

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman sayur merupakan sumber vitamin dan sumber protein nabati yang sering dikonsumsi setiap hari. Salah satu contoh sayuran yang sangat sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia adalah tanaman kailan sangat cocok ditanam di Indonesia akan tetapi banyak petani yang tidak mau berpindah membudidayakan tanaman kailan. Karena tanaman kailan ini sangat mudah dikembangkan dan banyak kalangan yang menyukai dan memanfaatkannya. Selain itu prospek kedepan budidaya tanaman kailan ini sangat bagus. Namun petani merasa kesulitan dalam membudidayakan sayuran tanaman kailan ini. Karena petani mengutarakan bahwa sangat sulit meningkatkan hasil produksi tanaman kailan.

Jumlah penduduk Indonesia yang semakin bertambah serta meningkatnya kesadaran akan kebutuhan gizi yang menyebabkan bertambahnya kebutuhan sayuran pada umumnya dan tanaman kailan pada khususnya. Untuk memenuhi permintaan yang tinggi tersebut ditambah peluang pasar internasional yang cukup besar bagi tanaman kailan sangat cocok diusahakan ditinjau dari aspek ekonomi atau bisnis (Haryanto, dkk., 2001)

Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.) ialah salah satu sayuran yang berasal dari China yang sudah cukup populer di kalangan masyarakat (Rukmana, 2008). Tanaman kailan ini memiliki kandungan gizi seperti protein, mineral dan vitamin yang banyak dibutuhkan manusia. Sayuran kailan ini memiliki nilai komersial yang tinggi karena merupakan salah satu sayuran yang banyak diminati (Sunarjono, 2008). Permintaan pasar untuk ekspor tanaman kailan cukup tinggi tiap tahunnya. Namun, rendahnya produk pertanian tanaman kailan disebabkan oleh beberapa hambatan karena

kurangnya penerapan panca usahatani seperti penggunaan varietas unggul, pemupukan, pengairan, pengendalian hama dan penyakit.

Saat ini ketersediaan tanah yang subur dan potensial untuk pertanian semakin berkurang akibat dari eksploitasi pertanian secara besar-besaran, kemampuan sulit subur di lahan petani, dan laju erosi yang semakin meningkat sehingga kandungan bahan organik semakin berkurang yang mengakibatkan tingkat kesuburannya berkurang. Upaya untuk menanggulangi kendala tersebut adalah dengan perbaikan teknik budidaya pemupukan. Salah satu teknik budidaya tanaman yang diharapkan dapat meningkatkan hasil dan kualitas tanaman adalah dengan pemilihan dan aplikasi pupuk yang tepat dalam budidaya tanaman. Penggunaan pupuk organik yang berasal kotoran hewan (pupuk kandang) dapat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dan lebih ramah lingkungan.

Pupuk kandang ialah olahan kotoran hewan ternak, yang diberikan pada lahan pertanian untuk memperbaiki kesuburan dan struktur tanah. Pupuk kandang adalah pupuk organik, sebagaimana kompos dan pupuk hijau. Selain menjadi salah satu dari masukan dalam bercocok tanam, pupuk kandang merupakan bahan baku bagi berbagai resep pupuk organik cair. Zat hara yang dikandung pupuk kandang tergantung dari sumber kotoran bahan bakunya. Pupuk kandang ternak besar kaya akan nitrogen, dan mineral logam, seperti magnesium, kalium, dan kalsium. Pupuk kandang ayam memiliki kandungan fosfor lebih tinggi. Namun demikian, manfaat utama pupuk kandang adalah mempertahankan struktur fisik tanah sehingga akar dapat tumbuh secara baik (Anonymous.2013<sup>b</sup>)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk kandang kering mempunyai kandungan nitrogen yang bervariasi: sapi 2,41%, kerbau 1,09%, babi 2,11 %, ayam ras 3,17 %. Kandungan nitrogen tidak pernah stabil dan dapat berubah setiap waktu. (Sutanto, 2002)

Penggunaan pupuk kandang sapi ini dipilih menjadi bahan utama dalam penelitian ini dikarenakan berlimpahnya sumber daya alam berupa limbah kotoran sapi sisa dari peternakan sapi perah yang berada di sekitar lahan percobaan ini akan dilaksanakan. Dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia ini maka petani dapat melakukan efisiensi dan pemanfaatan limbah yang ada di sekitar mereka.

### Tujuan

- Mendapatkan rekomendasi interval waktu pemberian pupuk kandang lebih baik dengan kombinasi pupuk Urea yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.).
- Untuk mengetahui efektivitas serapan hara Nitrogen pada pertumbuhan dan hasil Tanaman Kailan.

### Hipotesis

- Waktu yang lebih lama dalam pemberian aplikasi pupuk kandang akan membutuhkan semakin sedikitnya kebutuhan pupuk urea yang diberikan pada Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.).
- Waktu yang lebih lama dalam pemberian aplikasi pupuk kandang maka hasil yang akan ditunjukkan pada pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.) akan menunjukkan hasil yang semakin baik.
- Pemberian dosis pupuk urea  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  akan memberikan hasil yang lebih baik dari pada dosis  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  pada pertumbuhan dan hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.)

