

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kebutuhan unsur hara pada pertanaman kedelai

Nitrogen ialah unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman sebagai penyusun dari semua protein dan asam nukleat atau penyusun protoplasma secara keseluruhan. Biomassa tanaman rata-rata mengandung N sebesar 1 – 2%. Nitrogen menyusun 79% dari atmosfer dan bahkan lebih banyak lagi N di dalam tanah sebagai sedimen organik. Pada umumnya nitrogen diambil oleh tanaman dalam bentuk amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), tetapi nitrat yang terhisap segera tereduksi menjadi amonium melalui enzim yang mengandung molibdenum.

Pada umumnya nitrogen sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang, dan akar. Tanaman kedelai dapat mengikat nitrogen ( $\text{N}_2$ ) di atmosfer melalui aktivitas bakteri pengikat nitrogen, yakni *Rhizobium japonicum*. Bakteri ini terbentuk di dalam akar tanaman yang diberi nama nodul atau bintil akar. Tanaman kedelai dikenal sebagai sumber protein nabati karena kadar protein dalam biji kedelai lebih dari 40%. Semakin besar kadar protein dalam biji, akan semakin banyak pula kebutuhan nitrogen sebagai bahan utama protein. Untuk memperoleh hasil biji 2,50 ton/ha, diperlukan nitrogen sekitar 200 kg/ha. Dari jumlah tersebut, sekitar 120 – 130 kg dipenuhi dari kegiatan fiksasi nitrogen (Brady *et al*, 1990).

Pemupukan nitrogen pada awal pertumbuhan kedelai perlu dilakukan untuk pertumbuhan dalam 1 minggu pertama. Pada keadaan tersebut, akar tanaman belum berfungsi sehingga tambahan nitrogen diharapkan dapat merangsang pembentukan akar. Sistem perkecambahan kedelai berupa epigeal sehingga persediaan makanan di dalam kotiledon lebih banyak digunakan untuk pertumbuhan awal vegetatif dan seringkali nitrogen yang dibutuhkan tidak tercukupi. Namun demikian, bila penggunaan pupuk nitrogen terlalu banyak, akan menekan jumlah dan ukuran bintil akar sehingga akan mengurangi efektivitas pengikatan  $\text{N}_2$  dari atmosfer (Samsu, 2003).

Fosfor ialah bagian dari inti sel, berperan dalam pembelahan sel, dan juga untuk perkembangan jaringan meristem yang dapat merangsang pertumbuhan akar dan tanaman muda, mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji atau gabah, selain itu juga sebagai penyusun lemak dan protein. Pada umumnya P diserap tanaman dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  daripada  $\text{HPO}_4^{2-}$  atau  $\text{PO}_4^{2-}$  karena  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  mudah tersedia bagi tanaman. P sebagian besar berasal dari pelapukan batuan mineral alami dan bahan organik.

Tanaman kedelai membutuhkan P dalam jumlah besar dimana setiap 2,5 ton biji  $\text{ha}^{-1}$  memerlukan 16 kg P  $\text{ha}^{-1}$ . Serapan P oleh tanaman kedelai terjadi selama kurun waktu pertumbuhannya. Periode kebutuhan terbesar pada saat mulai pembentukan polong hingga  $\pm 10$  hari sebelum biji berisi dan berkembang penuh. Jumlah P yang perlu diberikan pada tanaman kedelai adalah 35 – 59 kg  $\text{ha}^{-1}$  dalam bentuk  $\text{P}_2\text{O}_5$ , setara dengan pemberian pupuk fosfor yang mengandung 36% unsur P sebanyak 100 – 200 kg  $\text{ha}^{-1}$  (Novizan, 2002).

Kalium penting dalam proses metabolisme dalam tanaman, yakni dalam sintesis dari asam amino dan protein dari ion-ion ammonium, membantu potensial osmotik dan pengambilan air yang mempunyai pengaruh pada pembukaan dan penutupan stomata. Kalium juga menyeimbangkan muatan-muatan anion dan mempengaruhi transpor anion. Kemampuan tanaman mendapatkan K sangat bervariasi, tergantung sifat-sifat tanah, antara lain bahan induk tanah, susunan mineral dan proses pelapukan.

