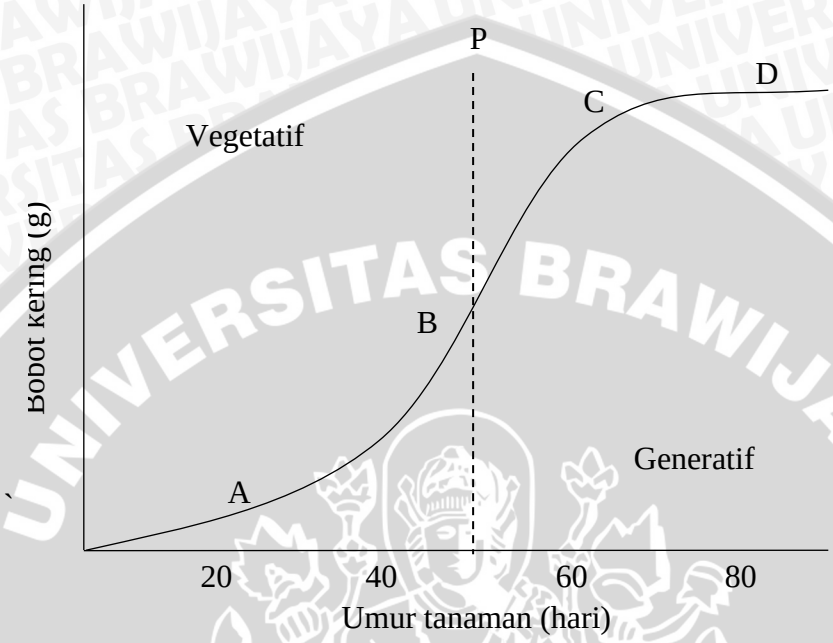
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Kedelai

Pertumbuhan ialah pertambahan ukuran tanaman sebagai akibat dari pertambahan bobot sel dan volume dari suatu tanaman. Sedangkan perkembangan tanaman diartikan sebagai proses pertumbuhan dan diferensiasi individu sel menjadi jaringan, organ dan individu tanaman (Anonymous, 2014). Pertumbuhan dan perkembangan tanaman berlangsung secara terus menerus sepanjang daur hidup yang bergantung pada tersedianya meristem, hasil asimilasi, hormon dan substansi pertumbuhan lainnya, serta lingkungan yang mendukung. Pertumbuhan dalam arti sempit berarti peningkatan jumlah sel yang sering kali dianggap sebagai bagian dari pertumbuhan sel. Permintaan terhadap komoditas kedelai terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk, membaiknya pendapatan per kapita, meningkatnya kesadaran masyarakat akan kecukupan gizi dan berkembangnya berbagai industri pakan ternak. Sementara itu produksi dalam negeri belum mampu memenuhi kebutuhan sehingga masih diperlukan impor kedelai (Yuniarsih, 2004). Menurut Wibawa dan Rosyid (1995) pada perkebunan karet terdapat sekitar 1,2 juta hektar per tahun yang dapat dimanfaatkan untuk tanaman pangan sebagai tanaman sela, termasuk kedelai. Penggunaan lahan – lahan perkebunan ini, terutama pada areal tanaman muda, untuk pengembangan kedelai diharapkan dapat memberikan sumbangan yang berarti terhadap produksi kedelai nasional.

Pertumbuhan tanaman kedelai terbagi menjadi 2 fase yaitu (1) fase vegetatif dan (2) fase generatif. Fase vegetatif diawali dengan perkecambahan biji, pembentukan akar, pembentukan daun, pembentukan batang utama dan cabang-cabang yang berakhir pada saat mulai terbentuknya bunga pertama. Fase generatif atau reproduksi diawali pada saat mulai terbentuknya bunga pertama, pembentukan polong dan diikuti dengan pengisian serta pemasakan polong. Pada fase eksponensial (A) terjadi pembentukan daun, batang, akar dan sebagainya, sedangkan pada fase linier (B) mulai terjadi perubahan fase pertumbuhan dari vegetatif ke fase generatif. Oleh karena itu, pada fase-fase inilah tanaman membutuhkan nutrisi yang cukup. Fase linier diikuti oleh suatu fase laju yang semakin menurun atau lambat (C), kemudian penambahan pertumbuhan semakin