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kailan

Tanaman Kailan (*Brassica oleracea*) ialah sayuran yang memiliki daun tebal, datar, mengkilap, berwarna hijau, dengan batang tebal dan beberapa kepala bunga yang berukuran kecil seperti bunga pada brokoli. Tanaman Kailan juga termasuk dalam spesies yang sama dengan brokoli dan kembang kol yaitu *Brassica oleracea*. Bagian Tanaman Kailan yang dapat dimanfaatkan yaitu bagian daun dan batangnya yang pada umumnya diolah menjadi masakan Tionghoa dan masakan Kanton (Anonymous, 2013<sup>a</sup>).

Tanaman Kailan memiliki bagian morfologi yang terdiri dari akar, batang, daun, bunga dan biji. Sistem perakaran pada tanaman kailan relatif dangkal dengan kedalaman berkisar 20-30 cm (Anonymous, 2013<sup>a</sup>). Batang Tanaman Kailan umumnya pendek dan banyak mengandung air (*herbaceous*), namun pada sekeliling batang hingga titik tumbuh terdapat tangkai daun pendek (Rukmana, 2008).

Rubatzky dan Yamaguchi (1998) menyatakan bahwa daun tanaman kailan ini merupakan daun roset yang tersusun spiral kearah puncak cabang tak berbatang seperti tanaman kol, sebagian tanaman kailan memiliki daun yang berukuran lebih besar dan permukaannya sembir daun yang rata. Pada tanaman kailan memiliki bunga sempurna dengan enam benang sari yang terdapat dalam 2 lingkaran dalam dan luar (Devlin, 1975). Biji Tanaman Kailan yang berbentuk bulat kecil serta berwarna coklat kehitam-hitaman ini berasal dari buah polong yang berbentuk, panjang, dan ramping (Anonymous, 2013<sup>a</sup>).



**Gambar 1. Tanaman Kailan skala 1:10 (Anonymous, 2013<sup>b</sup>)**

## 2.2 Syarat tumbuh

Wahyudi (2010) menyatakan bahwa tanaman kailan membutuhkan syarat tumbuh yang sesuai antara lain dengan melihat tipe tanah, pH tanah, ketinggian tempat dan persyaratan lain. Jenis tanah yang sesuai untuk perakaran tanaman kailan yaitu jenis tanah yang berlempung hingga lempung berpasir, gembur dan banyak mengandung bahan organik. pH optimum yang sesuai berkisar antara 6,0-6,8 apabila pada tanah masam (pH tanah rendah) tanaman kailan mudah terserang penyakit akar bengkak atau “Club root” yang disebabkan oleh cendawan *Plasmodiophora brassicae* Wor. Namun sebaliknya pada tanah basa atau alkalis (pH tanah tinggi) mudah terserang penyakit kaki hitam *Blackleg* akibat cendawan *Phoma lingam* (Fisher dan Goldworthy, 1992). Rubatzky dan Yamaguchi (1998) menyatakan bahwa, tanaman kailan menyukai suhu dingin antara 15 - 20 °C. Sedangkan kelembapan udara yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman adalah 60%-90%. Daerah yang cocok untuk tanaman kailan adalah dataran medium hingga dataran tinggi atau daerah pegunungan dengan ketinggian 300-1900 m di atas permukaan laut (dpl). Namun ketinggian yang ideal adalah berkisar 700-1.500 m dpl (di atas permukaan laut). Ketinggian tempat atau letak geografis tanah berhubungan erat dengan keadaan iklim setempat yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Misalnya keadaan suhu, kelembapan tanah, kondisi udara, curah hujan, dan lama penyinaran cahaya

matahari. Makin tinggi suatu tempat, maka suhu udaranya akan turun dengan laju penurunan 0,5 °C setiap kenaikan 100 meter dari permukaan laut. Dan untuk lama penyinaran yang diperlukan oleh tanaman untuk kegiatan fotosintesis adalah 9 jam – 10 jam per hari. Curah hujan yang dibutuhkan oleh tanaman kailan adalah 1.000-1.900 mm per tahun. Keadaan tanah yang baik dan sesuai untuk tanaman kailan adalah berstruktur remah, gembur, banyak mengandung bahan organik, subur, mudah mengikat air (*higroskopis*), dan solum tanah dalam. Sedangkan tekstur tanah yang cocok adalah tanah lempung ringan dengan sedikit kandungan pasir. Sifat fisika tanah yang baik akan berpengaruh terhadap peredaran oksigen (*aerasi*) dan drainase tanah. Peredaran udara yang baik akan menjamin ketersediaan oksigen dalam tanah untuk pernafasan akar tanaman dan aktivitas jasad-jasad renik tanah yang menguraikan bahan organik tanah (humus) menjadi zat yang tersedia (dapat diserap) oleh tanaman.

### 2.3 Pupuk Kandang

Pupuk kandang ialah olahan kotoran hewan, biasanya ternak, yang diberikan pada lahan pertanian untuk memperbaiki kesuburan dan struktur tanah. Pupuk kandang adalah pupuk organik, sebagaimana kompos dan pupuk hijau. Pupuk kandang kering juga mengurangi pengaruh kenaikan suhu selama proses dekomposisi dan terjadinya kekurangan nitrogen yang diperlukan oleh tanaman.

