unsur hara dari alam yang sangat dibutuhkan tanaman, daya serap air tinggi, menggemburkan tanah dengan pH netral dan menunjang pertumbuhan akar dengan cepat sehingga baik untuk pembibitan. Kekurangan *cocopeat* adalah banyak mengandung tanin. Zat tanin diketahui sebagai zat yang menghambat pertumbuhan tanaman (Fahmi, 2013).

Ampas kelapa merupakan limbah organik dari industri pertanian yang diperoleh dari hasil samping pengolahan minyak kelapa. Pemanfaatan ampas kelapa sampai saat ini masih terbatas untuk pakan ternak dan sebagian dijadikan tempe bonkrek untuk makanan. Di dalam 100 g ampas kelapa terdapat protein 3,40 g, lemak 34 g, karbohidrat 14 g, kalsium 21 mg, flour 2,0 mg, fosfor 21 mg, thiamin 0,1 mg, dan asam Askorbat 2,0 mg. Pada ampas kelapa dengan kadar air 16%, mengandung protein 23%, lemak 15%, karbohidrat 40%, nitrogen 4,2%, kalori 368 kal, serta mineral seperti Besi 41,06 mg/100 g, Kalsium 21 mg/100 g, dan Fospor 21 mg/100 g. Kandungan yang terdapat pada ampas kelapa seperti karbohidrat, nitrogen, dan fospor dapat merangsang pertumbuhan miselium pada jamur (Nazip dan Jaya, 2015).

Menurut Pandebesie (2013) dalam Budi dan Nurdiana (2018). Kompos merupakan bentuk akhir dari bahan organik setelah mengalami proses pembusukan oleh mikroorganisme dan yang didukung oleh suhu dan udara yang memenuhi syarat proses pembusukan. Didalam terbuka pembentukan kompos seperti pembentukan humus, yaitu melalui proses pelapukan dengan pertolongan bakteri dan cuaca. Akan tetapi proses pelapukan alami membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena itu orang berupaya untuk mempercepat proses pelapukan. Upaya mendaur ulang sampah organik sehingga bermanfaat untuk menyuburkan tanah sangat diperlukan dikota-kota besar. Tetapi unsur hara yang dikandung kompos tidak tetap, karena sangat bergantung pada bahan yang dikomposkan. Meskipun demikian, ciri khas dari kompos adalah mengandung zat organik dengan kadar yang cukup tinggi.

Berdasarkan penelitian Aurum (2005), Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini yaitu arang sekam, kompos dan pasir memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata sebagai faktor tunggal untuk pertumbuhan stek sambang colok.

Demikian juga dengan pupuk kandang yang digunakan yaitu pupuk kambing dan sapi, kedua pupuk tersebut juga memberikan hasil yang tidak berbeda nyata sebagai faktor tunggal untuk pertumbuhan setek sambang colok. Interaksi antara media tanam dan pupuk kandang mampu memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan dan hasil panen sambang colok. Oleh sebab itu hasil terbaik dilihat dari faktor panen yaitu berat kering tajuk. Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa interaksi antara media arang sekam dan pupuk kambing (2:1 v/v) dan media pasir dan pupuk sapi (2:1 v/v) secara nyata memberikan hasil bobot kering tajuk terberat yaitu berturut-turut 6.28 g dan 6.61 g.

Berdasarkan penelitian Nurifah dan Fajarfika (2020). Media tanam berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan pada hidroponik dengan sistem NFT. Media tanam arang sekam, *cocopeat*, kerikil, *rockwool* dan serbuk gergaji memberikan hasil yang tinggi terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar per tanaman dan media kerikil yang memberikan nilai tertinggi terhadap bobot kering tanaman.

### **2.3 Pupuk Kandang dan Manfaatnya**

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari campuran kotoran-kotoran ternak, *urine*, serta sisa-sisa makanan ternak tersebut. Pupuk kandang ada yang berupa cair dan ada pula yang berupa padat, tiap jenis pupuk kandang memiliki kelebihan masing-masingnya. Setiap hewan akan menghasilkan kotoran dalam jumlah dan komposisi yang beragam. Kandungan hara pada pupuk kandang dapat dipengaruhi oleh jenis ternak, umur ternak, bentuk fisik ternak, pakan dan air (Pranata, 2010).

