

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus* L.)

Okra merupakan tanaman semusim, termasuk famili *Malvaceae* dan dikenal dengan beberapa nama antara lain *lady's finger*, *qiu kui*, *okura*, *okro*, *quiabos*, *ochro*, *quiabo*, *gumbo*, *bamya*, *bamia*, *bendi*, *bhindi*, kacang bendi, dan kopi arab (Jain, 2012). Okra dimanfaatkan daun dan buah mudanya untuk dikonsumsi. Okra mengandung nutrisi penting sebagai berikut (Tabel 1) :

Tabel 1. Kandungan Nutrisi pada 100 g Buah Okra

Nutrisi	Jumlah	Nutrisi	Jumlah
Air	90,17 g	Mg	57 mg
Energi	31 kkal	Zn	0,60 mg
Protein	2,00 g	Mn	0,990 mg
Lemak total	0,10 g	K	303 mg
Abu	0,70 g	Vitamin A	375 IU
Karbohidrat	7,03 g	Vitamin C	21,1 mg
Total serat	3,2 g	Vitamin E	0,36 mg
Total gula	1,2 g	Vitamin K	53 mg
Ca	81 mg	Tiamin	0,02 mg
Fe	0,8 mg	Riboflavin	0,06 mg

(Roy dkk., 2014).

Beberapa negara telah menggunakan okra sebagai tanaman sayuran sekaligus obat untuk beberapa penyakit kronis antara lain disentri, iritasi lambung, iritasi usus besar, radang tenggorokan, kencing nanah (Lim, 2012), dan diabetes mellitus (Amin, 2011). Okra juga dapat digunakan sebagai bahan pangan yang

sangat baik untuk perkembangan janin, yaitu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan otak (Gemedekkk., 2014).

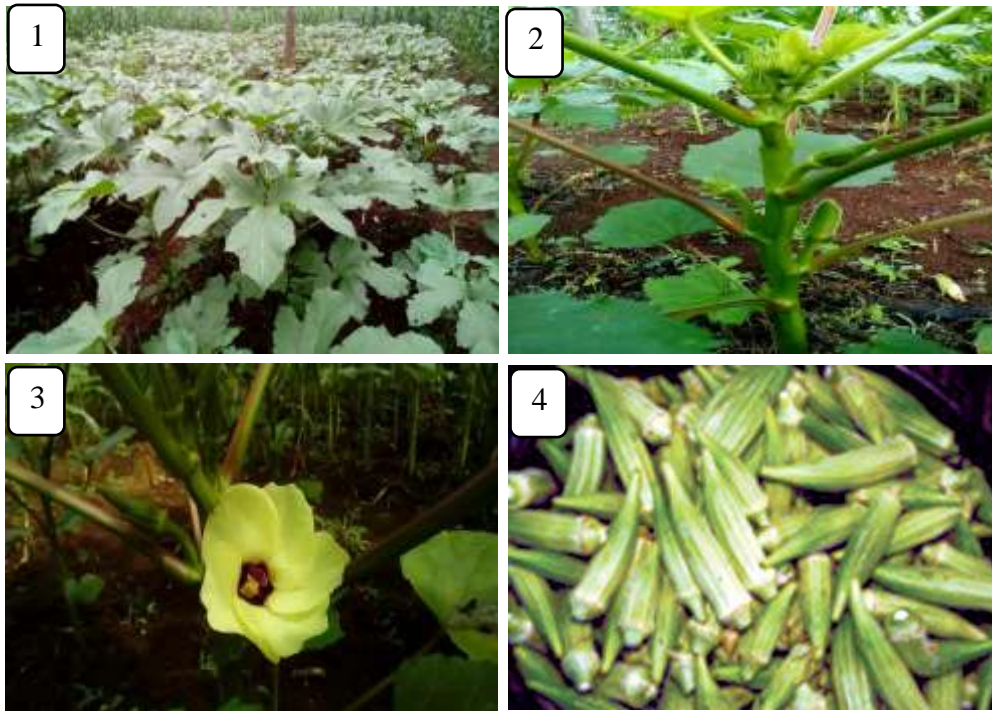
### 2.1.1. Klasifikasi

Okra berasal dari Afrika Barat dengan taksonomi sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Malvales</i>
Familiy	: <i>Malvaceae</i>
Genus	: <i>Abelmoschus</i>
Spesies	: <i>Abelmoschus esculentus</i> L.