Untuk mempercepat proses pengeringan, maka pupuk kandang dicampur debu atau lumpur kering dalam jumlah yang seimbang, kemudian diletakkan di tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung dan diberi penutup sampai pupuk tersebut dimanfaatkan.

Pupuk organik pada umumnya mengandung hara makro N, P, K yang rendah, namun juga mengandung hara mikro dalam jumlah cukup yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Proses mineralisasi terjadi pada saat nitrogen dan unsur hara lainnya yang dilepaskan oleh bahan organik secara

perlahan-lahan. Apabila proses mineralisasi ini dihubungkan dengan kandungan unsur hara yang ada pada pupuk organik maka akan banyak membantu dalam menyuburkan tanah (Sutanto, 2002). Pada Tabel 1 dicantumkan komposisi beberapa contoh pupuk organik.

**Tabel 1. Komposisi Beberapa Bahan Organik (Sutanto, 2002)**

Nama Pupuk	Asri Kascing	Biokompos	Green Asri	Super Natural Nutrition
Jenis Pupuk	Pupuk padat	Pupuk padat	Pupuk Cair	Pupuk Cair
Bahan Dasar	Kotoran Cacing	Blotong dan Abu Ketel	-	-
Karbon	20,2 %	10,56 %		
Nitrogen	1,58 %	2,57 %	15%	20%
Fosfat	703 mg/kg	1,41 %	15-18 %	15%
Kalium	218 mg/kg	0,66 %	15-18 %	20%
Kalsium	35 mg/kg	2,49 %	-	-
Magnesium	214,3 mg/kg	0,43 %	-	-
Sulfur	153,7 mg/kg	-	5,2-5,4 %	-
Besi	13,5 mg/kg	1,07 %	-	-
Mangan	861,5 mg/kg	0,03 %	-	-
Aluminium	5 mg/kg	-	-	-
Natrium	154 mg/kg	-	-	-
Tembaga	1,7 mg/kg	0,02 %	-	-
Seng	33,5 mg/kg	0,03 %	-	-
Borium	34,37 mg/kg	-	-	-
Protein	-	-	70,3 %	-
Lemak	-	-	1,18 %	-
Organik Lain	-	-	1,55 %	31%
Air	-	-	-	12%

Hardjowigeno (1989) menyatakan bahwa pupuk kandang ialah sisa pencernaan makanan dalam tubuh hewan bersama dengan sampah kandang yang terutama berasal dari sisa ransum yang tidak termakan dan sisa jerami yang di daur ulang atau *recycle* dengan cara mengembalikan ke dalam tanah. Pada pH yang sama, tanaman yang tumbuh di tanah dengan bahan organik

tinggi tidak mengalami gejala keracunan aluminium dibandingkan tanaman yang tumbuh di tanah dengan bahan organik rendah. Pupuk kandang sangat membantu dalam memperbaiki sifat-sifat tanah seperti permeabilitas tanah, porositas tanah, struktur tanah, daya menahan air dan kapasitas tukar kation tanah.

Pemberian bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan hara di tanah, mengurangi tingkat kepadatan tanah, menambah kemampuan tanah mengeluarkan air dan meningkatkan “kapasitas tukar kation” (KTK) tanah. Bahan organik memegang peranan penting pada tanah tropis, karena hampir semua unsur terdapat didalamnya (Agboola, 1974) Pupuk kandang biasanya terdiri atas campuran 0,5% N; 0,25% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan 0,5% K<sub>2</sub>O (Allison, 1973) Flaig (1984) juga mengemukakan bahwa pupuk kandang tidak hanya menyediakan N, P, K dan hara lain tetapi juga memberi pengaruh yang baik terhadap fisik tanah. Komposisi N, P dan K pupuk kandang (domba) adalah 0.95%, 0.35% dan 1%, sedangkan pada pupuk kandang sapi padat dengan kadar air 85% mengandung 0,4% N; 0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan 0,5% K<sub>2</sub>O dan yang cair dengan kadar 95% mengandung 1% N; 0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan 0,1% K<sub>2</sub>O. Abdulrachman *et al.* (2000) mengemukakan bahwa pupuk kandang ternyata menurunkan nilai bobot atau meningkatkan porositas tanah dan meningkatkan laju permeabilitas tanah. Perbaikan sifat fisik tanah ini memungkinkan akar tanaman tumbuh lebih baik. Pupuk kandang juga dapat memperbaiki sifat biologis dan kimia tanah. Pupuk kandang bisa mengandung unsur-unsur Ca, Mg, S, Mn, Zn, Cu, Co, dan Mo. Komposisi hara pupuk kandang cukup bervariasi dan tergantung pada jenis hewan, umur hewan, pakan yang dikonsumsi dan penanganan limbahnya (Tisdale et al. 1990).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk kandang kering mempunyai kandungan nitrogen yang bervariasi: sapi 2,41%, kerbau 1,09%, babi 2,11 %, ayam ras 3,17 %. Kandungan nitrogen tidak pernah stabil dan dapat berubah setiap waktu. (Sutanto, 2002)