berkurang menurut waktu sampai mencapai keadaan konstan (D). Fase keadaan konstan ini disebut sebagai pematangan fisiologis (Gardner *et al*., 1991). Fase pertumbuhan tanaman kedelai secara umum disajikan pada gambar 1



Gambar 1. Fase pertumbuhan tanaman kedelai (Gardner *et al*., 1991)

Keterangan gambar:

Sebelum daerah A= fase pertumbuhan lambat (perkecambahan); Daerah A = fase tumbuh eksponensial (cepat); Daerah B = fase tumbuh linier (cepat); Daerah C = fase tumbuh lambat; Daerah D = fase tumbuh stabil (konstan); P = fase peralihan dari vegetatif ke generative (ditandai dengan pemunculan bunga pertama).

Tanaman kedelai berbunga ketika memasuki stadia reproduktif yaitu antara 5-7 minggu setelah tanam dan lamanya stadia tersebut sangat bergantung pada varietas. Bunga umumnya muncul pada ketiak tangkai daun dan jumlahnya beragam, antara 2-25 bunga (Adisarwanto, 2005). Penyerbukan bunga berlangsung secara sendiri dengan tepung sari sendiri karena pembuahan terjadi sebelum bunga kedelai mekar.

Umumnya bunga terbentuk pada buku kelima, keenam atau buku yang lebih tinggi. Prosentase bunga yang berhasil menjadi polong berkisar antara 20-80%. Rontoknya bunga dapat terjadi pada setiap posisibuku pada 1-10 hari setelah mulai terbentuk bunga. Periode berbunga pada tanaman kedelai cukup lama yaitu

3-5 minggu untuk daerah subtropik dan 2-3 minggu di daerah tropik. Jumlah bunga pada tipe batang determinate umunya lebih sedikit dibandingkan pada batang tipe intermedinate. Warna bunga yang umunya pada berbagai varietas kedelai hanya dua, yaitu putih atau ungu.

Polong pertama kali muncul sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Polong berwarna hijau, panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong terbentuk pada setiap ketiak daun sangat beragam, antara 1-10 polong dalam setiap kelompok. Dalam satu polong berisi 1-4 biji. Bentuk biji kedelai pada umumnya bulat lonjong, ada pula yang berbentuk bundar agak pipih (Adisarwanto, 2005)

2.2 Kebutuhan Air Pada Tanaman Kedelai

Air sangat penting untuk tanaman, karena berfungsi sebagai : (a). Bahan baku (sumber hidrogen) dalam proses fotosintesis, (b). Penyusun protoplasma yang sekaligus memelihara tekanan turgor sel, (c). Bahan atau media dalam proses transpirasi dan sebagainya (Sugito, 1999). Sebagai penyusun protoplasma, air lebih banyak berperan untuk menjaga turgor sel agar sel dapat berfungsi secara normal. Bila sel kekurangan air untuk waktu cukup lama, isi sel akan terlepas dari dindingnya yang mengakibatkan rusaknya sel dan akhirnya tanaman mati. Kekurangan air sebagai akibat transpirasi yang berlebihan dapat berpengaruh negatif pada tanaman. Pengaruh negatif dari kekurangan air pada tanaman ialah terganggunya pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang pada akhirnya dapat berpengaruh pada hasil tanaman. Kekurangan air yang terjadi pada fase vegetatif dapat mengakibatkan turunnya hasil hingga 80%. Sedangkan apabila kekurangan air terjadi pada fase generatif pengaruhnya tidak sebesar pada fase vegetatif dan penurunan hasil panen hanya sekitar 25% (Sugitom 1999).