### 2.1.2. Morfologi

Batang okra tegak bercabang dengan tinggi antara 0,5 – 4 m, berdaun tunggal dengan panjang tangkai daun sekitar 50 cm. Tunas bunga muncul pertama pada ketiak daun ke 6 dan 8, atau saat tanaman berumur 5 – 7 minggu setelah tanam. Selama produksi bunga maksimal, ujung batang mampu menghasilkan 10 bakal bunga. Bunga termasuk hemaprodit dan *self compatibility* dengan diameter 4 – 8 cm, memiliki 5 kelopak yang berwarna putih kekuningan (Department of Biotechnology, 2011). Morfologi tanaman okra tercantum pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Bentuk Daun (1), Batang (2), Bunga (3), Buah Segar (4)

Buah okra berbentuk kapsul, berwarna hijau muda sampai tua, dan mampu tumbuh cepat setelah bunga mekar. Panen buah okra optimal dilakukan pada umur 4 – 6 hari setelah polinasi. Hal tersebut disebabkan karena kadar serat masih rendah dan kandungan lendir tinggi. Apabila panen buah okra dilakukan 9 hari setelah bunga mekar, buah telah mengeras. Okra akan terus berbunga dan berbuah selama waktu tertentu bergantung pada varietas, musim, kesuburan dan kelembaban tanah. Pemanenan buah yang teratur dapat merangsang pertumbuhan buah berikutnya, oleh karena itu okra sebaiknya dipanen setiap hari atau dua hari sekali. Biji muda okra berwarna hitam, setelah buah okra matang biji berubah warna menjadi coklat (Department of Biotechnology, 2011).

### 2.1.3. Syarat tumbuh

Okra mampu tumbuh baik di daerah tropis, mulai dataran rendah sampai ketinggian 1.800 m di atas permukaan laut. Pertumbuhan dan perkembangan okra maksimal dicapai pada suhu antara 24 – 28°C. Suhu rata-rata untuk pertumbuhan, pembungaan, dan pembentukan buah okra optimum berkisar antara 20 – 30°C. Biji akan berkecambah pada suhu tanah hangat dan tidak akan berkecambah pada suhu dibawah 16°C. Okra membutuhkan curah hujan antara 1.300 – 1.700 mm/tahun (Rice dkk., 1987) dan pH tanah optimum 6 – 6,8.

Proses pertumbuhan, perkembangan, sampai dengan produksi buah okra membutuhkan unsur hara antara lain 150 kg N/ha, 60 kg P/ha, dan 75 kg K/ha (Khan dkk., 2013). Pemupukan dengan campuran antara pukan ayam dan abu sekam dengan dosis 10 ton/ha mampu meningkatkan kandungan C, N, P, K, Ca dan Mg tanah; konsentrasi N, P, K, Ca, Mg daun; pertumbuhan dan produksi okra. Pupuk NPK hanya mampu meningkatkan kandungan N, P, dan K tanah, tetapi tidak meningkatkan C, Ca, Mg tanah, Ca dan Mg daun okra (Agdebe dan Adekiya, 2012). Pemupukan pada dosis yang sama, perlakuan pukan ayam memberikan hasil tertinggi pada tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, dan luas daun dibanding pukan sapi dan domba. Hal ini disebabkan karena pukan ayam lebih cepat terurai dalam tanah sehingga lebih cepat diabsorpsi oleh akar tanaman (Ali dkk., 2014). Media tumbuh okra memerlukan drainase lancar, tanah gembur dengan bahan organik tinggi dan mendapatkan intensitas cahaya yang cukup.

## 2.2. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya jumlah dan volume sel tanaman yang dapat diukur secara kuantitatif. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi gen, kesehatan benih/bibit, kualitas dan mutu bibit, dan hormon, sedangkan faktor eksternal meliputi kondisi iklim dan tanah. Salah satu faktor tanah yang berpengaruh penting adalah ketersediaan unsur hara. Unsur hara makro N, P, dan K merupakan unsur yang dibutuhkan dalam jumlah besar. Ketersediaan unsur-unsur tersebut dapat dikontrol melalui pemupukan yang tepat, karena pupuk berpengaruh terhadap ketersediaan hara tanah. Ketersediaan unsur hara N, P, dan K yang cukup mampu meningkatkan pertumbuhan yang berperan sebagai aktivator berbagai enzim (Suryati dkk., 2015).