Adapun kandungan hara pada beberapa pupuk kandang disajikan pada Tabel 2 dan kandungan hara pada pupuk kandang padat/segar disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 2. Kandungan hara beberapa pupuk kandang (Tan, 1993)**

Sumber pukan	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
	Ppm						
Sapi perah	0.53	0.35	0.45	0.28	0.11	0.05	0.004
Sapi daging	0.65	0.15	0.30	0.12	0.10	0.09	0.004
Kuda	0.70	0.10	0.58	0.79	0.14	0.07	0.010
Unggas	1.50	0.77	0.89	0.30	0.88	0.00	0.100
Domba	1.28	0.19	0.93	0.59	0.19	0.09	0.020

**Tabel 3. Kandungan hara dari pupuk kandang padat/segar (Lingga P, 1991)**

Sumber pukan	Kadar air	Bahan organik	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Rasio C/N
	(%)						
Sapi	80	16	0.3	0.2	0.15	0.2	20-25
Kerbau	81	12,7	0.25	0.18	0.17	0.4	25-28
Kambing	64	31	0.7	0.4	0.25	0.4	20-25
Ayam	57	29	1.5	1.3	0.8	4.0	9-11
Babi	78	17	0.5	0.4	0.4	0.07	19-20
Kuda	73	22	0.5	0.25	0.3	0.2	24

Suardjono (2001) menyatakan bahwa pengaruh pemberian pupuk organik seperti pupuk kandang terhadap sifat fisik dan kimia tanah antara lain:

1. Mengurangi pemadatan tanah
2. Menaikkan ketersediaan air karena bahan organik yang dapat mengikat air
3. Menaikkan infiltrasi air sehingga tidak mudah tererosi
4. Menaikkan nilai tukar kation tanah
5. Menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman

6. Mencegah pengikatan P dan mineralisasi N organik.

Semakin banyak pupuk kandang yang diberikan pada tanah, maka kandungan bahan organik di dalam tanah semakin meningkat, mengakibatkan volume tanah semakin besar, bobot isi tanah menjadi ringan. Pupuk kandang dapat bertindak sebagai bahan organik, akan berangsur-angsur membentuk humus. Andreeilee, *et al* 2014 menyatakan bahwa Perlakuan kompos menunjukkan nilai yang signifikan, meskipun jika dibandingkan diantara masing-masing perlakuan kompos, nilai tinggi tanaman pada perlakuan kompos kotoran sapi, kambing dan ayam, tidak menunjukkan perbedaan yang cukup besar, dimana perbedaan tinggi tanaman paling signifikan terjadi pada umur 14 hst. Namun pada umur 28 hst dan 35 hst, nilai pertambahan tinggi tanaman paling tinggi ditunjukkan oleh perlakuan kompos kotoran ternak sapi.

Peningkatan kadar humus inilah yang dapat meningkatkan jumlah pori, sehingga air tersedia di dalam tanah. Humus bersifat sebagai koloid organik berperan aktif dalam penyerapan molekul air yang berada di dalam tanah (Baver *et al* 1985).

Tahapan-tahapan dalam pembuatan pupuk kandang yang baik dan berkualitas menurut (Lingga, 2006) adalah sebagai berikut:

- Deskomposisi

Pada tahap ini terjadi proses penguraian zat yang ada di dalam kotoran ternak menjadi zat yang dapat diserap oleh tanaman. Kadar rasio karbon terhadap nitrogen atau lazim disebut C/N ratio akan menurun sampai tingkat yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman.

- Pengeringan

Tahap ini dilakukan setelah kotoran mengalami dekomposisi. Proses pengeringan dilakukan di bawah sinar matahari atau dengan menggunakan alat pengering bila kondisi cuaca mendung. Pupuk kandang yang baik apabila kadar airnya sudah berkurang dari sekitar 70% menjadi 30%.

- Pengayakan

Pengayakan pupuk ini diperlukan untuk membuang materi-materi kasar sampai diperoleh pertikel-partikel yang lebih halus.

- Pengemasan

Tahap terakhir dari rangkaian proses pembuatan pupuk adalah pengemasan. Dengan pengemasan maka distribusi ke berbagai lokasi pemupukan akan lebih mudah.

Pupuk kandang siap digunakan jika penguraian oleh mikroba sudah tidak terjadi lagi. Artinya, panas sudah tidak ada lagi dalam kotoran. Dari pupuk tersebut tidak tercium bau amoniak. Bentuknya sudah berupa tanah yang gembur kalau diremas, tampak kering, dan berwarna coklat tua.

Untuk tanaman sayur, pemupukannya dapat dilakukan dengan cara disebar antara guludan, ditutup tipis dengan tanah. Ada pula petani yang menugal lahannya terlebih dahulu, lalu dalam lubang tugal diberi pupuk kandang.