Pupuk kandang adalah salah satu pupuk organik yang memiliki kandungan hara yang dapat mendukung kesuburan tanah dan pertumbuhan mikroorganisme dalam tanah. Pemberian pupuk kandang dapat menambahkan unsur hara, mendukung pertumbuhan mikroorganisme dan memperbaiki struktur tanah. Pupuk kandang memiliki sifat yang alami dan tidak merusak tanah. Pupuk kandang menyediakan unsur makro (nitrogen, fosfor, kalium, dan belerang) serta unsur mikro (besi, seng, boron, kobalt, dan molibdenum) (Mayadewi, 2007).

Pengomposan diartikan sebagai proses dekomposisi secara biologi untuk mencapai bahan organik yang stabil. Proses pengomposan menghasilkan panas, dengan dihasilkannya panas maka akan dihasilkan produk kompos akhir yang stabil, bebas dari patogen dan biji-biji gulma, berkurangnya bau, dan lebih mudah diaplikasikan ke lapangan. Selain itu perlakuan pengomposan dapat meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman karena perubahan bentuk dari tidak tersedia menjadi mudah tersedia.

Menurut Goenadi (1994) dalam Buntoro (2014) Pupuk kandang dapat meningkatkan aktivitas jasad renik dalam tanah serta memperbaiki struktur tanah dengan meningkatnya jumlah dan stabilitas agregat tanah sehingga mempermudah perkembangan akar. Kandungan kadar hara dalam bahan dasar pupuk organik terdapat dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Kadar Hara Beberapa Bahan Dasar Pupuk Organik Sebelum Dikomposkan**

Jenis bahan asal	Kadar Hara (g 100 g <sup>-1</sup> )				
	C	N	C/N	P	K
<b>Bahan segar</b>	-----%-----			-----%-----	
Kotoran sapi	63,44	1,53	41,46	0,67	0,70
Kotoran kambing	46,51	1,41	32,98	0,54	0,75
Kotoran ayam	42,18	1,50	28,12	1,97	0,68
<b>Kompos</b>	%			-----%-----	
Sapi		2,34	16,8	1,08	0,69
Kambing		1,85	11,3	1,14	2,49
Ayam		1,70	10,8	2,12	1,45

Sumber : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Lahan Pertanian (2006)

Menurut Sugeng (2012), tujuan pemberian pupuk terutama pada tingkat produksi tinggi :

- a) Melengkapi penyediaan hara secara alami yang ada didalam tanah untuk memenuhi kebutuhan tanaman.
- b) Menggantikan unsur-unsur hara yang hilang karena terangkut dengan hasil panen, pencucian dan sebagainya.
- c) Memperbaiki kondisi tanah yang kurang baik atau mempertahankan kondisi tanah yang sudah baik untuk pertumbuhan tanaman. Pemupukan merupakan salah satu tindakan pemeliharaan tanaman yang bertujuan menambah

ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil tanaman.

Terdapatnya mikroba yang terkandung dalam pupuk organik berfungsi meningkatkan kelarutan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, baik yang berasal dari pupuk maupun mineral tanah dan meningkatkan kemampuan akar penyerap hara dengan pembentukan akar rambut yang lebih banyak. Terdapat berbagai pupuk kandang diantaranya ialah pupuk kandang ayam, sapi dan kambing. Pupuk kandang dari berbagai jenis tersebut dapat dideskripsikan sebagai berikut:

### 2.3.1 Pupuk Kandang Ayam

Pupuk kandang ayam broiler mempunyai kadar hara P yang relatif lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya. Kadar hara ini sangat dipengaruhi oleh jenis konsentrat yang diberikan. Selain itu pula dalam kotoran ayam tersebut tercampur sisa-sisa makanan ayam serta sekam sebagai alas kandang yang dapat menyumbangkan tambahan hara ke dalam pupuk kandang terhadap sayuran. Pupuk kandang ayam dapat memperbaiki sifat fisik tanah dimana penggunaan pupuk ini dapat menggemburkan tanah, meningkatkan aerasi dan meningkatkan kemampuan tanah memegang air. Pupuk kandang ayam juga dapat memperbaiki sifat kimia tanah seperti meningkatkan bahan organik C, N, P, serta menurunkan Al dan logam berat. Selanjutnya pupuk kandang ayam dapat meningkatkan dan memperbaiki sifat biologi tanah karena pupuk kandang ayam sebagai bahan makanan mikroorganisme yang ada dalam tanah (Hartatik dan Widowati, 2021).