Brewster (1989) menyatakan terdapat hubungan antara air, aktifitas fotosintesis dan kelarutan garam-garam di dalam tanah. Kebutuhan air akan bertambah sesuai dengan umur tanaman. Kebutuhan air tertinggi terjadi pada saat perkembangan dan pengisian polong. Adisarwanto (2005) menyatakan bahwa kebutuhan air tanaman kedelai ±500 mm selama masa pertumbuhan kedelai. Kekurangan air terutama pada saat munculnya bunga dan pengisian polong akan menurunkan hasil kedelai (Abayomi, 2008).

Pada kondisi di lapang tanaman mampu menyesuaikan diri terhadap kondisi kekurangan air agar tetap dapat melangsungkan hidupnya, meskipun daya adaptasi ini tidak sama untuk setiap jenis tanaman. Tanaman yang tumbuh pada kondisi kekurangan air akan menyesuaikan diri dengan cara mengurangi laju transpirasi atau meningkatkan absorbsi air oleh akar. Pengurangan laju transpirasi tanaman dapat dilakukan dengan (1) menggugurkan daun-daun yang ada dengan maksud untuk mengurangi penguapan, (2) dengan membentuk lapisan kutikula (lilin)pada permukaan daun dan memperkecil jumlah stomata aktif yaitu dengan cara menutup stomata pada siang hari. Secara fisiologis laju transpirasi dapat dihambat dengan merubah pati dalam protoplasma sel menjadi gula sehingga daya uap protoplasma berkurang. Gula lebih kuat memegang air daripada pati (Sugito, 1999).

Kekurangan air pada dasarnya terjadi karena dua hal yaitu: (1) transpirasi yang berlebihan meskipun air yang tersedia dalam tanah cukup, (2) transpirasi tidak berlebihan tetapi air yang tersedia dalam tanah kurang atau karena keduanya. Diangkat dari hasil penelitian Mapegau (2006) yang menginformasikan bahwa pada tanaman kedelai kultivar Willis, pengurangan air sebesar 40% dari kondisi air kapasitas lapang dapat menurunkan hasil biji kering per tanaman sebesar 17% sementara pengurangan air 60% menurunkan hasil biji kering sebesar 30%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan kondisi air yang kurang maka akan berpengaruh pada penurunan hasil panen tanaman. Pada saat tanaman kedelai kekeringan akan mengurangi Berat Kering (BK) biji kedelai (Desclaux, *et al*., 2000).

Kebutuhan air tanaman merupakan besaran evaporasi dan transpirasi. Tanaman kedelai membutuhkan sejumlah air setiap fase pertumbuhan dan perkembangannya. Zen *et al*. (1993) bahwa kekurangan air pada fase pembungaan kedelai akan menyebabkan gagalnya pembentukan polong tanaman kedelai. Kebutuhan air untuk tanaman kedelai setara dengan jumlah air yang dievapotranspirasikannya yaitu 350 – 500 mm selama pertumbuhannya (Kung 1998). Selanjutnya tanaman kedelai yang megalami kekurangan air tersedia sampai dengan (60 – 70%) pada fase vegetatif masih bisa dipertahankan asal segera diairi pada saat pembungaan. Tanaman kedelai sebenarnya cukup toleran

terhadap cekaman kekeringan karena dapat bertahan dan berproduksi bila kondisi cekaman kekeringan maksimal 50% dari kapasitas lapang atau kondisi tanah optimal.