## 2.4 Pupuk Urea (Nitrogen)

Pupuk anorganik ialah pupuk yang mengandung satu atau lebih senyawa anorganik (Leiwakabessy dan Sutandi, 2004). Fungsi utama pupuk anorganik adalah sebagai penambah unsur hara atau nutrisi tanaman. Pupuk anorganik memiliki berbagai jenis dan kandungan unsur hara yang berbeda ini ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Jenis Pupuk Anorganik dan Kandungan Unsur Haranya (Sutejo, 2005)**

Jenis Pupuk	Rumus Kimia	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Keterangan
<b>Pupuk Tunggal</b>					
<b>Pupuk Nitrogen</b>					
Ammonium sulfat	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	-	-	Mudah larut
Urea	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	45	-	-	Mudah larut
Ammonium sulfatnitrat	2NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	26	-	-	Agak mudah larut

Hanifah (2010) mengatakan bahwa bentuk pupuk Nitrogen anorganik dalam tanah yaitu  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ . Bentuk  $\text{N}_2\text{O}$  dan  $\text{N}_2$  merupakan bentuk-bentuk yang hilang dari tanah dalam bentuk gas sebagai akibat proses denitrifikasi. Tanaman mengambil nitrogen dari tanah dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$  yang berasal dari pupuk-pupuk Nitrogen dan bahan organik yang diberikan.

Pengadaan nitrogen di dalam tanah terjadi melalui proses mineralisasi N dari bahan organik dan immobilisasi, fiksasi N dari udara oleh mikroorganisme, dan melalui hujan atau bentuk-bentuk presipitasi lain, serta pemupukan. Jumlah N di dalam tanah merupakan hasil kesetimbangan antara faktor kadar bahan organik, iklim dan vegetasi, topografi, sifat fisika dan kimia tanah, kegiatan manusia, dan waktu (Hanifah, 2010).

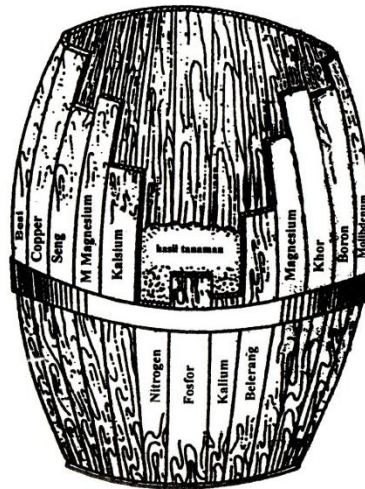
### **2.5 Respon Tanaman Terhadap Pemupukan**

Pengambilan hara oleh tanaman dari dalam tanah secara terus-menerus mengakibatkan tanah miskin akan hara, yang mengakibatkan terjadinya degradasi kesuburan tanah, sehingga pertumbuhan dan produktivitas tanaman akan terganggu (Syekhfani 2003). Untuk mengatasi keadaan tersebut perlu dilakukan penambahan hara dari luar melalui pemupukan. Jenis pupuk yang dapat diberikan untuk menambah unsur hara ada dua macam, yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Indriani (1999) menyatakan bahwa penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dan berlebihan, tidak diimbangi dengan penggunaan pupuk organik menyebabkan tanah menjadi tandus dan produktivitasnya menurun. Oleh karena itu, perlu diimbangi pemberian pupuk organik agar dapat meningkatkan kandungan hara, baik yang tergolong unsur makro maupun mikro.

Menurut Agustina (2004), fenomena respon tanaman terhadap nutrisi tanaman akan terbagi atas beberapa macam kondisi. Yang pertama, adalah kondisi respon tanaman terhadap nutrisi tanaman menurut hukum minimum Leibig yang berbunyi sebagai berikut:

*“The amount of plant growth is regulated by the factor present in minimum amount and rises or falls accordingly as this is increased or decreased in amount.”*

Artinya : Laju pertumbuhan tanaman diatur oleh adanya faktor yang berada dalam jumlah minimum dan besar kecilnya laju pertumbuhan ditentukan oleh peningkatan dan penurunan faktor yang berada dalam jumlah minimum tersebut.



**Gambar 2. Gentong hukum minimum Leibig (Agustina,2004)**

Konsepnya digambarkan dalam bentuk gentong (Gambar 1). Pada Gambar 1 tampak bahwa untuk mencapai kemungkinan hasil maksimum tidak boleh terjadi nutrisi apa pun yang menjadi faktor pembatas. Sebagai contoh, bila ditambah pupuk nitrogen, fosfor, dan kalium maka selanjutnya sulfur akan menjadi faktor pembatas (FAO, 1970 dalam Blair, 1979). Berdasarkan fakta tersebut masih diperlukan identifikasi secara kuantitatif mengenai mengenai besarnya pupuk NPK yang cukup dan rendahnya unsur sulfur. Agar lebih jelas maka dibuat kurva hasil tanaman secara umum (Gambar 2). Dalam kurva tersebut, digambarkan bahwa status nutrisi tanaman yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman berada pada zona defisiensi (kekurangan), zona cukup, atau zona keracunan (keracunan).



**Gambar 3. Kurva hasil tanaman secara umum**

Yang kedua, kondisi respon tanaman terhadap nutrisi tanaman menurut hukum peningkatan hasil yang semakin berkurang oleh Mitcherlich. Tampaknya hubungan antara penambahan nutrisi dengan status yang rendah apabila dicukupi maka pengaruhnya terhadap hasil tanaman mengikuti kurva yang tidak linier tetapi cenderung kurvalinier. Fenomena ini dikemukakan oleh Mitcherlich (1909). Beliau memformulasikan dalam *The Law of diminishing return* atau hukum peningkatan hasil yang makin berkurang yang isinya :

*“The yield response to a unit application of fertilizer was proportional to the difference between the yield and the maximum yield”*

Artinya: Penambahan hasil tanaman sebagai respon penambahan pupuk berbanding lurus dengan selisih hasil maksimum dengan hasil actual.