Pemberian pupuk kandang ayam tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman bayam merah, tetapi berpengaruh nyata terhadap berat segar  $\text{ton}^{-1}$  dan berat segar  $\text{ha}^{-1}$  dengan produksi rata-rata mencapai 24,68 ton/ha. Dosis optimum pupuk kandang ayam 30 ton/ha merupakan perlakuan terbaik untuk hasil tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang optimal dengan produksi mencapai 24,68 ton/ha (Raja *et al.*, 2021).

### 2.3.2 Pupuk Kandang Sapi

Pupuk kandang sapi yang mempunyai kadar serat yang tinggi diantara jenis pupuk kandang mengandung seperti selulosa, hal ini terbukti dari hasil pengukuran parameter C/N rasio yang cukup tinggi >40. Tingginya kadar C dalam pupuk

kandang sapi menghambat penggunaan langsung kelahan pertanian karena akan menekan pertumbuhan tanaman utama. Penekanan pertumbuhan terjadi karena mikroba dekomposer akan menggunakan N yang tersedia untuk mendekomposisi bahan organik tersebut sehingga tanaman utama akan kekurangan N. Untuk memaksimalkan penggunaan pupuk kandang sapi harus dilakukan pengomposan agar menjadi kompos pupuk kandang sapi dengan rasio C/N di bawah 20. Selain masalah rasio C/N, pemanfaatan pupuk kandang sapi secara langsung juga berkaitan dengan kadar air yang tinggi. Petani umumnya menyebutnya sebagai pupuk dingin. Bila pupuk kandang dengan kadar air yang tinggi diaplikasikan secara langsung akan memerlukan tenaga yang lebih banyak serta proses pelepasan amoniak masih berlangsung (Hartatik dan Widowati, 2021).

Menurut penelitian Desreni (2018), hasil penelitian menunjukkan Interaksi antara jarak tanam dan dosis pupuk kandang sapi terjadi terhadap parameter tinggi tanaman 25 HST dan panjang umbi. Jarak tanam berpengaruh nyata terhadap suhu tanah 70 HST, tinggi tanaman 50 HST, berat segar umbi per tanaman dan berat segar berangkasan, sedangkan dosis pupuk kandang sapi tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter yang diamati. Pemberian dosis pupuk 15 t/ha memberikan hasil tertinggi yakni 129,57 t/ha, sedangkan jarak tanam 10 cm x 30 cm memberikan hasil wortel tertinggi yakni 139,66 t/ha

Pada penelitian Sahera *et al.*, (2012), disimpulkan bahwa bokashi kotoran sapi berpengaruh baik terhadap: luas daun, jumlah bunga per tanaman, jumlah buah per tanaman, berat tanaman segar dan produksi ( $\text{ton/ha}^{-1}$ ). Bokashi kotoran sapi dengan dosis  $10 \text{ ton/ha}^{-1}$  memberikan produksi rata-rata berat segar masing-masing sebesar 2212,83 g tanaman<sup>-1</sup> atau  $49,11 \text{ ton/ha}^{-1}$  dan 2196,11 g tanaman<sup>-1</sup> atau  $39,53 \text{ ton/ha}^{-1}$ .

### 2.3.3 Pupuk Kandang Kambing

Tekstur dari kotoran kambing adalah khas, karena berbentuk butiran-butiran yang agak sukar dipecah secara fisik sehingga sangat berpengaruh terhadap proses dekomposisi dan proses penyediaan haranya. Nilai rasio C/N pupuk kandang kambing umumnya masih diatas 30. Pupuk kandang yang baik harus mempunyai rasio C/N <20, sehingga pupuk kandang kambing akan lebih baik penggunaannya bila dikomposkan terlebih dahulu, walaupun akan digunakan secara langsung,

pupuk kandang ini akan memberikan manfaat yang lebih baik pada musim kedua pertanaman. Kadar air pupuk kandang kambing relatif lebih rendah dari pupuk kandang sapi dan sedikit lebih tinggi dari pupuk kandang ayam. Kadar hara pupuk kandang kambing mengandung kalium yang relatif lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya. Sementara kadar hara N dan P hampir sama dengan pupuk kandang lainnya (Hartatik dan Widowati 2021).