Kalium ditemukan dalam jumlah yang banyak di dalam tanah, tetapi hanya sebagian kecil yang digunakan oleh tanaman ialah yang larut dalam air atau yang dapat dipertukarkan dalam koloid tanah. Tanaman menyerap K dalam bentuk  $\text{K}^+$  yang merupakan kation yang paling banyak dalam sitoplasma dan sangat mobile dalam tanaman. Serapan K bersifat selektif yang berkaitan erat dengan aktivitas metabolisme, dan garam K ialah penyumbang utama pada potensial osmotik sel. Tanaman kedelai adalah konsumen berat hara K yang dipartisi dalam biji, terbukti dengan kandungan  $\text{K}_2\text{O}$  sekitar 20 kg pada setiap 1000 kg biji kedelai. Perkecambahan kedelai tidak memerlukan kalium dalam jumlah besar, namun tingkat serapannya semakin meningkat pada fase vegetatif dengan kebutuhan

kalium terbesar pada fase pengisian polong. Pertanaman kedelai menunjukkan respon yang baik pada pemupukan 50 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> yang diaplikasikan 1/3 saat tanam, 1/3 pada fase inisiasi bunga dan 1/3 pada pengisian polong (Hardjowigeno, 2002).

## 2.2. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai

Tanaman kedelai mempunyai 2 periode tumbuh ialah periode vegetatif dan reproduktif (Staff, 2002). Periode vegetatif (V) ialah periode tumbuh mulai munculnya tanaman di permukaan tanah hingga terbentuknya bunga pertama (McWilliams *et al.*, 1999). Lamanya tergantung genotip dan lingkungan terutama panjang hari dan suhu. Periode generatif dicirikan dengan mulai keluarnya bunga pertama hingga polong masak (Adisarwanto dan Riwanodja, 1998). Hidayat (1992) menjelaskan bahwa periode vegetatif dihitung sejak tanaman muncul dari dalam tanah. Setelah fase kotiledon, maka penandaan fase vegetatif berdasarkan jumlah buku (Tabel 1) (Staff, 2002). Menurut Smith (1995), fase vegetatif diawali dengan perkecambahan benih, pembentukan akar, pembentukan daun, pembentukan batang utama, dan cabang-cabang yang berakhir pada saat terbentuknya bunga pertama.

Tabel. 1 Periode pertumbuhan vegetatif kedelai (Staff, 2002)

Fase	Tingkat fase	Uraian
VE	Perkecambahan	Tanaman muncul dari tanah
VC	kotiledon	Hipokotil lurus dan kotiledon membuka
V1	Buku ke-1	Daun berkembang penuh pada daun unifoliolate
V3	Buku ke-3	Trifoliolate berkembang penuh pada buku kedua di atas buku kotiledon
V5	Buku ke-5	Trifoliolate berkembang penuh pada buku keempat di atas buku kotiledon
Vn	Buku ke-n	N buah buku pada batang utama dengan daun terurai penuh, terhitung mulai buku unifoliolate

Staff (2002) menjelaskan periode generatif atau reproduktif (R) dimulai sejak munculnya bunga pertama hingga polong masak. Ada 8 fase pada periode reproduktif ialah fase R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 dan R8 (Tabel. 2). Menurut

Smith (1995), fase reproduktif diawali pada saat mulai terbentuknya bunga pertama, pembentukan polong dan diikuti dengan pengisian serta pemasakan polong.

Tabel 2. Periode generatif kedelai (Staff, 2002)

Fase	Tingkat fase	Uraian
R1-R2	Mulai berbunga untuk penuh	Bunga satu dari 4 buku teratas
R3	Mulai membentuk polong	Hanya satu polong yang terbentuk dari 4 buku teratas
R4	Polong penuh	$\frac{3}{4}$ inch panjang polong satu dari 4 buku teratas
R5	Mulai terbentuk biji	Biji mulai berkembang satu dari 4 buku teratas
R6	Biji penuh	Polong berisi biji hijau yang isi polongnya berlubang pada satu dari 4 buku teratas
R7	Mulai masak	Polong satu normal pada batang hingga warna masak polong. 50 % atau lebih daun menguning
R8	Masak penuh	95 % polong masak

### 2.3. Pupuk daun organik (urin sapi)

Pupuk urin sapi (Biourine) ialah pupuk organik dari hasil fermentasi kotoran cair (urine) hewan ternak yang umumnya berupa mamalia (sapi, kambing, babi, kuda) dan unggas (Ismawati, 2003). Pupuk organik mengandung unsur hara lengkap yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan, selain mengandung unsur hara makro seperti N, P, K, pupuk organik juga mengandung unsur hara mikro seperti Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) dan Sulphur (S) (Tabel 1).