Pertumbuhan tanaman dapat dilihat dari beberapa indikator, misalnya tinggi, jumlah daun, kadar klorofil, dan laju pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tinggi tanaman disebabkan karena aktivitas meristem apikal yaitu bagian pucuk tanaman yang aktif membelah, sehingga tanaman bertambah tinggi. Pembelahan sel-sel muda akan membentuk primordia daun. Hara N dan P memacu pembentukan akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji, meningkatkan aktivitas metabolisme tanaman (Dadomal dkk., 2004). Ketersediaan N yang cukup meningkatkan sintesis klorofil (Sitompul dan Guritno, 1995), pembentukan organ daun (Maghfoer dkk., 2013) dan berperan penting dalam menghasilkan asimilat (Ayissa dan Kebebe, 2011). Hara P juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan

produksi tanaman. Penyerapan P tanaman meningkatkan pembentukan biomassa dan bahan kering tajuk tanaman (Hermawan dkk., 2014).

### 2.3. Pupuk Organik

Hasil dekomposisi limbah pertanian, peternakan, perikanan dan rumah tangga disebut sebagai pupuk organik. Beberapa sumber pupuk organik yang dapat digunakan yaitu tanaman *Azolla pinnata*, pupuk kandang sapi, kambing dan ayam. *Azolla* mengandung 4 – 5 % N berdasarkan bahan kering, 0,2 – 0,4% N dari berat segar, bahan kering, bahan organik, kalsium, fosfor masing-masing 4,12; 75,73; 2,58; 0,26% (Halder dan Kheroar, 2013; Chreryl dkk., 2014). Produksi *azolla* rata-rata sekitar 1,5 kg/m<sup>2</sup>/minggu (Mishra dkk., 2013). *Azolla* tumbuh di daerah dengan kondisi air yang tenang, misalnya bendungan, kolam, saluran irigasi, danau, atau parit (Ilustrasi 2). Pemupukan *Azolla pinnata* 3 ton/ha mampu meningkatkan kandungan N total tanah 32,7% (Setiawati, 2014).



Ilustrasi 2. Tanaman *Azolla pinnata*

Seekor sapi dewasa mampu menghasilkan 5 ton/tahun pupuk organik sehingga berpotensi besar sebagai sumber pupuk untuk tanaman. Pupuk kandang

(pukan) sapi mengandung N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, dan C-organik masing-masing 1,30; 0,58; 2,15; dan 13,5% dengan rasio C/N sebesar 11 (Adeniyah dkk., 2011). Dosis pupuk kandang sapi pada kondisi tanah normal adalah sekitar 5 ton/ha, sedangkan pada lahan marjinal mencapai 20 ton/ha (Aria dkk., 2009). Aplikasi pupuk kandang sapi dengan dosis 5 ton/ha mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman terong dan rumput gajah (Evanita dkk., 2014).

Seekor kambing dewasa mampu menghasilkan 0,6 – 0,9 ton/tahun pupuk organik. Pukan kambing mengandung N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, dan C-organik masing-masing 1,17; 1,10; 2,36; dan 15,1 39,3% dengan rasio C/N 33 (Cho dkk., 2016). Pemupukan pupuk kandang kambing dengan dosis 10 ton/ha mampu meningkatkan hasil tanaman jagung manis sebesar 19,46% (Dinariani dkk., 2014). Aplikasi pukan kambing pada dosis 10 ton/ha menghasilkan produksi wortel dan bawang daun setara dengan dosis pukan kambing 25 ton/ha (Rahayu dkk., 2014).

Pukan ayam mengandung N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, C-organik masing-masing 2,21; 2,98; 2,05; dan 15,1 dengan rasio C/N 7 (Adeniyah dkk., 2011). Pukan ayam lebih mudah di absorpsi oleh akar dibanding pukan sapi dan kambing, sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman (Ajari dkk., 2003). Aplikasi 10 ton/ha pukan ayam mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas buah okra (Atijegbe dkk., 2014). Pukan ayam lebih mudah terurai dibanding pukan sapi dan kambing sehingga lebih mudah diabsorpsi oleh tanaman (Adil dkk., 2006). Pukan ayam mempunyai kandungan lignin dan selulosa yang lebih rendah dibanding pukan sapi dan kambing, sehingga proses penguraian bahan organik berlangsung lebih cepat (Arifah, 2013).

