

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Kedelai (*Glycine max*)

Tanaman Kedelai merupakan tanaman polong-polongan yang memiliki beberapa nama botani yaitu *Glycine max* (kedelai kuning) dan *glycine soja* (kedelai hitam) (Adisarwanto, 2013). Kedelai diklasifikasikan sebagai berikut : *Kingdom : Plantae, Divisio : spermatophyte, Subdivision : Angiospermae, Class : Dicotyledoneae, Ordo : Polypetalis, Family : Leguminosae, Subfamily : Papiliotoideae, Genus : Glycine max (L.) Merrill* (Sharma, 1993). Bentuk daun kedelai umumnya berbentuk bulat (oval) dan ujungnya tumpul serta permukaan daun berbulu. Daun kedelai merupakan tanaman majemuk yang terdiri dari tiga helai anak daun dan umumnya berwarna hijau muda atau hijau kekuning-kuningan, pada saat sudah tua daun-daunnya akan rontok (Andrianto dan Indarto, 2004).

Kedelai merupakan tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak dengan tinggi batang antara 30 - 100 cm dan setiap batang membentuk 3 - 6 cabang. Kedelai dapat tumbuh dengan cepat dan dapat mencapai masa panen pada umur 10 minggu setelah penanaman (Adisarwanto, 2013). Tanaman kedelai merupakan tanaman dengan golongan *euhalofit* yaitu tanaman leguminosa yang dapat tumbuh dengan kondisi tanah salin (Pangaribuan, 2005). Kedelai sendiri merupakan tanaman yang mudah dikembangkan karena pemeliharaan yang cepat dan juga berkualitas, oleh karenanya kedelai digunakan sebagai salah satu bahan

pangan dengan hasil olahan yang dapat dimanfaatkan manusia pada bagian bijinya ataupun oleh hewan ternak pada bagian daun dan batang kedelai (Lubis, 1992). Kedelai mempunyai kandungan nutrisi didalamnya yang kaya akan kandungan protein biji kedelai 41,5% (Hartadi *et al.*, 1993). Kedelai dapat tumbuh pada kondisi suhu yang beragam. Suhu tanah yang optimal dalam proses perkecambahan yaitu 30°C, bila kedelai tumbuh pada suhu yang rendah kurang dari 15°C maka proses perkecambahan menjadi sangat lambat dapat mencapai 2 minggu. Hal ini dikarenakan perkecambahan biji tertekan pada kondisi kelembaban tanah tinggi, akibat respirasi air dari dalam biji yang terlalu cepat menyebabkan banyaknya biji yang mati (Adisarwanto, 2013). Suhu yang dikehendaki tanaman kedelai antara 21 – 34°C, akan tetapi suhu optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai 23 – 27°C. Adapun gambar tanaman kedelai seperti terlihat pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Tanaman Kedelai (*Glycine max*)

Jerami kedelai merupakan hasil buangan dari tanaman kedelai selain biji yang dapat digunakan sebagai pakan ternak dengan kandungan protein sebesar 10 - 15% (Richard *et al.*, 1984). Jerami merupakan sisa tanaman setelah diambil hasil utamanya atau buahnya. Jerami yang dapat digunakan untuk pakan umumnya adalah tanaman dengan bagian daun dan batang baik yang masih muda atau sudah berwarna kuning (Adisarwanto, 2013). Jerami kedelai sebagai pakan mempunyai faktor pembatas antara lain rendahnya kandungan nutrisi dan kecernaannya. Sedangkan kandungan protein kasar berdasarkan bahan keringnya adalah 10,56% dan produksi bahan keringnya 1,59 ton per hektar (Ditjen Peternakan dan Fapet UGM, 1986). Jerami kedelai mempunyai nilai kandungan nutrisi kadar abu 9,4%, kadar serat kasar 28,8%, kadar protein kasar 16,6% dan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) 39% (Hartadi *et al.*, 1993).