Persamaan matematikanya sebahai berikut:

$$Y = A (1 - B^{CX})$$

Y= hasil aktual (kg ha<sup>-1</sup>)

A= hasil maksimum (kg ha<sup>-1</sup>)

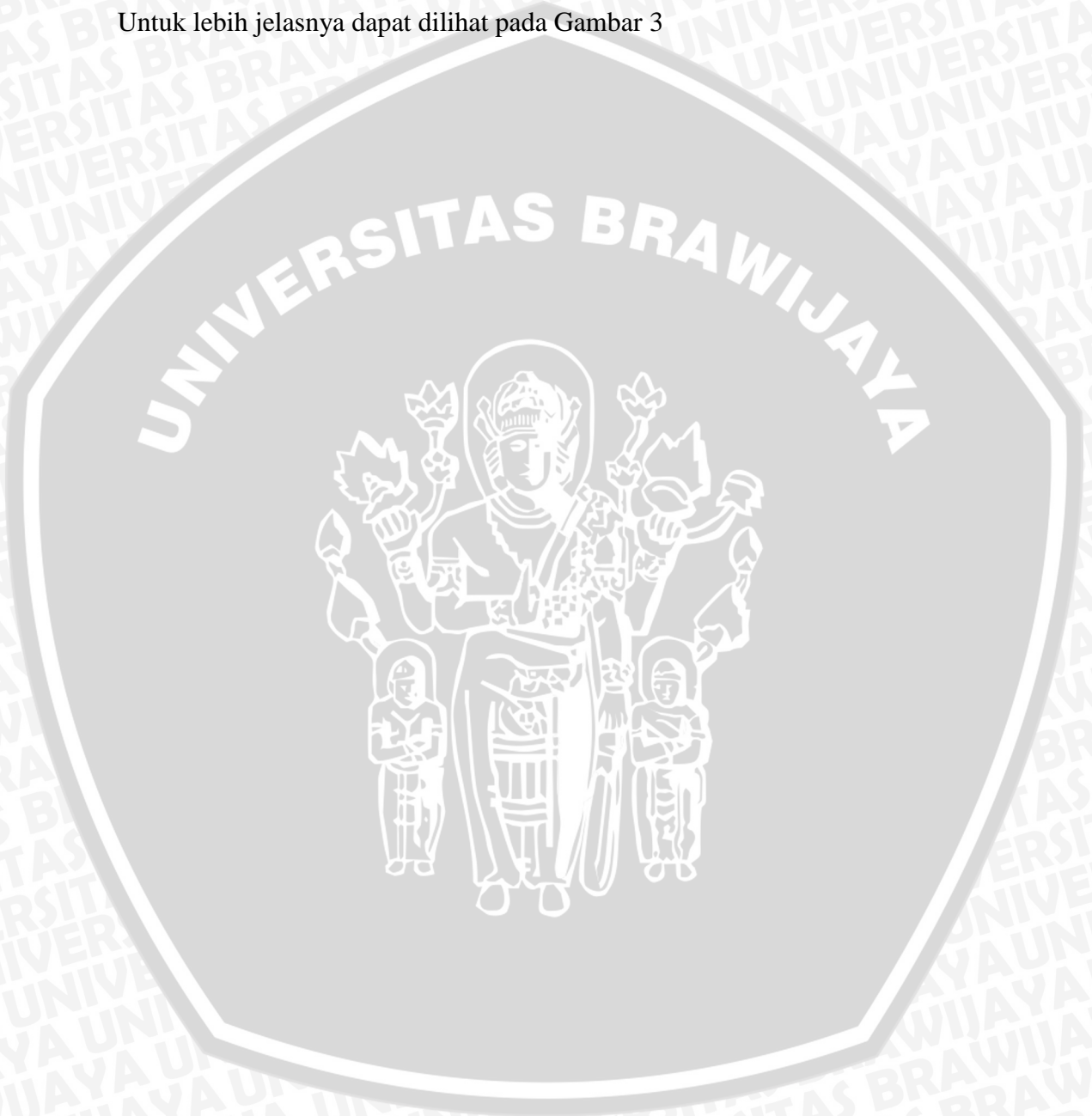
B= respon maksimum akibat penambahan nutrisi

$$B = \frac{(A - \text{Hasil pada } X)}{A}$$

c = koefisien yang menggambarkan kurva respon tersebut

x = besarnya faktor luar yang ditambahkan ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3



### 3. METODE DAN BAHAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Mei 2014 sampai Juli 2014 di Dusun Ngujung, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu yang memiliki ketinggian tempat 750 m dpl memiliki suhu rata – rata berkisar 23,37 °C – 30,01 °C. Desa Pandanrejo memiliki jenis tanah Inseptisol.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempat persemaian, cangkul, label, mistar, timbangan analitik, roll meter, kamera digital, LAM (Leaf Area Meter) dan gembor.