## 2.4. Pupuk Fosfat

Fosfor (P) merupakan salah satu unsur penting yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar karena mempengaruhi sebagian besar proses fisiologi tanaman. Fosfor berperan dalam pembelahan dan perkembangan sel, transfer energi (ATP, ADP), *signal transduction*, biosintesis makromolekuler, fotosintesis dan respirasi tanaman (Shenoy dan Kalagudi, 2005; Khan dkk., 2014). Ketersediaan P yang cukup mampu meningkatkan akumulasi bahan kering tanaman, kekurangan P akan menghambat laju pertumbuhan tanaman (Turuko dan Mohammed, 2014). Unsur P yang dapat diabsorpsi tanaman dalam bentuk senyawa *orthophosphate*, yaitu ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  (Mkhabela dan Warman, 2005). Konsentrasi dan ketersediaan P di dalam tanah mempengaruhi tingkat absorpsi unsur hara N oleh akar tanaman. Semakin tinggi ketersediaan P, maka N yang mampu diabsorpsi akar juga semakin tinggi (Fahmi dkk., 2010)

Salah satu sumber pupuk P adalah batuan fosfat (BP), yaitu trikalsium fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) yang mengandung  $\text{P}_2\text{O}_5$  19,3 – 36% (El-Yazid dan Abou-Aly, 2011). Pupuk BP bersifat tidak higroskopis, tidak larut dalam air, tapi larut dalam amonium sitrat dan kelarutannya meningkat pada kondisi masam. Pupuk BP memiliki kelarutan yang rendah, peningkatan kelarutan terjadi pada kondisi masam, penyediaan hara P yang cukup mampu meningkatkan produksi P tanaman (Supriyadi dkk., 2014). Oleh karena itu, peningkatan efisiensi penggunaan pupuk BP dapat dilakukan dengan menambahkan BP ke dalam proses dekomposisi bahan organik (Sastramiharja dkk., 2009).

## 2.5. Dekomposisi

Dekomposisi merupakan proses perombakan bahan organik menjadi mineral yang dapat dijadikan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Selama dekomposisi berlangsung dihasilkan asam-asam organik, misalnya asam oksalat, nitrat, sitrat, glukonat, suksinat, asetat (Rashid dkk., 2004). Asam nitrat, sitrat, oksalat, dan format meningkatkan efisiensi pelarutan P (Kumari dkk., 2008; Khan dan Sharif, 2012). Pelarutan P dengan asam organik pada proses dekomposisi terjadi melalui reaksi berikut ini :  $3 \text{HOOC-COOH} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow 3 \text{Ca}(\text{OOC-COO}) + 2 \text{H}_3\text{PO}_4$  (Alexander, 1977). Asam-asam organik pada saat dekomposisi bahan organik memiliki gugus fungsional sangat reaktif yang mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah (Haynes dan Mokolobate, 2001).

Azolla memiliki waktu dekomposisi yang relatif lebih cepat dibanding pupuk kandang karena kadar C/N rasio awal sebelum dekomposisi lebih rendah. Mineralisasi total N (90%) azolla dapat dilakukan selama 24 hari dalam kondisi tertutup dengan suhu sekitar 30°C (Watanabe dkk., 2012). Proses dekomposisi kotoran sapi, kambing, dan ayam rata-rata dilakukan selama 4 minggu apabila ditambahkan dengan mikroorganisme (Mardhiastuti dkk., 2015). Kandungan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pada hari ke 45 pengomposan kotoran ayam+BP+EM4 adalah 0,9%, sedang pada hari ke 120 1,60% (Khan dan Sharif, 2012). Hasil pengomposan (kotoran + EM4) kotoran sapi, kambing, dan ayam selama 4 minggu berturut kandungan C-organik 30,94; 22,44; 21,06, BO 53,35; 38,68; 36,31 %, nitrogen 1,21; 1,32; 1,14, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,18; 1,10; 2,01%; K<sub>2</sub>O 1,38; 1,05; 1,25, C/N 25,47; 17,01; 18,41 (Mardhiastuti

dkk., 2015). Standar kualitas kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 minimum mengandung 0,40% N,  $P_2O_5$  0,1%, dan  $K_2O$  0,20% (Eulis, 2009).

Perlakuan bahan organik diperkaya BP mampu menghasilkan produksi buah lebih tinggi dibanding perlakuan bahan organik tunggal (Majundar dkk., 2007). Peningkatan bahan kering tanaman secara signifikan terjadi akibat aplikasi bahan organik diperkaya BP (Awaad dkk., 2009). Kombinasi kompos diperkaya BP meningkatkan konsentrasi ketersediaan P tanah (mikroba pelarut P dan  $NaHCO_3$ -Pi) dan produksi P tanaman (Verma, 2013). Ketersediaan P yang cukup mengarahkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih tinggi (Hog-Jensen dkk., 2002). Ketersediaan P yang rendah menghambat absorpsi hara N oleh akar tanaman. Semakin tinggi konsentrasi P di dalam tanah, maka serapan N juga meningkat (Fahmi dkk., 2010).