## **2.2. Inokulasi**

Inokulasi atau yang biasa disebut dengan penanaman bakteri adalah pekerjaan atau kegiatan memindahkan bakteri dari medium yang lama ke medium yang baru guna meningkatkan ketelitian bakteri yang di pindahkan. Inokulum merupakan bahan yang diinokulasikan pada medium agar yang akan digunakan. Pelaksanaan inokulasi dilakukan dengan semua alat-alat yang steril guna menghindari terjadinya kontaminasi (Dwidjoseputro, 1998). Metode pelaksanaan inokulasi dilakukan dengan nodul efektif yang diambil dari tanaman legum yang akan digunakan, pada prinsipnya inokulasi dilakukan oleh tanaman dan pada tanaman yang sama (Susilawati *et al.*, 2006). Inokulasi dilakukan dengan medium

nutrien agar dengan metode tuang atau metode gores. Prinsip kerja inokulasi adalah pada proses penanaman bakteri yang dilakukan dengan medium agar yang di gores atau di tuang. Kemudian bakteri diinkubasi selama 3 – 5 hari pada suhu ruangan dan di tutup rapat agar tidak terjadi kontaminasi (Pelczar *et al.*, 1988). Setelah dilakukan inkubasi bakteri akan berkembang lebih cepat pada waktu 8 – 24 jam akan terbentuklah sel yang dapat dilihat yang disebut koloni. Cara yang biasa dilakukan untuk perhitungan koloni yaitu dengan cara perhitungan pada lempeng pembiakan atau dapat juga dilakukan dengan perhitungan secara mikroskopis (Indrasumunar dan Dart, 1999). Inokulasi dapat dilakukan di dalam kulit (*Intracutaneous*), di bawah kulit (*Subcutaneous*), di dalam otot (*Intramuscular*) dan di rongga tubuh lainnya (Waluyo, 2007). Faktor-faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba antara lain sterilisasi alat yang digunakan, suplai energi, suhu atau temperatur udara, keasaman atau pH dan ketersediaan oksigen (Suriawiria, 1986).

### **2.3. Bakteri *Rhizobium***

Bakteri *Rhizobium* merupakan bakteri yang dapat membentuk bintil akar pada tanaman leguminosa. *Rhizobium* termasuk dalam *Famili : Rhizobiaceae*, *Genus : Rhizobium* (Islami dan Utomo, 1995). Bakteri *Rhizobium* merupakan bakteri gram negatif yang bersifat aerob, bentuk batang, koloninya berwarna putih, yang didapatkan dalam tanah dan berasosiasi simbiotik dengan sel akar tanaman legum yang mempunyai peran dalam penambahan nitrogen pada tanaman dengan sistem pengambilan nitrogen langsung dari udara dengan aktifitas

bersama sel tanaman dan bakteri (Azizah, 2011). Bakteri *Rhizobium* dapat melakukan asosiasi terhadap tanaman legum dengan simbiosis mutualisme. Bakteri *Rhizobium* dapat mengambil N udara sehingga akan terjadi fiksasi N udara terhadap tanaman legum, dan suplai tanaman legum dengan N yang terpenuhi akan membantu dalam proses kesuburan tanah sehingga tanaman legum dan juga tanah yang digunakan dapat saling terpenuhi kebutuhannya (Purwaningsih, 2008). Bakteri *Rhizobium* dapat memberikan dampak positif terhadap sifat fisik dan kimia tanah yaitu dengan memperbaiki struktur tanah, sumber bahan organik tanah, meningkatkan sumber hara N, serta memiliki wawasan lingkungan (Alexander, 1997 yang disitasi oleh Azizah, 2011). Bakteri *Rhizobium* dapat diinokulasikan pada masing-masing tanaman dengan jenis *Rhizobium* yang khas. Tanaman kedelai hanya dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium japonicum* (Islami dan Utomo, 1995). Kehidupan bakteri *Rhizobium* sangat bergantung pada kondisi lingkungan tanah terutama suhu, pH dan unsur-unsur senyawa kimia tertentu.

#### **2.4. Air Laut**

Air laut mempunyai banyak senyawa mineral yang dapat digunakan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman seperti senyawa Magnesium (Mg), Kalsium (Ca) dan Kalium (K) sehingga air laut dapat digunakan untuk mengurangi kebutuhan senyawa tersebut pada tanaman (Pichard dan Emery, 1990). Pengenceran air laut dapat diberikan kepada tanaman untuk menambah kesuburan tanah pada tanaman. Umumnya pengenceran air laut yang digunakan adalah

kandungan garam, yang dimaksud dengan garam di sini ialah garam dalam pengertian kimia, yaitu semua senyawa yang terbentuk akibat adanya reaksi asam dan basa (Arief, 1984). Pengukuran pengenceran air laut dapat menggunakan *Electrical Conductivity* (EC). Alat ini dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi hara yang ada dalam air laut dengan menggunakan satuan meter (Subandi *et al.*, 2015). Garam yang dapat terlarut dalam tanah merupakan senyawa esensial yang dapat membantu proses pertumbuhan tanaman namun pemberian berlebih juga dapat mengganggu kehidupan tanaman tersebut (Yuniati, 2004). Adapun hasil analisis air laut pantai marina tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Air Laut Pantai Marina Semarang