Bahan–bahan yang digunakan adalah benih Tanaman Kailan varietas Nova, pupuk kandang, fungisida Nebijin 0,3 DP dan pupuk Urea.

#### 3.3 Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok. yang terdiri atas kombinasi pemupukan urea dengan dosis 100 kg ha<sup>-1</sup> dan 200 kg ha<sup>-1</sup> serta pemupukan dengan pupuk kandang kotoran sapi dengan dosis 10 ton ha<sup>-1</sup> dengan perbedaan interval waktu pemberiannya di lahan dan semua perlakuan diulang 3 kali:

P1W0 = Pemberian Pupuk Urea dosis 100 kg ha<sup>-1</sup>

dengan pupuk kandang 0 minggu sebelum tanam atau saat tanam

P1W1 = Pemberian pupuk Urea dosis 100 kg ha<sup>-1</sup>

dengan pupuk kandang 1 minggu sebelum tanam

P1W2 = Pemberian pupuk Urea dosis 100 kg ha<sup>-1</sup>

dengan pupuk kandang 2 minggu sebelum tanam

P1W3 = Pemberian pupuk Urea dosis 100 kg ha<sup>-1</sup>

dengan pupuk kandang 3 minggu sebelum tanam



P2W0 = Pemberian pupuk Urea dosis  $200 \text{ kg ha}^{-1}$   
dengan pupuk kandang 0 minggu sebelum tanam

P2W0 = Pemberian pupuk Urea dosis  $200 \text{ kg ha}^{-1}$   
dengan pupuk kandang 1 minggu sebelum tanam

P2W2 = Pemberian pupuk Urea dosis  $200 \text{ kg ha}^{-1}$   
dengan pupuk kandang 2 minggu sebelum tanam

P2W3 = Pemberian pupuk Urea dosis  $200 \text{ kg ha}^{-1}$   
dengan pupuk kandang 3 minggu sebelum tanam

Jumlah tanaman pada setiap satuan percobaan adalah 50 tanaman dengan jumlah tanaman keseluruhan 1200 tanaman.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan media tanam persemaian

Persiapan media tanam dimulai dengan mengambil tanah sebagai media tumbuh tanaman. Sebelum dimasukkan ke dalam polybag, media tanah terlebih dahulu dibersihkan dari gulma dan batu/kerikil. Selanjutnya media tanah di masukkan dalam polybag kemudian disusun rapi sebagai media awal pesemaian.



Gambar 4. Lahan Persemaian

### 3.4.2 Penyemaian

Bahan tanam yang digunakan berupa bibit. Bibit diperoleh dengan cara persemaian yaitu benih disemaikan terlebih dahulu selama 2 minggu. Penyemaian benih dilakukan dengan ditanam pada wadah plastik. Persemaian diletakkan pada tempat yang ternaungi dari terik matahari.

### 3.4.3 Persiapan pengolahan lahan

Langkah selanjutnya yakni mempersiapkan pengolahan lahan. Pengolahan lahan pada masing-masing plot percobaan pertama-tama dibentuk empat persegi panjang dengan menggunakan cangkul.. Tanah yang digunakan dibentuk bedeng-bedeng dan parit-parit dengan tinggi bedeng 20 cm, lebarnya 150 cm dan panjangnya 300 cm.

### 3.4.4 Penanaman

Penanaman bibit yang telah berumur 2 minggu pada petak percobaan yang dilakukan pagi hari. Bibit yang ditanam ciri umumnya telah tumbuh daun dau sampai tiga helai dan tinggi tanaman minimal mencapai 4 cm. Penanamannya langsung pada lubang tanam yang telah disiapkan pada bedengan, dengan jarak tanam 30 cm x 30 cm setiap lubang ditanami satu bibit.

### 3.4.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi pengairan (penyiraman), penyulaman, penyiangan dan penggemburan tanah

#### a. Pengairan (penyiraman)

Pengairan bertujuan untuk menjaga agar tanaman tidak layu, menjaga kelembaban tanah, mengatur temperatur tanah, menambah unsur hara dalam tanah dan melarutkan zat-zat makanan yang diperlukan olah tanaman. Waktu pengairan yang baik dilakukan pada pagi atau sore hari. Penyiraman dilakukan 2 kali sehari selama tidak ada hujan dan disesuaikan apabila ada hujan. Jumlah air yang diberikan pada setiap tanaman sama. Penyiraman

dilakukan dengan menggunakan gembor atau sprinkle agar air tidak terkonsentrasi pada 1 titik saja.

b. Penyulaman

Penyulaman dilakukan pada tanaman yang pertumbuhannya tidak sesuai dengan yang diharapkan. Penyulaman dilakukan tiga hari setelah transplanting pada bibit yang mati. Bahan tanam untuk penyulaman diambil dari tanaman cadangan yang telah disemaikan secara bersamaan yang umurnya sama dengan tanaman yang ada dalam plot penelitian.

c. Penyiangan dan penggemburan tanah

Penyiangan gulma dilakukan saat tanaman berumur 2 – 4 minggu setelah tanam. Penyiangan selanjutnya dilaksanakan setiap saat apabila gulma tumbuh disekitar tanaman secara hati-hati agar tidak mengganggu perakaran.