Pupuk kandang kambing mempunyai sifat memperbaiki aerasi tanah, menambah kemampuan tanah menahan unsur hara, meningkatkan kapasitas menahan air, meningkatkan daya sangga tanah, sumber energi bagi mikroorganisme tanah dan sebagai sumber unsur hara. Pupuk kandang kambing mengandung unsur N yang dapat mendorong pertumbuhan organ-organ yang berkaitan dengan fotosintesis yaitu daun. Kalium berperan sebagai aktivator berbagai enzim yang esensial dalam reaksi-reaksi fotosintesis dan respirasi serta enzim yang terlibat dalam sintesis protein dan pati. Unsur P yang tinggi yang dapat menyusun *Adenosin triphosphate* (ATP) yang secara langsung berperan dalam proses penyimpanan dan transfer energi yang terkait dalam proses metabolisme tanaman serta berperan dalam peningkatan komponen hasil (Subhan dan Rizwan, 2008).

Menurut penelitian (Rastiyanto *et al.*, 2013) Pemberian pupuk kandang kotoran kambing berpengaruh nyata terhadap jumlah daun dan bobot segar tanaman kailan. Pemberian pupuk kandang kotoran kambing dengan dosis 1:4 sudah dapat meningkatkan bobot segar kailan. Pemberian pupuk kandang kotoran kambing dengan dosis 1:2 sudah dapat meningkatkan jumlah daun kailan. Pemberian pupuk kandang kotoran kambing dengan taraf 1:1 merupakan yang paling optimal dalam budidaya kailan terutama meningkatkan jumlah daun kailan dan bobot segar kailan.

#### **2.4 Sistem Budidaya Vertikultur**

Vertikultur adalah salah satu contoh *urban farming* yang diartikan sebagai teknik budidaya tanaman secara vertikal dengan penanaman dilakukan secara bertingkat untuk memaksimalkan penggunaan lahan dalam menghasilkan tanaman. Pemanfaatan teknik vertikultur memungkinkan untuk berkebun dengan memanfaatkan tempat secara efisien (Sutarminingsih, 2003).

Lahan pekarangan yang sempit sebenarnya masih dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya. Salah satu teknik budidaya yang dapat diterapkan pada lahan yang sempit adalah teknik vertikultur. Vertikultur dapat diartikan sebagai teknik budidaya tanaman secara vertikal sehingga penanaman dilakukan secara bertingkat. Teknik budidaya ini tidak memerlukan lahan yang luas, bahkan dapat dilakukan pada rumah yang tidak memiliki halaman sekalipun. Pemanfaatan teknik vertikultur ini memungkinkan untuk berkebun dengan memanfaatkan tempat secara efisien. Secara estetika, taman vertikultur berguna sebagai penutup pemandangan yang tidak menyenangkan atau sebagai latar belakang yang menyuguhkan pemandangan yang indah dengan berbagai warna. Bercocok tanam secara vertikultur sebenarnya tidak berbeda dengan bercocok tanam di kebun maupun di ladang. Mungkin sekilas bercocok tanam secara vertikultur terlihat rumit, tetapi sebenarnya sangat sederhana. Tingkat kesulitannya tergantung dari model yang digunakan. Model yang sederhana, mudah diikuti dan dipraktikkan. Bahkan bahan-bahan yang digunakan mudah ditemukan, sehingga dapat diterapkan oleh ibu-ibu rumah tangga (Kusmiati dan Solikhah, 2015).

Menurut Damastuti (1997) dalam Haraphap dan Lubis (2020) Sistem pertanian vertikultur adalah sistem budidaya pertanian yang dilakukan secara vertikal atau bertingkat. Sistem ini cocok diterapkan pada lahan sempit atau di pemukiman yang padat penduduknya. Sistem ini dapat menjadi solusi kesulitan mencari lahan pertanian yang tergesur oleh perumahan dan industri. Kelebihan sistem pertanian vertikultur sebagai berikut:

1. Efisiensi penggunaan lahan karena yang ditanam jumlahnya lebih banyak dibandingkan sistem konvensional,
2. Penghematan pemakaian pupuk dan pestisida,
3. Kemungkinan tumbuhnya rumput dan gulma lebih kecil,
4. Dapat dipindahkan dengan mudah karena tanaman diletakkan dalam wadah tertentu,
5. Mempermudah monitoring/pemeliharaan tanaman, dan
6. Adanya atap plastik memberikan keuntungan seperti mencegah kerusakan karena hujan, menghemat biaya penyiraman karena atap plastik mengurangi penguapan sedangkan untuk kekurangannya adalah rawan terhadap serangan

jamur, karena kelembaban udara yang tinggi akibat tingginya populasi tanaman adanya atap plastik, investasi awal cukup tinggi dan sistem penyiraman harus kontinyu, dan diperlukan beberapa peralatan tambahan, misalnya tangga sebagai alat bantu penyiraman.