Parameter	Hasil <sup>*)</sup>	Satuan	Metode	Kriteria <sup>**)</sup>
DHL	45,3	ms/cm	Konduktometri	Sangat tinggi
Temperatur	11,1	°C	Konduktometri	Sangat rendah
N total	<0,002	%	Kjeldahl	Sangat rendah
Phosphor	0,14	ppm	Spektrofotometri UV-vis	Sangat rendah
K	323,40	ppm	SSA-on	Sangat tinggi
Na	1,37	%	SSA-on	Sangat tinggi

Sumber : \*Hasil Penelitian dan Tes Laboratorium, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (2014)

\*\* Agus (2005)

Tingginya kandungan NaCl pada air laut yang diberikan kepada tanaman akan berdampak merugikan bagi tanaman itu sendiri. Hani (2011) yang disitasi oleh Suryawan (2014) menyatakan bahwa tanaman dengan salin yang tinggi dapat mengganggu pertumbuhan tanaman serta menghambat proses produksi. Penelitian Rahmawati *et al.* (2011) menyatakan bahwa pemberian salin air laut pada taraf 2.500 ppm dapat meningkatkan produksi, namun semakin tinggi salinitas air laut yang diberikan menunjukkan hasil sebaliknya yakni adanya penurunan hasil

produksi. Tanaman biji-bijian seperti gandum, padi dan jagung dapat lebih toleran terhadap air laut yang diberikan. Tanaman kedelai lebih menerima adanya air laut dibandingkan dengan tanaman jenis kacang tanah, bunga matahari dan biji-bijian lainnya (Lingga, 2002). Berbagai mineral yang ada di dalam air laut antara lain unsur Klor (Cl) berperan untuk meningkatkan dan memperbaiki kualitas maupun kuantitas produksi tanaman, unsur Natrium (Na) dan Kalium (K) membantu proses pembentukan protein, gula dan karbohidrat, unsur Magnesium (Mg) membantu pembentukan karbohidrat, asam amino, vitamin, gula dan lemak, serta unsur Kalsium (Ca) berperan untuk menguatkan batang tanaman juga membantu penyerbukan serta percepatan tumbuhnya biji (Hani, 2011).

## **2.5. Produksi Protein Kasar**

Protein adalah senyawa organik kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi seperti halnya karbohidrat dan lipida, protein mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen tetapi sebagai tambahannya semua protein mengandung nitrogen (Tillman *et al.*, 1991). Protein dapat ditemukan dalam semua sel hidup termasuk hewan dan tumbuhan. Protein yang berada pada tumbuh-tumbuhan sebagian besar terkumpul di bagian reproduktif dan di bagian yang tumbuh aktif seperti daun. Tumbuh-tumbuhan leguminosa secara tidak langsung sanggup menggunakan N udara untuk membuat nitrogen. Hal tersebut dapat diperoleh melalui penambahan gas nitrogen bebas oleh bakteri leguminosa yang terdapat pada bintil-bintil akar leguminosa. Bakteri tersebut membuat nitrogen dari udara menjadi ikatan nitrogen organik yang nantinya digunakan oleh

tumbuh-tumbuhan leguminosa (Anggorodi, 1994). Kadar protein tergantung pada jumlah nitrogen yang tersedia bagi tanaman yang prosesnya di dalam tanaman sangat dipengaruhi oleh jumlah pelarut substrat yang tersedia (Purbajanti *et al.*, 2009). Cara yang umum biasa digunakan untuk penetapan kadar nitrogen dalam bahan makanan ialah cara *Kjeldahl* (Anggorodi, 1994). Kadar protein kasar untuk jerami kedelai sebesar 10,2% (Hartadi *et al.*, 1993).

## **2.6. Fermentabilitas Pakan dan Faktor Pengaruhnya**

Fermentabilitas pakan merupakan teknik pengukuran jumlah pakan yang difermentasikan di dalam rumen. Karakteristik fermentasi rumen dapat diketahui dengan konsentrasi amonia (NH<sub>3</sub>) dan juga produksi *Volatile Fatty Acid* (VFA). Kadar NH<sub>3</sub> dianalisa dengan metode mikrodifusi Conway sedangkan VFA total dianalisa dengan metode penyulingan uap atau destilasi uap (Obrink, 1954 yang disitasi oleh Badarina *et al.*, 2014). Fermentabilitas pakan dapat di ukur dengan metode *in vitro*. Metode *in vitro* merupakan metode pendugaan pencernaan secara tidak langsung yang dikerjakan di laboratorium dengan meniru proses-proses yang terjadi di dalam saluran pencernaan ruminansia (Rahmadi *et al.*, 2010 yang disitasi oleh Wijayanti *et al.*, 2012).