### 3.4.6 Pemupukan

Pemberian pupuk dilakukan sesuai dengan perlakuan yang diberikan, yakni kombinasi pupuk urea dengan dosis 100 kg/ha dan 200 kg/ha serta pemupukan dengan pupuk kandang kotoran sapi dengan perbedaan interval waktu saat tanam, satu minggu sebelum tanam, dua minggu sebelum tanam dan terakhir tiga minggu sebelum tanam. Pupuk kandang diaplikasikan ke lahan bersamaan dengan proses pengolahan lahan dengan interval waktu yang berbeda-beda. Cara pemberian pupuk kandang tersebut dengan cara ditaburkan di atas bedengan kemudian ditutup tipis dengan tanah. Sedangkan cara pengaplikasian pupuk urea di lahan dengan cara konvensional biasa dengan sistem tugal. Pupuk diberikan pada sisi samping tanaman yang sebelumnya telah ditugal atau diberi lubang untuk pemupukan.

### 3.4.7 Pengendalian Hama dan Penyakit

Hama yang menyerang tanaman kailan antara lain *Aphid sp.* dan ulat. Hama yang menyerang tanaman kailan ini merupakan hama yang menyerang bagian daun sehingga dapat menurunkan panen dan nilai panen tanaman. Pengendalian hama ialah dengan dilakukan penyemprotan dengan insektisida.

Insektisida yang digunakan yaitu insektisida Curacron 500 EC dengan bahan aktif profenofos 500 gram dengan dosis 1,5 ml. Penyemprotan intektisida dilakukan pada minggu ke-2 dan ke-3 atau pada saat hama menyerang tanaman.

### 3.4.8 Panen

Bagian tanaman kailan yang dipanen adalah daun dan batangnya. Pemanenan dapat dilakukan pada umur 32 hari setelah transplanting. Ciri-ciri tanaman kailan yang sudah siap panen antara lain tinggi tanaman mencapai rata-rata diatas 25 cm, lebar daun hamper selebar telapak tangan orang dewasa.

Waktu yang terbaik untuk melakukan panen yaitu pagi hari, pemanenan dilakukan dengan memotong daun beserta batang dari permukaan tanah atau mengambil seluruh bagian dari tanaman dari ujung daun sampai akar. Tanaman Kailan secara hati-hati. Alat yang dipakai untuk memotong batang atau tangkai dapat berupa pisau yang tajam.

### 3.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap tanaman kailan yaitu pengamatan non destruktif, destruktif dan panen.

- Pengamatan non destruktif dilakukan mulai umur tanaman 14, 21 dan 28 hari setelah transplanting. Setiap kali pengamatan dilakukan dengan mengamati 2 tanaman contoh. Variabel yang diamati antara lain :

1. Panjang tanaman (cm)

Cara pengukuran panjang tanaman diukur dari permukaan tanah hingga ujung kanopi yang terpanjang (setelah diluruskan).

2. Jumlah daun (helai)

Cara penghitungan jumlah daun dihitung jumlah daun yang berwarna hijau dan telah membuka sempurna.

3. Diameter batang (cm)

Cara pengukuran diameter batang diukur dengan menggunakan jangka sorong pada batang 2 cm di atas tanah.

- Pengamatan destruktif dilakukan mulai umur tanaman 14, 21 dan 28 hari setelah transplanting. Setiap kali pengamatan dilakukan dengan mengambil 2 tanaman. Variabel yang diamati antara lain :

1. Luas daun per tanaman ( $\text{cm}^2$ ), ditentukan dengan menggunakan alat Leaf Area Meter (LAM). Cara mengukurnya dengan meletakkan daun pada LAM dan hasil luas daun tersebut ditunjukkan dalam display.
2. Bobot segar total per tanaman (gram/tanaman), ditentukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman beserta dengan akar terlebih dahulu dibersihkan dari tanah yang masih menempel.

- Pengamatan panen dilakukan hanya sekali pada saat umur 32 hari setelah transplanting. Variabel pengamatan panen antara lain :

1. Analisis Unsur Hara N (Nitrogen) tanaman yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efektivitas serapan N dari tanah menuju tanaman.

Meliputi 3 analisis :

- a. Analisis kandungan unsur hara Nitrogen pada tanah sebelum tanam
  - b. Analisis kandungan unsur hara Nitrogen pada tanah sesudah panen
  - c. Analisis kandungan unsur hara Nitrogen pada daun sesudah panen
2. Bobot segar total per tanaman (g), diperoleh dengan menimbang bobot segar total tanaman termasuk akar, batang dan daun per tanaman.
  3. Bobot konsumsi per tanaman (g), diperoleh dengan menimbang bobot segar daun dan batang tanaman tidak termasuk akar.

4. Indeks Panen (Harvest Index) (g), Indeks panen menunjukkan nisbah bobot segar tanaman yang dinilai ekonomis dengan bobot segar total tanaman.

Indeks panen (IP) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$IP = \frac{BSK}{BTT}$$

Keterangan :

IP : Indeks panen

BSK : Bobot segar bagian yang dikonsumsi

BTT: Bobot segar total tanaman

### 3.6 Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5%. Apabila terdapat perbedaan, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji BNT pada taraf 5%.