2.3 Pengaruh Air pada Ketahanan Tanaman

Moenandir (1994) menyatakan bahwa cekaman air merupakan hasil ketidak imbangan antara penyediaan yang berada dalam tanah dan sejumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman. Masalah kekeringan (drought tolerance) dalam budidaya kedelai merupakan salah satu faktor pembatas utama produksi sehingga diperlukan suatu varietas yang mempunyai kemampuan untuk hidup dan berfungsi secara metabolis pada cekaman tersebut. Persentase kadar air tanah tertinggi memberikan respons terbesar dan semakin menurun dengan rendahnya persentase kadar air tanah, sesuai dengan pendapat Gardner *et al*. (1985). Ketahanan suatu tanaman terhadap kekeringan merupakan suatu fenomena yang kompleks baik dalam fisiologis dan genetiknya. Seleksi untuk toleransi/ketahanan terhadap kekeringan sangat kompleks karena adanya pengaruh interaksi antara genotipe dengan lingkungan yang menimbulkan perbedaan tanggap terhadap kekeringan (Lubis, 2003). Sedangkan Sasrodarsono dan Takeda (1978) menyatakan bahwa kebutuhan air disebut juga evapotranspirasi. Dengan mengabaikan jumlah air yang digunakan dalam kegiatan metabolisme maka evapotranspirasi dapat disamakan dengan kebutuhan air tanaman. Pengelolaan air yang baik di lapangan dan keputusan yang cepat dalam menanggapi ketersediaan air tanah biasanya menentukan keuntungan atau kegagalan bagi banyak petani yang menggunakan sistem irigasi normal (Nielsen *et.al*. 2002).

2.4 Penyebab Tanaman Kekurangan Air

Evapotranspirasi ialah jumlah total air yang hilang dimana tanaman tersebut tumbuh. Evaporasi ialah suatu proses yang tergantung energy yang meliputi perubahan sifat dari cairan ke gas. Laju perngambilan air terutama dikendalikan oleh laju transpirasi; tekanan air dan penyerapan air secara aktif hanya memainkan peranan yang kecil dalam penyerapan dan hanya tampak apabila transpirasi rendah atau berhenti (Kramer, 1991).

Kehilangan air ke atmosfer ditentukan oleh faktor-faktor lingkungan dan faktor dalam tanaman. Diantara faktor-faktor tersebut yaitu:

1. Penutupan stomata. Sebagian besar transpirasi terjadi melalui stomata karena kutikula secara relative tidak tembus air, dan hanya sedikit transpirasi yang terjadi apabila stomata tertutup. Dengan terbukanya stomata lebih besar, lebih banyak pula kehilangan air. Pada tingkat kelembaban di dalam daun rendah sel-sel pengawal kehilangan turgiditasnya sehingga mengakibatkan penutupan stomata. Dengan menutupnya stomata, laju transpirasi menurun sehingga mengurangi suplai unsur hara dari tanah ke tanaman, karena traspirasi pada dasarnya memfasilitasi laju aliran air dari tanah ke tanaman, sedangkan sebagian besar unsur hara masuk ke dalam tanaman bersama-sama dengan aliran air (Kramer, 1991).
2. Penggulungan atau pelipatan daun. Banyak tanaman mempunyai mekanisme dalam daun yang menguntungkan bagi tanaman karena adanya penurunan laju transpirasi apabila persediaan air terbatas. Tumbuhan berdaun lebar mempunyai mekanisme untuk mengurangi kehilangan air; misalnya kedelai mempunyai kecenderungan untuk menggulung daunnya ke atas sehingga bulu-bulu di atas permukaan bawah daun dapat merefleksikan lebih banyak cahaya.
3. Kedalaman penetrasi akar. Penyerapan air tanah oleh tanaman budidaya sangat bergantung pada kedalaman penetrasi akar. Perakaran yang lebih dalam berdampak pada semakin jauhnya jelajah akar untuk mendapatkan dan menyerap air dari dalam tanah. Besarnya partikel tanah menyerap air ditentukan oleh jumlah air dalam tanah dan jumlah air yang menyerap air ditentukan oleh jumlah air di dalam tanah dan jumlah air yang diserap oleh akar pada lapisan tanah pertama, kedua, ketiga dan keempat berturut – turut ialah 40%, 30%, 20% 10% (Jumin, 1994).