Ternak ruminansia sebagian besar pakannya terdapat 60 – 75% terdiri dari karbohidrat. Produk hidrolisis utama dari karbohidrat adalah glukosa, yang selanjutnya glukosa akan difermentasikan menjadi *Volatile Fatty Acid* (VFA) (Rahmadi *et al.*, 2003). VFA hasil fermentasi karbohidrat oleh mikroba rumen akan dimanfaatkan oleh ternak sebagai sumber energi untuk membentuk kerangka

karbon, sedangkan bagi ternak induk semang VFA akan dimanfaatkan sebagai sumber energi dengan kerangka karbon guna biosintesis asam lemak (Arora, 1989). Produksi VFA yang terdapat di dalam rumen tidak semuanya berasal dari fermentasi karbohidrat karena sebagian dapat berasal dari aktivitas mikrobial terhadap protein atau ikatan-ikatan lainnya yang mengandung nitrogen (Tillman *et al.*, 1991). Tingginya produksi VFA total menandakan banyaknya bahan organik ransum yang mudah didegradasi oleh mikroba rumen (Tanuwiria *et al.*, 2005). Produksi VFA yang dapat mendukung kehidupan mikroba rumen yakni 80 – 160 mM dengan titik optimum 120 mM (Suryapratama, 1999).

Protein yang ada pada tanaman legum dapat meningkat seiring dengan penambahan bakteri *Rhizobium* yang mampu mensuplai N sehingga kebutuhan N tanaman akan terpenuhi (Purwaningsih, 2008). Protein dengan kandungan N yang tinggi dapat mempengaruhi kadar protein dalam rumen karena tingginya protein rumen dipengaruhi oleh protein pakan yang digunakan. Protein di dalam rumen akan mengalami hidrolisis menjadi oligopeptida oleh enzim proteolitik yang dihasilkan oleh mikrobial, sedangkan mikroba rumen sekitar 82% mampu menggunakan N amonia, sehingga mikroba rumen dapat merombak asam amino menjadi amonia (Sutardi, 1978). Proses katabolisme atau degradasi protein akan menghasilkan asam amino, kemudian asam amino itu dilepas gugus aminonya melalui *deaminasi* oksidatif di sel-sel hati dan menghasilkan asam keton. Asam keton sebagai hasil dari proses deaminasi yang terjadi di dalam sel hati, maka akan dibentuk amonia (NH<sub>3</sub>) yang kemudian berperan dalam pembentukan urea (Frandsen, 1996). Tinggi rendahnya produksi NH<sub>3</sub> dipengaruhi oleh degradasi

pakan oleh mikroba rumen, semakin tinggi produksi  $\text{NH}_3$  yang dihasilkan maka protein ransum yang mudah didegradasi oleh rumen semakin banyak (Tanuwiria *et al.*, 2005). Produksi  $\text{NH}_3$  untuk proses pertumbuhan mikroba rumen berkisar 3,57 – 7,14 mM (Sutardi, 1979 yang disitasi oleh Novita *et al.*, 2011).

Faktor yang mempengaruhi tinggi dan rendahnya produksi VFA menurut Arora (1989) dipengaruhi oleh tingkat fermentabilitas bahan pakan, jumlah karbohidrat yang mudah larut, pH rumen, pencernaan bahan pakan, jumlah serta macam bakteri yang ada di dalam rumen. Persentase optimum dapat dicapai terhadap tingginya produksi VFA melalui peningkatan proporsi konsentrat yang berarti meningkatkan proporsi karbohidrat mudah larut terhadap kandungan seratnya (Jayanegara *et al.*, 2009 dalam Wijayanti *et al.*, 2012). Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya produksi amonia ( $\text{NH}_3$ ) dapat disebabkan oleh rendahnya tingkat kelarutan bahan pakan terutama kandungan protein dari pakan itu sendiri (Soebarinoto *et al.*, 1991 yang disitasi oleh Wijayanti *et al.*, 2012). Hal-hal lain yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pengukuran fermentabilitas pakan secara *in vitro* antara lain, larutan penyangga, derajat keasaman, temperatur fermentasi, sumber inokulum, periode fermentasi, akhir fermentasi dan prosedur analisis (Rahmadi *et al.*, 2003).