Tabel 3. Kandungan unsur hara makro beberapa jenis pupuk organik (Sarief, 1986)

Jenis ternak	Bentuk	%	H <sub>2</sub> O (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O
Kuda	Padat	80	75	0,05	0,30	0,42
	Cair	20	90	1,35	-	1,25
	Total	-	78	0,70	0,25	0,55
Sapi	Padat	70	85	0,40	0,20	0,10
	Cair	30	92	1,00	0,20	1,35
	Total	-	86	0,60	0,15	0,45
Kambing	Padat	67	60	0,75	0,50	0,45
	Cair	33	85	1,35	0,05	2,10
	Total	-	69	0,95	0,35	1,00
Ayam	Total	-	55	1,00	0,80	0,40

Urin sapi sangat potensial untuk dikembangkan menjadi pupuk organik yang ramah lingkungan sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat petani dan peternak. Untuk mengolah limbah dari kotoran sapi (urin sapi) tersebut menjadi produk yang lebih bermanfaat diperlukan fermentasi dengan melibatkan peran bakteri (mikroorganisme) *R. bacillus* dan *Azotobacter* untuk mengubah atau mentransformasikan senyawa kimia ke substrat organik sehingga bisa diimplementasikan langsung sebagai nutrisi pada tanaman pertanian seperti tanaman padi, sayur-mayur dan tanaman perkebunan.

Biourine ialah pupuk cair dengan kandungan hara tinggi berbahan pupuk cair dari urin ternak. Untuk membuat biourine, urin ternak ditampung dalam bak, lalu dimasukkan ke dalamnya fermenter (*R. bacillus* dan *Azotobacter*). Setiap 800 liter urin difermentasi dengan *R. bacillus* 1 liter dan *Azotobacter* 1 liter, lalu diaduk dengan aerator selama 3 - 4 jam. Permukaan bak lalu ditutup dengan triplek atau plastik dan didiamkan selama 7 hari. Pada hari ke-8, urin diputar selama 6 – 7 jam. Pemutaran dimaksudkan untuk menguapkan amonia karena bersifat racun bagi tanaman (BPTP Bali, 2008).

Hasil analisis di laboratorium menunjukkan kadar hara N, K dan C-organik pada biourine lebih tinggi dibanding urin yang belum difermentasi (Tabel 1). Kandungan N pada biourine meningkat dari rata-rata 0,34% menjadi 0,89%, sedangkan pada biokultur meningkat dari 0,27% menjadi 1,22%. Demikian pula kandungan K dan C organik meningkat dan kandungan P justru menurun.

Tabel 4. Kandungan unsur hara pupuk biourin (BPTP Bali, 2008).

Jenis Bahan	Kandungan Hara			
	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	C-organik (ppm)
<b>Urine</b>				
- Sebelum Fermentasi	0,34	94	759	3.390
- Sesudah Fermentasi	0,89	89	1.770	3.773

Penelitian yang telah dilakukan terhadap urin sapi diantaranya adalah Anty (1980) melaporkan bahwa urin sapi mengandung zat perangsang tumbuh ialah IAA. Fermentasi urin sapi secara ilmiah mengandung zat perangsang tumbuh

yang dapat digunakan sebagai pengatur tumbuh diantaranya adalah auxin (Solikin dan Masdiko, 2005). Fungsi auxin pada tanaman ialah merangsang pertumbuhan dan mempertinggi persentase tumbuhnya bunga dan buah (Naswir, 2003). Auxin IAA (Indole-3-Acetic Acid) dengan rumus bangun  $C_{10}H_9O_2N$  dapat mempengaruhi masa vegetatif dan reproduktif pada tanaman. Urin sapi juga memberikan pengaruh positif pada pertumbuhan vegetatif tanaman jagung ialah merangsang munculnya akar primer pada masa pertumbuhan ataupun masa pembungaan dan dapat juga mengoptimalkan penyerapan unsur hara yang terdapat didalam tanah. Selain itu, urin sapi juga dapat mencegah datangnya berbagai hama tanaman sehingga urin sapi juga dapat berfungsi sebagai pengendalian hama tanaman dari serangan (Phrimantoro, 2002).

Selain mengandung ZPT, urin juga mengandung senyawa lain seperti nitrogen dalam bentuk amoniak. Amoniak dalam urin sapi tersebut menyebabkan tingginya suhu (panas) urin sapi. Suhu dapat diturunkan dengan mengurangi kadar amoniak dalam urin sapi dengan cara fermentasi, baik menggunakan bakteri pengurai atau dengan cara menyimpan urin tersebut (Ardian dan Muniarti, 2007). Urin sapi yang diaplikasikan pada saat tanaman berumur 1 minggu setelah tanam, pengaruhnya mulai nampak nyata bahkan sangat nyata terhadap panjang tanaman, karena konsentrasi urin sapi yang disemprotkan melalui daun mampu menstimulir panjang batang utama (Agusuryani, 1995).